

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
TROPICAL



**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DO REPOLHO ADUBADO
COM NITROGÊNIO E BORO EM AMBIENTE PROTEGIDO
NO AMAZONAS**

TEREZILA JACINTO DE CASTRO

MANAUS – AM

2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
TROPICAL

TEREZILA JACINTO DE CASTRO

PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DO REPOLHO ADUBADO
COM NITROGÊNIO E BORO EM AMBIENTE PROTEGIDO
NO AMAZONAS

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Amazonas, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. Carlos Alberto Franco Tucci

Co-orientador: Dr. Wellington Gomes da Silva

MANAUS – AM

2015

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo (a) autor (a)

C355p Castro, Terezila Jacinto de
Produtividade e qualidade do repolho adubado com nitrogênio e boro em ambiente protegido no Amazonas / Terezila Jacinto de Castro. 2015
61 f.: il. color; 31 cm.

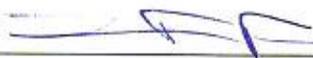
Orientador: Carlos Alberto Franco Tucci
Co-orientador: Wellington Gomes da Silva
Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas.

1. *Brassica oleracea* var. capitata. 2. interação N e B. 3. adubação química. 4. nutrição de plantas. I. Tucci, Carlos Alberto Franco II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DO REPOLHO ADUBADO COM NITROGÊNIO E BORO EM AMBIENTE PROTEGIDO NO AMAZONAS

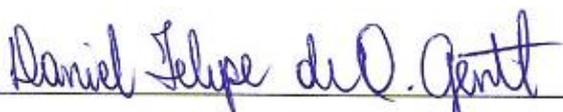
Dissertação apresentada à Universidade Federal do Amazonas, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Carlos Alberto Franco Tucci (Presidente)

Universidade Federal do Amazonas



Prof. Dr. Daniel Felipe de Oliveira Gentil

Universidade Federal do Amazonas



Dra. Cristiani Kano

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

*Ao meu avô materno (in memória), que dedicou
parte de sua vida e conhecimentos a minha
educação.*

Aos meus pais:

Getúlio Moraes de Castro (in memória)

Pelos ensinamentos e respeito ao próximo, e,

Jacira Laíde Fonseca Jacinto

*Pelo amor e exemplo de vida, sempre com dedicação,
permitindo-me viver e sonhar, apoiando minhas
escolhas.*

E, por sempre mostrarem o caminho da verdade.

Aos meus filhos, razão de minha vida,

Luana Kêmilý de Castro

(in memória),

Luan Henrique Castro, e,

Alan de Castro,

*Que sempre estiveram ao meu lado e nunca
questionaram minha ausência, sempre esperando
meu retorno para casa.*

Ao meu esposo:

Edvaldo Oliveira, cujo apoio foi, e,

é fundamental durante a minha caminhada.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus,

Por me conceder saúde e uma família maravilhosa, por estar sempre junto a mim mesmo nos momentos em que me distancio dele.

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Carlos Alberto Franco Tucci, por conceder a orientação com sabedoria e paciência diante das minhas limitações, e por acreditar no meu trabalho, e Prof. Dr. Wellington Gomes da Silva, pela orientação, compreensão, paciência, confiança e “puxões de orelha” quando necessário.

A UFAM pela oportunidade de adquirir novos conhecimentos científicos.

Ao CNPq, pela concessão financeira para a realização deste trabalho.

Aos Professores Drs. do Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical, pelos conhecimentos transmitidos, compreensão, incentivo e por nos proporcionar sua amizade.

A professora Rosilene Tucci pelo carinho, amizade, incentivo e por acreditar no meu trabalho. Aos meus amigos Erilene e Alexandre, pelas conversas e pelos cansativos, porém alegres, momentos de estudo, trabalho e pelo companheirismo, e, aos colegas: Silvio, Iza, Aldilane, Thainá, Anselmo e Daylla, pelas experiências vividas e trocadas ao longo deste período.

A minha família pela força, carinho, compreensão, incentivo e apoio nos momentos mais difíceis de minha vida.

Muito Obrigada!

A vida é movimento e mudança.

Não há nenhum aspecto da vida que esteja imune ao tempo e às transformações.

A literatura, território da memória e da imaginação, é o leito para onde convergem as fraturas e metamorfoses que se operam no mundo.

(Heráclito)

RESUMO

A adubação equilibrada com N e B pode alterar a nutrição e características produtivas do repolho. Mediante a aplicação de combinações de doses de N e B objetivou-se identificar a melhor combinação de N e B para a adubação de repolho cultivado em solo típico de terra firme do Amazonas. O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Campus da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), no período de maio a setembro de 2014. O material utilizado como substrato foi um Latossolo Amarelo, textura argilosa, típico da região do Amazonas. Os tratamentos foram uma combinação de 5 (cinco) doses de N (0; 150; 200; 250 e 300 kg ha⁻¹) na forma de ureia com 4 (quatro) doses de B (0; 2; 4 e 8 kg ha⁻¹) na forma de ácido bórico e 4 repetições, no delineamento experimental de blocos casualizados e, com análise em esquema fatorial 5 x 4, perfazendo 20 combinações de N e B. Na adubação de plantio foram aplicados no solo 20% de todas doses de N; 200 kg P₂O₅ ha⁻¹; 20% de 150 kg de K₂O ha⁻¹; 1,5 kg CuSO₄ ha⁻¹; 0,15 kg MoO₃ ha⁻¹; 3,66 kg MnSO₄ ha⁻¹ e as doses de B. Na adubação de cobertura foram aplicados no solo os restante do K₂O e das doses de N parcelados (20, 30 e 30 % aos 20, 40 e 60 DAT). Na colheita foram avaliadas as características produtivas, bem como o crescimento das plantas (altura e diâmetro da parte aérea; número de folhas externas; massa fresca e seca de folhas externas; e massa seca da raiz), a qualidade quanto a (massa fresca e seca; altura; diâmetro; peso; compactidade da cabeça e o número de folhas externas), a absorção de B e N pelo repolho e a produtividade (foram determinados quando alguns tratamentos apresentaram repolhos compactos e com a borda da folha externa da “cabeça” iniciando seu desprendimento aos 67 DAT). A adubação com N e B influenciaram positivamente os componentes de produção, sendo o N indispensável para se obter resultados produtivos satisfatórios, pois em conjunto com o B aumentou a massa de matéria seca da “cabeça”, massa seca de folhas internas e a produtividade. Nas condições em que o experimento foi conduzido, a recomendação de adubação, em sua primeira aproximação foi de 230 kg N ha⁻¹ e 1,12 kg B ha⁻¹.

Palavras-chave: *Brassica oleracea* var. capitata; interação N e B; adubação química; nutrição de plantas.

ABSTRACTS

The balanced fertilization with N and B, can change the nutrition and characteristics productive of the cabbage. By applying combination of N and B, it aimed the best combination of N and B for cultivated cabbage fertilization in typical Amazon soil. The experiment was conducted in Green House on the campus of the Federal University of Amazonas, from May to September 2014. The material used as a substrate was an Oxisoil, clayey, typical of the Amazon region. Treatments were a combination of 5 (five) doses of N (0; 150; 200; 250, and 300 kg ha⁻¹) as urea with 4 (four) doses of B (0; 2; 4 and 8 kg ha⁻¹) in form of boric acid and 4 (four) replications, arranged in experimental design of randomized block, and analysis factorial 5 x 4 making 20 combinations of N and B. The fertilization of plants were applied in soil 20% of all doses of N; 200 kg P₂O₅ ha⁻¹; 20% of 150 kg of K₂O ha⁻¹; 1,5 kg CuSO₄ ha⁻¹; 0,15 kg MoO₃ ha⁻¹; 3,66 kg MnSO₄ ha⁻¹ and the doses of B. In fertilization of coverage were applied in soil the remainder of K₂O and the doses of N splitted (20, 30 and 30 % the 20, 40 e 60 DAT). At harvest were evaluated the productive characteristics of plants (height and diameter of the shoot; number of outer leaves; fresh and dry outer leaves; dry root mass), the quality and (fresh and dry; height; diameter; weight; compactness of head and the number of outer leaves), the absorption of the B and N by cabbage and productivity when certain treatments showed compact cabbages with edge of the sheet of head, starting his detachment at. The fertilization with N and B positively influenced the components of production, being the essential N to obtain satisfactory production results, therefore together with B increases the mass of dry matter in the head, dry mass and inner sheets and productivity. The conditions under which the experiment was conducted, in its first approach was 230 kg N ha⁻¹ and 1,12 kg B ha⁻¹.

Keywords: *Brassica oleracea* var. capitata; interaction N and B; chemical fertilization, plant nutrition.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Temperatura máxima e mínima no interior da casa de vegetação durante a condução do experimento, Manaus, AM. UFAM, 2015.....	25
Figura 2. Vista parcial dos vasos experimentais dispostos na casa de vegetação, Manaus, AM. UFAM, 2015.....	30
Figura 3. Valores médios, observados e estimados da área da planta e teor de boro foliar em função das doses de N e B. Manaus, AM. UFAM, 2015.....	36
Figura 4. Valores médios observados e estimados da massa de matéria fresca e seca (g e mg/planta), altura e diâmetro transversal da “cabeça” (cm) em função das doses de N. Manaus, AM. UFAM, 2015.	42
Figura 5. Peso da “cabeça” em função da combinação das doses de N e B. Manaus, AM. UFAM, 2015.	44
Figura 6. Massa seca da “cabeça” em função da combinação das doses de N e B. Manaus, AM. UFAM, 2015.....	47
Figura 7. Número de folhas internas em função da combinação das doses de N e B. Manaus, AM. UFAM, 2015.....	48
Figura 8. Massa seca de folhas internas, em função das combinações de doses de N e B. Manaus, AM. UFAM 2015.....	50
Figura 9. Produtividade do repolho em função da combinação das doses de N e B. Manaus, AM. UFAM, 2015.....	52
Figura 10. Teor de N em função da combinação das doses de N e B. Manaus, AM. UFAM, 2015.....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultado da análise química do solo. Manaus, AM. UFAM, 2015.	26
Tabela 2. Fontes e concentrações utilizadas para o preparo de 1000 litros de solução nutritiva. Manaus, AM. UFAM, 2015.	27
Tabela 3. Recomendação e fontes utilizadas no experimento. Manaus, AM. UFAM, 2015.	28
Tabela 4. Distribuição de “cabeças” de repolho por classe de compacidade. Manaus, AM. UFAM, 2015.	37
Tabela 5. Distribuição de “cabeças” de repolho “Sooshu” por classes de peso. Manaus, AM. UFAM, 2015.	39
Tabela 6. Altura da planta (ALP) em função das doses de N. Manaus, AM. UFAM, 2015.	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 Geral	13
2.2 Específicos.....	13
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3.1 Aspectos gerais da cultura do repolho	14
3.2 Importância do B para repolho	15
3.3 Importância do N para o repolho	17
3.4 Absorção de N e B pelo repolho.....	19
3.5 Adubação para o repolho.....	20
3.6 Característica do solo no Amazonas.....	23
3.7 Cultivo do repolho na região do Amazonas	23
4 MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1 Caracterização da área experimental	25
4.2 Caracterização do substrato de cultivo	26
4.3 Delineamento experimental.....	26
4.4 Semeadura e transplantio.....	27
4.5 Condução do experimento	28
4.6 Características avaliadas.....	30
4.7 Análise Estatística	33
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
5.1 Efeito isolado de N e B na área da planta, teor de B e compacidade	34
5.2 Efeito de N na classificação do peso, massa fresca e seca de folhas externas, altura e diâmetro transversal da “cabeça” e altura da planta.....	38
5.3 Efeito da combinação de doses de N e B no peso da “cabeça”	43
5.4 Efeito das combinações de N e B na massa seca da “cabeça”	45
5.5 Efeito da combinação das doses de N e B no número de folhas internas.....	47
5.6 Efeito da combinação das doses de N e B na massa seca de folhas internas	49
5.7 Efeito da combinação de N e B na produtividade	50
5.8 Efeito da combinação das doses de N e B no teor de N	53
CONCLUSÕES.....	55
REFERÊNCIAS	56
APÊNDICE	61

1 INTRODUÇÃO

O repolho é uma hortaliça de grande importância econômica entre as variedades botânicas da espécie *Brassica oleracea* (SILVA et al, 2012). Esteve entre as dez hortaliças mais cultivadas (ABCSEM, 2014) e vendidas no Brasil em 2012, com 23,6% de aumento na venda em feiras livres e supermercados do País em relação a 2011 (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS, 2013).

Essa espécie é considerada uma das culturas de maior expressão econômica entre as *Brassica* em função, principalmente de o cultivo ocorrer durante todo o ano. No entanto, como a maioria dos solos brasileiros são altamente intemperizados e pobres de forma estrutural e quimicamente, seu cultivo torna-se mais difícil devido à predisposição do solo à perdas de nutrientes, sobretudo de N e B.

O N é considerado o nutriente de maior influência na produtividade e qualidade do repolho (AQUINO et al., 2009; ARAÚJO et al., 2011, MOREIRA et al., 2011). Segundo Aquino et al. (2005), a depreciação da qualidade do repolho está associada ao acúmulo de nitrato na folha.

Com relação ao nutriente B, ele atua diretamente no crescimento, desenvolvimento e compactação dessa hortaliça (PIZETTA et al., 2005; BERGAMIN et al., 2005; SILVA et al., 2012). Segundo Filgueira (2008), adubação com B em quantidade inadequada pode resultar em “cabeças” pequenas e pouco compactas. Entretanto, de acordo com Malavolta (2006) e Kojoi et al. (2009), o N é um dos nutrientes que mais afeta a absorção de B.

Estudos de adubação com N e B em repolho indicam que o aumento de N no solo proporciona aumento da produção. Aquino et al., 2005, observaram produção de 100,77 e 104,27 t ha⁻¹ com as doses 241 e 267 kg N ha⁻¹ respectivamente em um Argissolo Vermelho Amarelo e Araújo et al., 2011, observaram produtividade total e produtividade comercial

27,86 e 17,15 t ha⁻¹ em um Latossolo Amarelo muito argiloso no município de Paragominas-PA. E o B atua na compactação das plantas de repolho.

Alvares et al. (1985) avaliando a resposta do repolho, híbrido “Matsukaze”, à aplicação de 0; 1; 3; 5 e 10 kg B ha⁻¹, em um Latossolo Vermelho Amarelo com teor inicial de 0,38 mg B kg⁻¹ no solo extraído com água quente, observaram que as plantas que não receberam B apresentaram “cabeças” frouxas e a compactação aumentou com as doses de B. Entretanto, esses estudos têm sido realizados de forma isolada, e dificulta o entendimento sobre a melhor combinação desses fatores para maximizar a qualidade e produtividade da cultura.

O desconhecimento e a escassez de informações quanto à combinação ótima de N e B tem levado os produtores ao emprego inadequado de adubação com esses nutrientes. Isso contribui tanto para a baixa produtividade quanto para a degradação do meio ambiente (ARAÚJO et al., 2011; CERETTA et al., 2007).

Portanto, para aumentar a produtividade, reduzir os custos de produção, melhorar a qualidade do produto e produzir com um mínimo efeito sobre o meio ambiente, torna-se necessário conhecer a melhor combinação de adubação com N e B para o cultivo do repolho.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Identificar a melhor combinação de N e B para a adubação de repolho cultivado em solo típico de terra firme do Amazonas.

2.2 Específicos

- Avaliar o crescimento das plantas, produtividade e a qualidade do repolho;
- Quantificar a absorção de N e B;
- Sugerir adubação com N e B para cultivo protegido.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Aspectos gerais da cultura do repolho

Da família das Brassicaceae, o repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) apresenta caule curto e sem ramificações. O sistema radicular pode atingir profundidade superior a 1,5 m, e a maior parte das raízes concentra-se entre 20 e 30 cm do solo. As folhas apresentam-se superpostas, formando “cabeça” compacta globular, globular-achatada ou cônica e coloração variando do verde-claro ao roxo (FILGUEIRA, 2008). Seu ciclo pode variar de 80 a 100 dias e sua produtividade geralmente supera 50 t ha (ALVES et al., 2009; SILVA et al., 2014).

Dentre as variedades botânicas da espécie *Brassica oleracea*, o repolho se destaca por ser a hortaliça com maior expressão econômica em nível mundial, tanto pela sua ampla distribuição e baixo preço, como pelo alto consumo (NUNES et al., 2009). Por se destacar como fonte de β -caroteno, vitaminas B₁, B₂, C, E, K e sais minerais, é bastante apreciado pelos consumidores (FERREIRA et al., 2002; SILVA, 2013), cujas exigências em termos de qualidade e aspectos nutricionais vem se tornando cada vez maiores (MELO; VILELA, 2007).

No Amazonas, a preferência recai sobre variedades que formam “cabeças” achatadas ou globulares, de coloração verde intensa ou clara (PIMENTEL, 1985; SILVA JÚNIOR, 1989; CARDOSO; MARTINS, 1997; CARDOSO, 1999), e que também são recomendadas para cultivo em clima tropical, podendo ser cultivadas durante todo o ano (NODA, 1979; LUZ et al., 2002).

No seguimento de hortaliças, como qualquer outra, o repolho pode gerar grande número de empregos devido à exigência por mão-de-obra que vai desde a semeadura até a comercialização. E, estima-se que cada hectare plantado com hortaliças pode gerar, em média, entre 3 a 6 empregos diretos e um número idêntico de indiretos (MELO; VILELA, 2007;

SILVA et al., 2012). No entanto, grande parte do repolho comercializado no Amazonas é oriundo de outras regiões do país, o que encarece o produto.

Todas as variedades de *B. oleracea* se originaram de uma mesma variedade de couve silvestre (*B. oleracea* var. *Silvestris*). O repolho possui duas variedades: *B. oleracea* L. var. *capitata* L. (repolho liso) e *B. oleracea* L. var. *Sabauda* Martens (repolho crespo), sendo este primeiro avaliado como o mais cultivado e comercializado (FILGUEIRA, 2008), e, em dois grupos no país, o de inverno cultivado nas regiões centro-sul, e o de verão, cultivados no norte e no centro-sul no período de verão (PIMENTEL, 1985; LUZ et al., 2002).

Por ser uma hortaliça adaptada a regiões de temperaturas mais amenas (PIMENTEL, 1985), ao longo do tempo, por meio de melhoramento genético foram obtidas cultivares de repolho adaptadas a temperaturas elevadas, e, em consequência disso ampliou-se os períodos de plantio e de colheita (FILGUEIRA, 2008; ALMEIDA FILHO, 2009).

Atualmente, no mercado brasileiro, existem muitas opções de cultivares e híbridos de diferentes empresas e procedências, recomendadas para o plantio em todas as regiões e épocas do ano (FILGUEIRA, 2008; SILVA et al., 2012; DOMINGUES NETO et al., 2014); sendo que as mais adaptadas ao verão, estão os híbridos Master, Saikô, Shutoku, Sooshu, entre outros (NODA, 1979; PIMENTEL, 1985; CARDOSO et al., 1999; LUZ, et al., 2002).

Desta forma, pela escolha criteriosa da cultivar, a época de plantio estende-se ao longo do ano todo (FILGUEIRA, 2008; SILVA et al., 2012) e depende das condições de solo e clima, bem como do potencial genético para formação de “cabeças” compactas e de bom tamanho para comercialização local (DOMINGUES NETO et al., 2014).

3.2 Importância do B para repolho

O B desempenha papel importante para as *Brassicac*s, uma vez que estas são exigentes por este micronutriente, e atuam em processos metabólicos como: incorporação do cálcio na

parede celular, que vem a auxiliar na biossíntese da mesma, no crescimento e alongamento da célula, atuando diretamente no crescimento e desenvolvimento das plantas deste grupo de hortaliças (MARSCHNER, 1995; ALVES, 2009). Desta forma, o suprimento adequado de B na cultura do repolho confere qualidade ao produto, resultando em “cabeças” compactas (ALVARES et al., 1985). Por outro lado, doses inadequadas de B podem resultar em “cabeças” pequenas e pouco compactas (FILGUEIRA, 2003).

Culturas deficientes em B apresentam seus pontos de crescimento afetados, uma vez que provoca o rápido endurecimento da parede celular, porque mesmo formando complexos com carboidratos, a disposição das micelas de celulose fica prejudicada, não permitindo o aumento normal do volume da célula (MALAVOLTA, 1980; SILVA et al., 2012).

Segundo Alves (2009), quando há deficiência de B em plantas, inicialmente, ocorre redução dos tecidos meristemáticos (extremidades da raiz e ramos) que, em seguida, tornam-se desorganizados e depois morrem. No repolho, pode apresentar “cabeças” frouxas (ALVARES et al., 1985).

Lenoble et al. (2000) desenvolveram a hipótese de que altas concentrações de B protegem o crescimento radicular em situações em que altos teores de alumínio normalmente seriam inibidores.

A adubação com B para *Brassicas* no Brasil é recomendada com frequência, visto que os resultados existentes indicam resposta positiva para utilização deste micronutriente (BERGAMIN et al., 2005). Além disso, o conhecimento da dinâmica do B no repolho, bem como o conhecimento da dose adequada pode traduzir-se em benefícios para o manejo eficiente da adubação e, conseqüentemente, em maior produção e qualidade, pois esta deve ser suficiente para corrigir a deficiência sem causar toxicidade (MALAVOLTA, 1980; ALVES, 2009). Desta forma, o repolho é classificado como de média exigência desse micronutriente (BERGAMIN et al., 2005).

Alves (2009) sugere que as doses de B sejam aplicadas via solo, isso porque verificou que o B é imóvel em plantas de repolho e, portanto, melhor absorvido pelas raízes através do substrato. A solubilidade em água é um fator determinante da eficiência agronômica no curto prazo. O B é um mineral que na forma de ácido bórico é solúvel em água, e, portanto, apresenta maior eficiência no substrato (LOPES, 1991).

Segundo Volkweiss (1991), com a aplicação de micronutrientes, via solo, busca-se aumentar sua concentração na solução, que é onde as raízes os absorvem e, assim, proporcionam maior eficiência de utilização pelas plantas. É, portanto, necessário que as fontes de micronutrientes como B se solubilizem no solo no mínimo em velocidade compatível com a absorção pelas raízes e que sejam aplicadas em posição possível de serem por elas atingida (LOPES, 1991), uma vez que os micronutrientes são geralmente pouco móveis em solos de textura argilosa (NOVAIS et al., 2007).

Bergamin et al. (2005), avaliando a resposta do repolho híbrido Kenzan à aplicação de 0; 2,0; 4,0; 6,0; e 8,0 kg B ha⁻¹, observaram que em solo com um teor de B até 2,5 mg dm³ o qual foi obtido com aplicação de 8 kg ha⁻¹ obtiveram uma relação linear crescente com a produção de repolho e que seriam necessárias doses mais elevadas para ensejar a obtenção de uma relação quadrática e estimar a produção máxima. Incrementos com doses de B também influenciam a produtividade e diâmetro da “cabeça” do repolho com uma relação linear (PIZZETA et al., 2005; SILVA et al., 2012).

3.3 Importância do N para o repolho

As *Brassicacae*, de modo geral, têm grande capacidade de extração de nutrientes do solo e apresentam grande conversão em pouco tempo (SILVA et al., 2012), porém, a disponibilidade de nitrogênio para as plantas é estabelecida por meio das transformações de formas orgânicas e inorgânicas deste nutriente no solo, por meio de amonificação,

nitrificação, imobilização e desnitrificação que constituem o ciclo do N no solo, juntamente com a lixiviação e volatilização (RESENDE, 2004).

O N é o nutriente de maior influência na produtividade e qualidade do repolho. Doses adequadas às exigências dessa cultura favorecem o crescimento vegetativo, o acúmulo de massa, o aumento de área foliar, componente de aminoácidos e proteínas, e, conseqüentemente, a expressão do potencial produtivo (AQUINO et al., 2005). No entanto, para obtenção de um produto com elevado valor nutritivo é necessário que se faça a fertilização adequada da cultura.

Por outro lado, a deficiência de N retarda o crescimento da planta, induz ausência ou má formação da “cabeça”, as folhas mais velhas tornam-se totalmente amareladas e soltam-se com facilidade (GARCIA et al., 1982).

Porém, doses elevadas de nitrogênio podem prolongar o ciclo cultural, promover a redução nos teores de açúcares e de vitamina C, além do acúmulo de NO_3^- observado quando há excesso de absorção em relação à incorporação do N em moléculas orgânicas, uma vez que, havendo este nutriente disponível no solo para absorção a planta tende a absorvê-lo além de sua demanda e estocá-lo nos vacúolos na forma de NO_3^- (MARSCHNER, 1995).

Segundo Aquino et al. (2005), a depreciação das “cabeças” de repolho pelo nitrogênio está associada ao acúmulo de nitrato na folha. Em altas concentrações, pode ser cancerígeno (FAQUIN, 2004). Além disso, o acúmulo de NO_3^- nas plantas em níveis não aceitáveis são observados quando essas são cultivadas em solos com excessiva disponibilidade do nutriente (MARSCHNER, 1995).

Além do fator genético, o acúmulo do NO_3^- também é influenciado por fatores ambientais, com destaque para intensidade de luz e a temperatura, os quais interferem no metabolismo das plantas (MARSCHNER, 1995; AQUINO et al., 2009).

Esses fatores tornam necessário ajustar as doses de N para a cultura do repolho uma vez, que este é importante para prevenção de efeitos prejudiciais à qualidade do produto.

Adubação com N e B tem sido estudado com frequência em programas de adubação e tem obtido resposta positiva, porém, esses estudos têm sido realizados de forma isolada para os dois nutrientes.

Aquino et al. (2009) avaliando a produção de biomassa em plantas de repolho com a aplicação de 0; 75; 150; 225 e 300 kg N ha⁻¹, observou que o N estimulou a produção de massa seca de “cabeça” de repolho e que o aumento foi linear nos espaçamentos 80 x 30 cm e 40 x 30 cm até a dose 300 kg N ha⁻¹ e quadrático no espaçamento 60 x 30 cm com a produção máxima de massa seca na dose de 250,3 kg N ha⁻¹. Aumentos na produtividade do repolho com incrementos das doses de N também foram observados por Cavarianni (2008), Araújo et al. (2011) e Moreira et al. (2011) e isso se deve ao fato de que o N estimula o crescimento foliar do repolho (AQUINO et al., 2005).

3.4 Absorção de N e B pelo repolho

De modo geral as hortaliças, conseguem absorver maiores quantidades de macro e micronutrientes por hectare em menor espaço de tempo que outros vegetais. Essa característica, aliada ao caráter intensivo de utilização do solo, com plantios contínuos ao longo do ano e à maior produtividade das hortaliças quando comparadas a outras culturas, contribuem para um rápido esgotamento do solo (FILGUEIRA, 2008). Assim, esses fatores levam a analisar criteriosamente adubações minerais e outras práticas que contribuam para manter a fertilidade do solo, e conseqüentemente, a nutrição das plantas.

Quando o meio não tem ou não fornece os nutrientes em quantidades adequadas, tem se observado através de análises química do solo que, as plantas não têm as suas exigências nutricionais atendidas (FAQUIN, 2004). Portanto, é necessário utilizar critérios para adubação

que possam suprir tais necessidades evitando a falta ou excesso dos nutrientes minerais para as plantas.

O repolho é uma hortaliça que exporta grandes quantidades de nutrientes do solo (ARAÚJO et al., 2011). A necessidade por nutrientes e a alta capacidade do sistema radicular do repolho em absorver elementos tornam essa hortaliça uma das mais esgotantes do solo, tornando necessária a utilização de frequentes adubações e em grandes quantidades (FILGUEIRA, 2008).

Visto que o cultivo do repolho esgota o solo em termos de nutrientes, o manejo adequado da adubação na cultura tem sido estudado com frequência e está voltado para os nutrientes N e B que influenciam na produtividade e qualidade do repolho (REIGADO et al., 2007; FILGUEIRA, 2008; CAVARIANNI, 2008; AQUINO et al., 2009; SILVA et al., 2012).

Moreira et al. (2011) avaliando crescimento e produção de repolho em função de doses de N, observou que o teor de N total na folha do repolho aumentou de forma linear com as doses de N e estava bem acima da faixa considerada ótima para a cultura. Com a dose ótima de N para a produção, os níveis críticos estimados dos teores de N na folha foram 61; 56 e 51 g kg⁻¹. Aumento linear em resposta aos incrementos das doses de N também foram encontrados por Reigado et al. (2007) e Aquino et al. (2009) ao avaliarem doses que variou de 0 a 270 e 0 a 300 kg N ha⁻¹ respectivamente.

3.5 Adubação para o repolho

O repolho produz melhor em solos de textura média. Solos arenosos são menos favoráveis para o cultivo dessa hortaliça, pois possuem baixa capacidade de retenção de água e a elevada variação de pH (PIMENTEL, 1985; FILGUEIRA, 2008).

A faixa ideal de pH para essa cultura é de 5,5 a 6,8 (PIMENTEL, 1985; FILGUEIRA, 2008). Para que o pH fique adequado à cultura, é recomendável adicionar calcário dolomítico na cova, elevando-se a saturação por bases a 70% (FONTES, 1999).

O N é um dos nutrientes que resulta em maiores produtividades para o repolho (FILGUEIRA, 2008). Esse nutriente estimula crescimento vegetativo vigoroso, favorecendo a produtividade (CAVARIANNI, 2008; AQUINO et al., 2009).

A adubação com N é importante para o fechamento (PIMENTEL, 1985) e acúmulo de biomassa da “cabeça” (AQUINO et al., 2005). Já a adubação com B, aumenta a compacidade das “cabeças” (ALVARES et al., 1985). Portanto, a adubação com N e B resulta em melhoria da qualidade do produto, aumento da produção e rendimento da cultura.

No período de seca as plantas podem apresentar desenvolvimento normal na parte externa, embora apresentem espaços vazios e escurecidos na parte interna (podridão seca). Já no período chuvoso, essa podridão apresenta-se negra e fétida. Nesses casos a aplicação de B torna-se preventiva (PIMENTEL, 1985), e a adubação com B pode ser foliar ou no solo (ALVES, 2009).

Ainda que seja possível utilizar combinações a partir dos resultados de pesquisas, com o estudo dos fatores de forma isolada, esses têm apresentado variações amplas nas doses recomendadas. As recomendações para o N variam de 150 a 253 kg ha⁻¹, dependendo das condições edafoclimáticas e de espaçamento (AQUINO et al., 2005). Com relação ao B, as mesmas variam de 4 a 8 kg ha⁻¹ (ALVARES et al., 1985; CARNEIRO et al., 1995; SILVA et al., 2012).

As mudas de repolho devem ser produzidas em substrato enriquecido com Ca e P, mas, porém, pobre em N (FILGUEIRA, 2008).

Em solos de fertilidade mediana a baixa a literatura tem recomendado aplicar 150 kg de N, 100 a 400 kg de P e 100 a 240 kg de K por ha⁻¹, de acordo com a análise de solo. A

relação básica da adubação em N-P₂O₅-K₂O deve ser de 20, 100 e 20, respectivamente (FILGUEIRA, 2008). O P deve ser aplicado todo no plantio e as adubações com N e K devem ser parcelados sendo 20% da dose total no plantio e o restante em mais três vezes 20, 30 e 30 % aos 20, 40 e 60 dias após o transplântio. Em solos não fertilizados com micronutrientes nos últimos anos, deve-se adubar com sulfatos de Cu, Zn e Mo em forma de molibdato de amônio (CFSEMG, 1999).

Tem-se observado através de pesquisas que o repolho se desenvolve bem em diferentes tipos de solos como os da região do Amazonas. Cardoso (1999) avaliou repolhos de verão nos solos de várzea e em solos de terra firme dessa mesma região, Cardoso; Martins (1997) também observaram que os repolhos testados se desenvolveram bem no que diz respeito às características qualitativas e quantitativas.

Estudos tem mostrado efeito positivo a aplicação de B e N em diferentes tipos de solo influenciando na produtividade do repolho. Bergamin et al. (2005) estudando a aplicação de B associada a adubo orgânico em solo argiloso classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico com teor médio de B, observou que a relação entre B no solo e produção foi linear positiva e com produtividade variando de 52,94 a 65,95 t ha⁻¹.

Pizzeta et al. (2005) também encontrou resultado semelhante avaliando a adubação com B em solo arenoso com baixo teor de B, sendo que a aplicação de B no solo arenoso proporcionou efeito linear na produtividade do repolho a qual variou de 40,5 a 46,4 t ha⁻¹.

Para o N, Aquino et al. (2005) observaram em solo com baixo teor de N e classificado como Argissolo Vermelho Amarelo aumentaram todas as características avaliadas inclusive a produção de massa seca de “cabeça” por área. Araújo et al. (2011) também observaram que doses de N aumentaram de forma linear a produtividade da “cabeça” de repolho cultivado em um Latossolo Amarelo muito argiloso.

3.6 Característica do solo no Amazonas

Os solos do ecossistema de terra firme do Amazonas em relação a sua fertilidade, são ambientes mais antigos geologicamente e mais bem drenados, por isso, tendem a ser mais evoluídos, ou seja, mais intemperizados. E, portanto, são na quase totalidade ácidos e de baixa fertilidade natural (LIMA; TUCCI, 2009; CRAVO et al., 2012). A utilização destes solos para o cultivo requer o uso de corretivo e fertilizante de acordo com as características do solo e das plantas (MOREIRA; FAGEIRA, 2009; CRAVO et al., 2012). Em relação a classificação predominam Argissolos Vermelho e Latossolos, em geral são solos profundos e bem drenados. (SILVA, 1996; LIMA; TUCCI, 2009).

Nos ecossistemas de várzea os solos são predominantemente eutróficos, com elevada capacidade de troca de cátions e elevados teores de cátions trocáveis, podendo ser de alta ou baixa fertilidade natural (LIMA; TUCCI, 2009). Ainda segundo esses autores, as classes de solos mais representativas da várzea são os Gleissolos e Neossolos Flúvicos.

Ainda podem ocorrer nesses ecossistemas, as terras pretas (Latosolo Amarelo Antropogênico). Nesses solos é comum aparecerem grandes volumes de material orgânico, entre eles argilas, ossos (carapaças), fragmentos de cerâmica, carvão, entre outros, que são os restos dos assentamentos de gerações passadas e que ajudam na retenção dos nutrientes (KERN; COSTA, 1997).

3.7 Cultivo do repolho na região do Amazonas

Na região Norte do Brasil, o índice da produção de repolho ainda é baixa em relação a outras regiões do país. Estima-se que essa produção vem crescendo ao longo dos anos e que é bem significativo. Em 2014 a produção de repolho chegou a atingir 5,870,90 t (IDAM, 2014).

A produção de repolho é realizada tanto na várzea quanto na terra firme, e ocorreu um aumento no número de municípios produtores de repolho com produção acima de 50 t e está

concentrada principalmente nos municípios dos Rios Negro e Solimões, como: Anori, Careiro, Careiro da várzea, Coari, Codajás, Iranduba, Manacapuru e Manaquiri; e nos municípios do Médio Amazonas, como: Itacoatiara, Novo Remanso, Maués, Presidente Figueiredo e Urucurituba (IDAM, 2014), além disso, a maior parte do que é produzido é consumido por consumidores da capital Manaus (REIS; MADEIRA, 2009).

Para que os produtores obtenham sucesso em seu empreendimento a escolha da cultivar é essencial além da adoção de práticas de manejo, bem como o melhor aproveitamento dos nutrientes exigidos pela hortaliça. De modo geral, a cultivar deve apresentar características de interesse econômico, bem como, boa produtividade para viabilidade da implantação da cultura em maior escala na região, visto que não há uma recomendação de adubação com N e B para a cultura do repolho no Amazonas, e, os produtores da região utilizam recomendações de adubação, recomendadas para outros Estados.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em condições de cultivo protegido no Setor Sul do Campus da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e localizado na Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), no período de maio a setembro de 2014. A casa de vegetação utilizada no experimento foi do tipo capela com lanternin, cujas dimensões foram: altura total 4,5 m; pé-direito 2,40 m; largura 6,9 m; comprimento 17,9 m, coberta com agrofílm de polietileno de 0,05 mm de espessura.

Os registros médios de temperatura máxima e mínima no interior da casa de vegetação no período de condução do experimento estão expressos na figura 1.

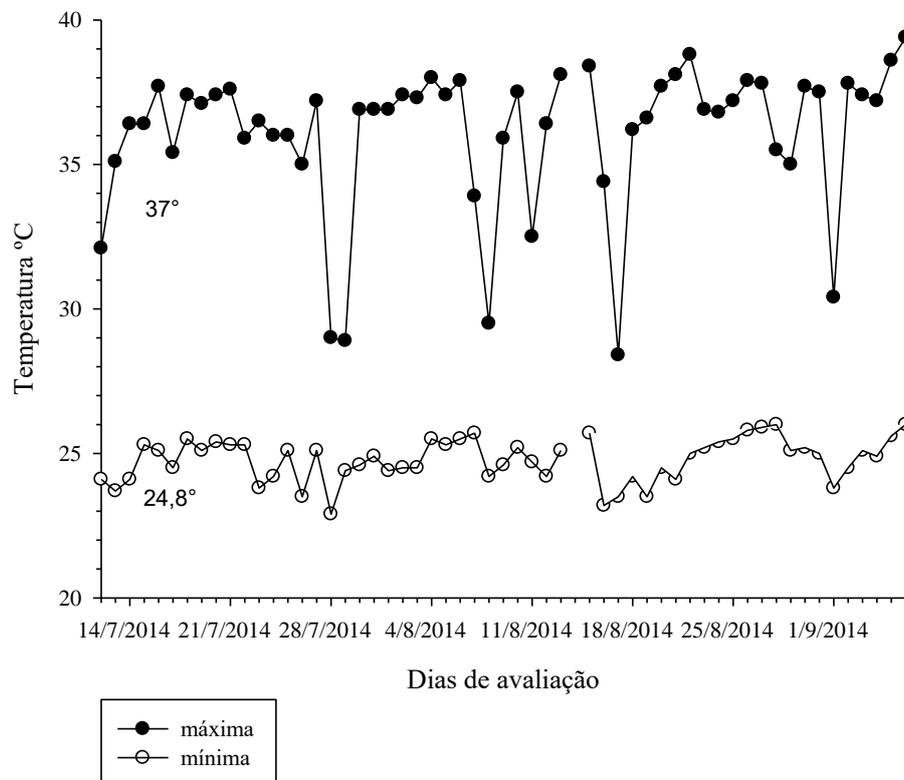


Figura 1. Temperatura máxima e mínima no interior da casa de vegetação durante a condução do experimento, Manaus, AM. UFAM, 2015.

4.2 Caracterização do substrato de cultivo

O material utilizado como substrato foi coletado de um Latossolo Amarelo, textura argilosa, típico da região do Amazonas na camada de 0 – 20 cm de profundidade. O local de coleta do solo localiza-se a 02°39'02,46'' de latitude sul e 60°03'06,67'' de longitude oeste, a uma altitude média de 94 m, na área da Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas – UFAM na rodovia BR 174 km 39, no Município de Manaus, AM.

Após a coleta, o solo foi homogeneizado, destorroado, colocado para secar ao ar livre e passado em peneira com malha de 4 mm de abertura, posteriormente, subamostras foram passadas em peneiras com malhas de 2 mm e submetidos as análises dos atributos químicos, segundo EMBRAPA (1999), cujos resultados estão expressos na tabela 1.

Tabela 1. Resultado da análise química do solo. Manaus, AM. UFAM, 2015.

pH	C	M.O.	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	V	m	Fe	Zn	Mn	Cu	B
-H ₂ O-	----g kg ⁻¹ ----	---mg dm ³ ---						-----cm ³ dm ³ -----					-----%-----				-----mg dm ³ -----		
4,79	27,25	46,87	24	105	5	1,24	0,76	0,43	5,08	2,29	2,72	7,27	31,07	15,81	345	2,9	5,2	0,88	0,35

SB = soma de bases; t = capacidade de troca catiônica efetiva; T = capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V = índice de saturação por bases; m = índice de saturação por alumínio; MO = matéria orgânica.

4.3 Delineamento experimental

O delineamento utilizado no experimento foi em blocos casualizados e análise em esquema fatorial 5 x 4 com 4 repetições. Os tratamentos resultaram da combinação de 5 (cinco) níveis de N com 4 (quatro) de B. Os níveis de N corresponderam a doses (0, 150, 200, 250 e 300 kg ha⁻¹), e os de B (0, 2, 4 e 8 kg ha⁻¹) resultando no total de 20 tratamentos.

Foram utilizadas 80 parcelas experimentais e cada uma delas conteve apenas 1 (uma) planta por vaso. Cada vaso continha 13 dm³ de substrato e ficaram espaçados entre si com 0,40 m x 0,30 m (AQUINO et al., 2005).

4.4 Semeadura e transplântio.

A cultivar utilizada foi o repolho Sooshu, um híbrido Japonês precoce, que tem como característica a “cabeça” com formato semi-achatado e peso médio 1,5 kg, além de excelente sabor (NODA, 1979; CARDOSO, 1999; LÉDO et al., 2000; LUZ et al., 2002).

A semeadura foi feita em tubetes (mini) de polipropileno com capacidade para 35 ml com substrato comercial a base de vermiculita e irrigadas duas vezes ao dia com água deionizada, após a emergência, a irrigação foi feita uma vez com água deionizada e uma com solução nutritiva por oito dias. A solução nutritiva utilizada foi a solução recomendada para folhosas, cujo, as fontes e concentrações estão expressos na tabela 2. Após o oitavo dia, o substrato foi lavado para retirada de excesso de sal, voltando a ser irrigado com solução nutritiva, 2 (duas) vezes ao dia permanecendo em ambiente protegido até o transplântio quando apresentaram aproximadamente 3 a 4 folhas definitivas (FILGUEIRA, 2003), o que correspondeu a 33 dias após a germinação.

Tabela 2. Fontes e concentrações utilizadas para o preparo de 1000 litros de solução nutritiva. Manaus, AM. UFAM, 2015.

Nº	Sal/Fertilizante	g/100 L
1	Nitrato de cálcio hydro especial	750,00
2	Nitrato de potássio	500,00
3	Fosfato de monoamônio (MAP)	150,00
4	Sulfato de magnésio	400,00
5	Sulfato de cobre	0,15
6	Sulfato de zinco	0,50
7	Sulfato de manganês	1,50
8	Ácido bórico	1,50
9	Molibdato de amônio	0,15
10	FeEDTANa ₂ (10 mg/ml de Fe.)	180 ml

Fonte: Adaptado de FURLANI et al., 1999.

4.5 Condução do experimento

Com base nos resultados da análise de solo foi utilizada a recomendação de calagem com calcário dolomítico PRNT de 91% para elevar a saturação de bases a 70% (CFSEMG, 1999), e, adubação adaptada de Malavolta (1980) para a cultura, com exceção o N e B e expressos na tabela 3.

Tabela 3. Recomendação e fontes utilizadas no experimento. Manaus, AM. UFAM, 2015.

Nutriente	Dose recomendada	Sal/Fertilizante	Total/vaso
S	200 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅	SFS	33,8 g de P ₂ O ₅
K	150 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	KCl	4,05 g de K ₂ O
Cu	1,5 kg ha ⁻¹	CuSO ₄	0,078 mg
Mo	0,15 kg ha ⁻¹	MoO ₃	0,003 mg
Mn	3,66 kg ha ⁻¹	MnSO ₄	0,13 mg
B	2, 4, 8 kg ha ⁻¹	H ₃ BO ₃	0,15; 0,31 e 0,62 mg
N	150, 200, 250, 300 kg ha ⁻¹	CO(NH ₂) ₂	4,53; 6,05; 7,56 e 9,07 g

Fonte: adaptado de Malavolta (1980) exceto B e N.

O substrato permaneceu incubado por um período de 90 dias, mantendo-se a umidade ao redor dos 90% da capacidade de campo. Realizou-se adubação básica de plantio com superfosfato simples (200 kg ha⁻¹ de P₂O₅), que foi adicionado manualmente e homogeneizado com o solo ainda seco, o restante da adubação de plantio e cobertura, foi aplicado em forma de solução para todos os tratamentos. O N foi aplicado na forma de ureia sendo 20% da dose total de todos os tratamentos da dose total no plantio e o restante em cobertura. Também foi aplicado 20% da dose total de cloreto de potássio (150 kg ha⁻¹ de K₂O) e o restante parcelado em cobertura juntamente com o N. A adubação de cobertura foi parcelada em três vezes, com 20, 30 e 30 % da dose total, aos 20, 40 e 60 dias após o

transplântio (MALAVOLTA, 1980). As doses de B foram aplicadas no plantio usando como fonte o ácido bórico (H_3BO_3).

Aplicou-se ainda, no plantio, o equivalente a $1,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de sulfato de cobre, $0,15 \text{ kg ha}^{-1}$ de ácido molibídico e $3,66 \text{ kg ha}^{-1}$ de sulfato de manganês (MALAVOLTA, 1980).

Durante a condução do experimento, as plantas foram regadas diariamente e a umidade foi controlada por pesagem dos vasos, o teor correspondeu aproximadamente a capacidade de campo para Latossolos, que é de cerca de 30% do peso do solo seco, conforme sugerido por Tucci (1996) por 40 dias, após esse período a quantidade de água adicionada ao solo, foi medida pela diferença do peso do solo saturado pelo peso após a saturação num intervalo de 24 hs.

Para o controle de pragas e doenças, foram utilizados o produto comercial Decis 25 CE® a base de Deltametrina, como inseticida (1 mL L^{-1} de água destilada) misturado ao espalhante adesivo Adesil (1 mL L^{-1} de água) a cada 3 dias. O produto comercial Vertimec® 18 EC como acaricida e inseticida (1 mL L^{-1} de água destilada) misturado ao espalhante adesivo Adesil (1 mL L^{-1} de água) a cada 7 dias, em todas as plantas, e, controle manual de plantas daninhas.

As plantas permaneceram em cultivo protegido por 71 dias após o transplante da muda (DAT) figura 2. A colheita para avaliação da produtividade foi determinada quando alguns tratamentos apresentaram repolhos compactos e com a borda da folha externa da “cabeça” iniciando seu desprendimento, aos 67 DAT estendendo-se até os 71 DAT.



Figura 2. Vista parcial dos vasos experimentais dispostos na casa de vegetação, Manaus, AM. UFAM, 2015.

4.6 Características avaliadas

Área da planta

Foram mensurados com auxílio de régua graduada, por ocasião da colheita. Para altura, mediu-se, desde a superfície do substrato até a extremidade da planta. O diâmetro foi medido a partir das bordas laterais, superior e inferior, na posição mediada da planta, cujo resultado foi obtido pela média da secção horizontal e vertical da cabeça.

Número de folhas externas

Foi feita por contagem das folhas não comerciais (folhas abertas), analisadas quando as plantas apresentaram o máximo de crescimento vegetativo, apresentando “cabeças” bem compactas e grandes.

O procedimento para a realização da colheita constituiu em cortar a planta logo abaixo das folhas basais bem rentes ao solo. As plantas foram colhidas e procedeu-se a contagem das folhas externas retirando-se gradativamente uma por uma.

Massa fresca da “cabeça” e produtividade

A massa fresca da parte comercial “cabeça” foi obtida por meio de pesagem em balança digital e expressa em g planta⁻¹.

Para avaliar a produtividade, os valores médios das “cabeças” por parcela foram submetidos ao cálculo de produtividade, estabelecido em função da média das parcelas e o número de plantas expresso em kg ha⁻¹.

Altura e diâmetro transversal da “cabeça”

Após a pesagem da parte comercial “cabeça”, com auxílio de uma régua graduada em superfície plana, a altura e o diâmetro transversal da “cabeça” foram mensurados em cm (SILVA et al., 2012).

Classificação da “cabeça” quanto à compacidade

A classificação da “cabeça” quanto à compacidade foi obtida por meio de notas, consistindo em dividir as “cabeças” ao meio longitudinalmente e classificá-las como: nota 1= compacidade fofa; nota 2= compacidade média; nota 3 = compacidade firme, seguindo-se o método proposto por Muniz (1988), Cardoso (1999) adaptado de Silva et al. (2012).

Número de folhas internas

O número de folhas internas foi realizado retirando-se gradativamente as folhas da “cabeça” contando até a última folha (SILVA et al., 2012).

Classificação da “cabeça” quanto ao peso

A classificação da “cabeça” quanto ao peso, foi obtida por meio de pesagem em balança digital, atribuindo-se notas, conforme proposto por Vidigal et al. (2007), adaptado de Silva et., al, (2012), que classifica como: nota 0= <250 g; 1= 250-500 g; 2= 500-750 g; 3= 750-1.000 g; 4= 1.000- 1.500 g; 5= 1.500-2.000 g e 6 = >2.000 g.

Massa seca de folhas externas, internas e teor de N e B na “cabeça” do repolho

Todo material da massa fresca das folhas externas e da “cabeça” foi lavado duas vezes com água destilada, acondicionado em sacos de papel e seco em estufa com circulação forçada de ar a uma temperatura de 70°C até obter peso constante. Após isso, foi obtida a massa seca das folhas externas, internas e da “cabeça” por pesagem em balança digital de precisão.

Após a massa seca da “cabeça” foi moída em moinho tipo Willey equipado com peneira de malhas com abertura de 1 mm, acondicionados em saquinhos e encaminhados ao laboratório onde foram realizadas as análises conforme as recomendações propostas por Malavolta et al. (1997), e os resultados foram comparados com a faixa de teor ótima proposta por Trani et al. (1996).

Massa seca da raiz

Foi lavada em água corrente para retirada do solo, depois foi lavada duas vezes com água deionizada. Após esse procedimento, foram acondicionadas em sacos de papel e seco em estufa com circulação forçada de ar forçada a uma temperatura de 70°C até obter peso constante. Após isso, foi obtida a massa seca da raiz por pesagem em balança digital de precisão.

Cálculo da produção máxima estimada para as variáveis analisadas

Realizou-se estudo para estimar uma dose recomendável para as variáveis analisadas calculando X_i que provoca 90% da produção máxima estimada. No modelo quadrático, o valor de X foi obtido ao igualar a primeira derivada a zero, e permitiu estimar o valor de X correspondente a um máximo ou a um mínimo, e máximo nos casos em que a segunda derivada apresentou um valor negativo (ALVAREZ V., 1985).

4.7 Análise Estatística

Os resultados das variáveis quantitativas foram submetidos a análise de variância. Nos casos em que houve significância, foi usada análise de regressão ao nível de 1 e 5% de probabilidade utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2003). Para altura da planta que não houve ajuste de modelo, foi realizado o teste de comparação de média por meio do teste Tukey a 5% de probabilidade. E, nos casos que houve interação N x B foi realizado o estudo de regressão polinomial (superfície de resposta) segundo a metodologia descrita por Alvarez V. (1985).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variável área da planta, compacidade e teor de B apresentaram efeitos significativos para aplicação de N e B isoladamente (Tabela 1A). A altura da planta, altura e diâmetro da “cabeça”, massa fresca e seca de folhas externas apresentaram efeitos significativos apenas para as doses crescentes de N (Tabela 1A). Observou-se ainda interação significativa entre os níveis de N x B para o número de folhas internas, massa seca de folhas internas, peso da “cabeça”, massa seca da “cabeça” e teor de N (Tabela 2A). Não foi observado efeito significativo para o número de folhas externas (Tabela 1A) e massa seca da raiz (Tabela 2A).

5.1 Efeito isolado de N e B na área da planta, teor de B e compacidade

Observa-se na Figura 3A aumento quadrático da área da planta em função das doses crescentes de N, atingindo valor máximo de 58,6 cm² com a dose equivalente a 217,6 kg N ha⁻¹. O efeito do N na área da planta, deveu-se ao fato de que o N além de estimular o crescimento e o desenvolvimento de folhas, é essencial para utilização de carboidratos pelas plantas (MARSCHINER, 1995; TAIZ; ZEIGER, 2009). Participa integralmente de muitos processos de crescimento vegetal, está presente nos aminoácidos e proteínas, participa com 4 átomos na molécula da clorofila e é componente de ácidos nucleicos (DUPAS, 2012).

Aquino et al. (2005), trabalhando com características produtivas do repolho em função de espaçamentos e doses de N observou efeito quadrático em função das doses de N e obteve a estabilização da área externa a “cabeça” com as doses 266 e 287 kg N ha⁻¹, e atribuiu a esses resultados que obteve a estabilização com a primeira dose 266 kg N ha⁻¹, devido ao grande espaço disponível as plantas, o que permitiu a expressão máxima do potencial genético do híbrido. A estabilização com a dose 287 kg N ha⁻¹ deveu-se ao maior número de plantas por área, cujo espaço reduzido promoveu maior competição para as plantas por espaço, e dose superior a encontrada no presente estudo.

A área da planta também apresentou resposta linear as doses crescentes de B (Figura 3B). Os dados relativos às doses de B promoveram um aumento ajustado ao modelo linear positivo resultando em área da planta correspondente a $59,92 \text{ cm}^2$ com a dose 8 kg ha^{-1} . Esse efeito deve-se ao fato de que o B desempenha papel importante em regiões de crescimento tanto de raízes quanto da parte aérea, crescimento meristemático bem como na síntese de bases nitrogenadas e no metabolismo de carboidratos em plantas (MALAVOLTA, 1997, FAQUIN, 2004). Silva et al. (2012), avaliando a produtividade e desenvolvimento de cultivares de repolho, observou resposta diferente a encontrada neste trabalho, sendo que, em relação as doses aplicadas, observou efeito quadrático e o valor máximo observado foi $0,46 \text{ cm}^2$ com a doses de $5,0 \text{ kg B ha}^{-1}$.

Observou-se resposta linear entre as doses de N aplicadas e o teor de B na planta (Figura 3C). A dose equivalente a 300 kg N ha^{-1} proporcionou o maior teor, $43,75 \text{ mg B kg}^{-1}$ na massa seca. Esse efeito é o oposto ao descrito por Malavolta (2006). Esse autor relata que adições de N podem induzir a deficiência de B, possivelmente por efeito de diluição, e plantas deficientes em N tendem a aumentar o teor de B.

Kojoi et al. (2009) afirma que elevadas concentrações de N nítrico ou amoniacal diminuem os teores de B nas plantas pelo provável antagonismo dessas formas nitrogenadas com o B.

A relação entre as doses de B e o teor de B foliar se ajustou a um modelo quadrático atingindo o teor máximo de $40,41 \text{ mg B kg}^{-1}$ na massa seca, obtido com a dose equivalente a $5,3 \text{ kg B ha}^{-1}$ (Figura 3D). Os teores encontrados nos tecidos vegetais do repolho utilizado neste ensaio está dentro da faixa do teor de B foliar considerada adequada, $25\text{-}75 \text{ mg kg}^{-1}$ por Trani et al. (1996).

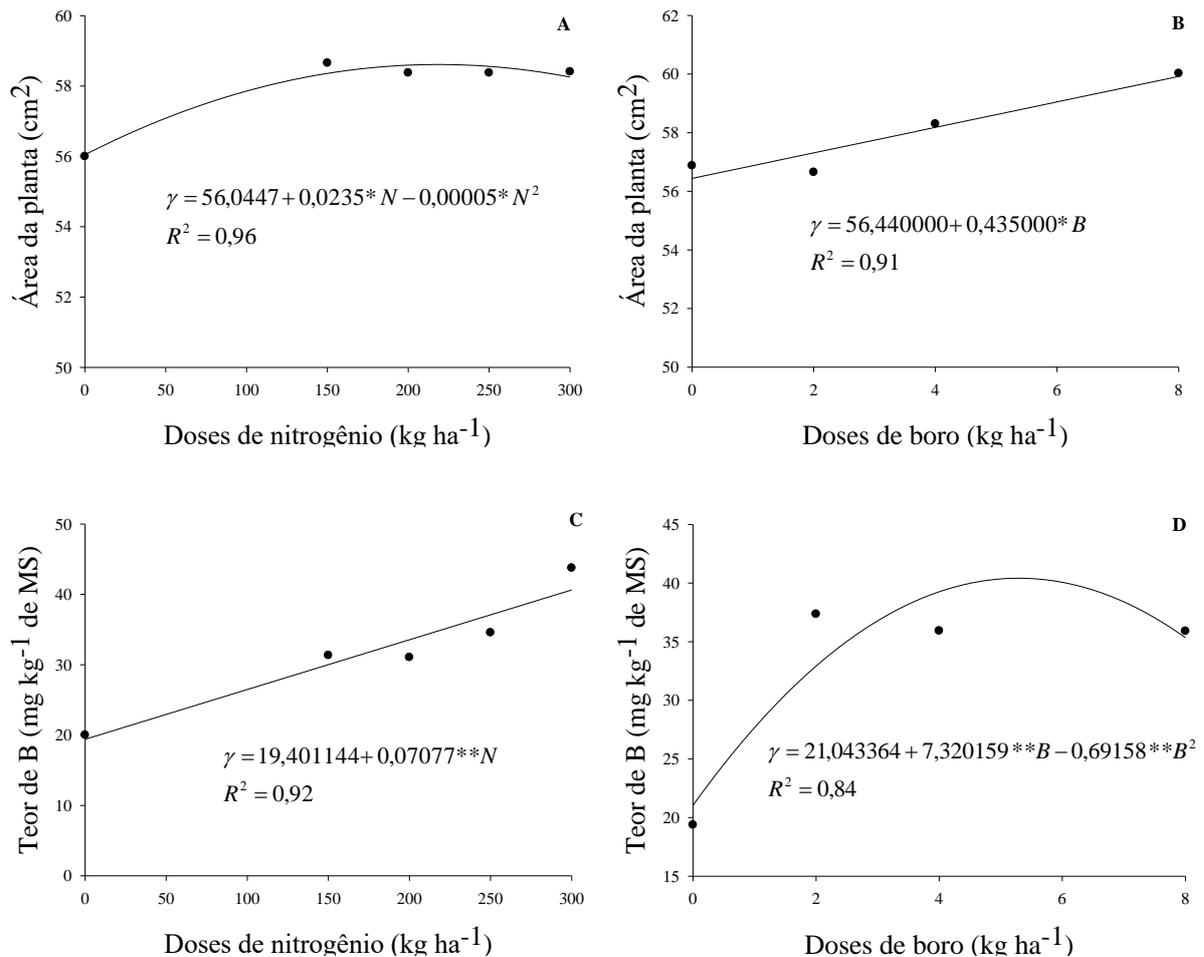


Figura 3. Valores médios, observados e estimados da área da planta e teor de boro foliar em função das doses de N e B. Manaus, AM. UFAM, 2015.

Kojoi et al. (2009) observaram resposta linear do teor de B em relação as doses aplicadas em couve-flor, a dose máxima 6 kg B ha⁻¹ proporcionou aumentos de 33,34 mg kg⁻¹ de B na massa seca. Bergamin et al. (2005), observaram que o teor de B nas folhas envoltórias do repolho variou de 23 a 44 mg kg⁻¹. Silva et al. (2012) também encontraram resposta linear aos efeitos de B, mas com resposta bem acima da considerada adequada por Trani et al. (1996).

No tratamento sem adição de N houve menor frequência de “cabeças” na classificação de compacidade (1= frouxa) 25% menor em relação a classe (2 = média 31% e 3 = firme 44%). A maior frequência de “cabeças” ocorreu com a dose 250 kg ha⁻¹ na classe de compacidade 2 (69%) (Tabela 4). O N faz parte de composto proteico da planta e seus teores

são importantes para uma boa manutenção na produção, além disso o seu excesso pode causar danos na produção e perdas da qualidade da “cabeça” do repolho (SILVA, 2013).

Adubação nitrogenada em dose adequada é necessária para obtenção de plantas com “cabeça” de repolho com a compacidade (firmeza) desejada para aceitação comercial (MOREIRA; VIDIGAL, 2011).

Silva Júnior (1991), avaliando os efeitos da adubação mineral e orgânica em repolho, concluiu que a adubação nitrogenada diminuiu a compacidade em 36 % em relação a testemunha (ausência de adubação nitrogenada) e quando utilizada sem adubação orgânica.

Cardoso; Martins (1997) e Cardoso (1999) trabalhando com a caracterização de repolhos de verão em ecossistema de terra firme e várzea do Amazonas observou que o repolho Sooshu obteve compacidade de 1,81 em um Latossolo Amarelo muito argiloso e 1,83 em um Gley Pouco Húmido, naturalmente fértil.

Tabela 4. Distribuição de “cabeças” de repolho por classe de compacidade. Manaus, AM. UFAM, 2015.

Nitrogênio kg ha ⁻¹	Classe		
	1	2	3
	% de “cabeças”		
0	25	31	44
150	13	50	38
200	13	44	44
250	25	69	6
300	50	50	0
Boro kg ha ⁻¹			
0	80	20	0
2	5	65	30
4	10	55	7
8	5	55	40

Classificação do repolho com base na compacidade (1=fofa; 2=média e 3=firme), Muniz (1988) adaptado de Silva et al., 2012.

Quanto as doses de B pode-se observar que sem a adição de B houve o maior número de “cabeças” na compacidade 1 (80%) e nenhuma “cabeça” na compacidade 3. Observou-se

ainda que as doses 2, 4 e 8 promoveu o maior índice de “cabeças” na compacidade 2 (65, 55 e 55%) respectivamente (Tabela 4). O aumento da quantidade de “cabeças” de repolhos na classe de compacidade dois (2) média, se deve ao fato de que, segundo Alvares et al. (1985) o B está envolvido em processos metabólicos, como no crescimento, expansão e incorporação de cálcio, na parede celular que vem auxiliar na biossíntese da mesma. Além disso, a suplementação adequada com B favorece a compacidade da “cabeça” e, conseqüentemente, a qualidade final do produto (ALVARES et al., 1985).

Silva et al. (2012), avaliando a produtividade e desenvolvimento de duas cultivares de repolho “Chato de Quintal” e “60 dias” em função das doses de B, observaram que o aumento das doses de B proporcionaram efeito linear negativo na compacidade do repolho, resultado diferente ao encontrado nesse trabalho. Porém, esses autores não relataram os efeitos das doses de B na distribuição de “cabeças” por classe.

5.2 Efeito de N na classificação do peso, massa fresca e seca de folhas externas, altura e diâmetro transversal da “cabeça” e altura da planta

Na Tabela 5 é possível observar que as maiores frequências de “cabeças” ocorreram nas classes de peso 3 = 750 – 1.000g e 4 = 1.000 – 1.500g. Na classe de peso 3 a maior frequência de “cabeças” foi de (94%) na ausência da adubação nitrogenada. É possível observar ainda que na classe de peso 4 a frequência de “cabeças” aumentou com as doses crescentes de N em relação ao tratamento sem N, e dentro dessa mesma classe a dose 250 kg N ha⁻¹ promoveu a maior frequência de “cabeças” (75%).

A resposta para essa característica pode ser explicada porque o N participa integralmente de muitos compostos essenciais ao processo de crescimento vegetal (DUPAS et al., 2011), estimula o crescimento e desenvolvimento de folhas (MARCHINER, 1995, TAIZ;

ZEIGER, 2009), e conseqüentemente aumento da “cabeça” devido a expansão da área foliar (AQUINO et al., 2005).

Esses valores estão próximos aos encontrados por Cardoso; Martins (1997), que trabalhando com a caracterização de repolho de verão em ecossistemas de terra firme do Amazonas obtiveram o maior índice de peso de “cabeça” com o híbrido Sooshu e Saikô, com 953,80 e 869,40 g respectivamente. E, pouco abaixo e/ou aproximado a faixa de peso de “cabeça” considerado ideal para comercialização de (1 a 2 kg) por Trani et al. (1996).

Tabela 5. Distribuição de “cabeças” de repolho “Sooshu” por classes de peso. Manaus, AM. UFAM, 2015.

Nitrogênio (kg ha ⁻¹)	Classe					
	1	2	3	4	5	6
	% de “cabeças”					
0	0	6	94	0	0	0
150	0	6	44	50	0	0
200	0	6	31	63	0	0
250	0	0	25	75	0	0
300	0	0	31	69	0	0

Sugestão para classificação de repolho com base no peso de “cabeça” em g (0=<250; 1=250-500; 2=500-750; 3=750-1000; 4=1000-1500; 5=1,500-2000 e 6=>2000) Vidigal et al., 2007. Adaptado de Silva et al., 2012.

Observou-se relação quadrática entre massa de matéria fresca de folhas externas e doses de N (Figura 4A). A produção máxima atingida foi de 518,68 g de matéria fresca e está associada a dose equivalente de 291,55 kg N ha⁻¹.

Essa resposta pode ter ocorrido devido ao efeito promotor do N no crescimento e expansão de área foliar (AQUINO et al., 2005) e pela forma com que a ureia é absorvida pelas plantas, que pode ser tanto pelas raízes como pelas folhas, diretamente ou depois da urease (MALAVOLTTA, 2006).

O efeito do N sobre a produção de hortaliças folhosas é amplamente relatado em pesquisas (CAVARIANNI et al., 2008), sendo que o suprimento adequado de N é responsável pelo maior acúmulo de massa e produtividade (AQUINO et al., 2005).

A relação entre massa seca das folhas externas e as doses de N, foi linear (Figura 4B). Com 90% da dose máxima a produção de massa seca de folhas externas foi de 48,7g por planta. Cavarianni (2008), também observou aumento linear em estudo onde avaliou densidade e doses de N no desenvolvimento e produção de repolho em condições de campo e obteve com a maior dose 300 kg ha⁻¹ a máxima produção de massa seca de folhas externas (67,96 g/planta), resposta superior à encontrada neste trabalho.

Na ausência de adubação nitrogenada a produção de massa seca de folhas externas foi de 43,35 g por planta (Figura 4B), uma redução de 11,02% em relação a maior dose 300 kg N ha⁻¹. Embora a massa seca de folhas externas tenha sido bem próxima a quantidade encontrada por Cavarianni (2008) (44,96 g/planta), a redução em relação a maior dose 300 kg N ha⁻¹ foi de 33,8% resultado superior ao encontrado no presente trabalho.

Moreira et al. (2011), também observaram aumento linear da massa seca de folhas em função das doses de N até a dose máxima de 450 kg ha⁻¹ e, evidenciou que o crescimento inicial da planta foi lento caracterizando uma época de pouco acúmulo de massa seca.

A relação da altura da “cabeça” como variável dependente das doses de N foi linear (Figura 4C) cuja maior dose aplicada 300 kg N ha⁻¹, proporcionou “cabeças” com altura média de 12,08 cm por planta. Na ausência de adubação nitrogenada a altura foi de 11,52 cm, uma redução de 4,63 % em relação a altura com a maior dose de N aplicada. Isso se justifica ao fato de que o N promove aumento na área da planta de repolho, e, embora o híbrido “Sooshu” seja geneticamente de característica achatada, resultado confirmado por (NODA, 1979; CARDOSO et al., 1999; LÉDO et al., 2000; LUZ et al., 2002), houve um pequeno

aumento na altura da “cabeça” com a maior dose aplicada, ou seja, com incremento de 300 kg N ha⁻¹ aumentou em 5,3 cm em relação a ausência de adição de N.

Resultado semelhante foi encontrado por Cavarianni (2008), que obteve resposta linear ao crescimento longitudinal na dose de 300 kg N ha⁻¹ em que observou 13,47 e 12,58 cm na altura da planta, para a menor e maior densidade de plantio, respectivamente. Moreira et al. (2011), também encontrou resposta semelhante, embora o modelo tenha se ajustado a um modelo quadrático este por sua vez obteve altura de 12,7 cm com a dose 277,8 kg N ha⁻¹.

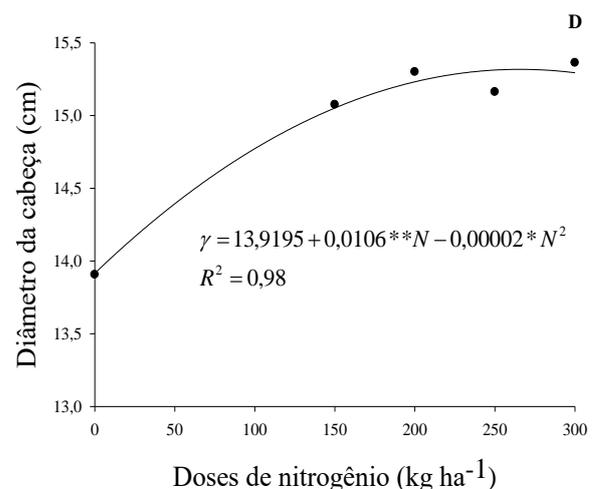
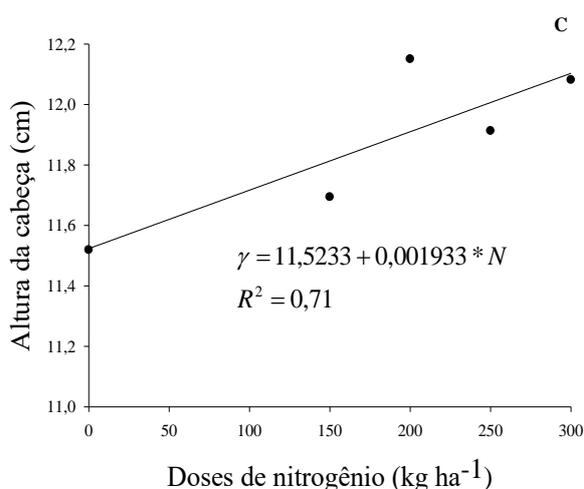
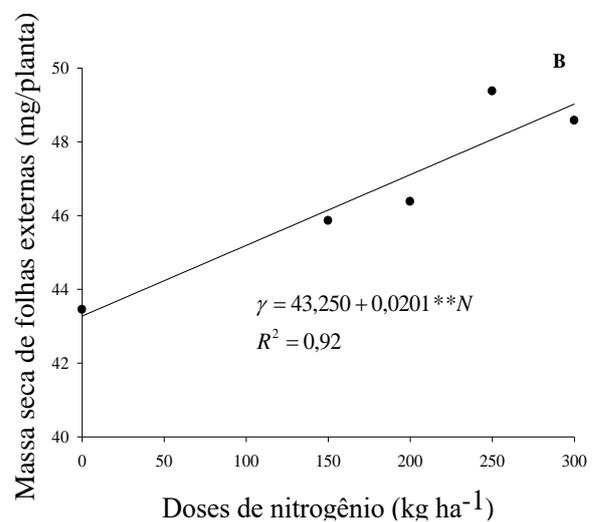
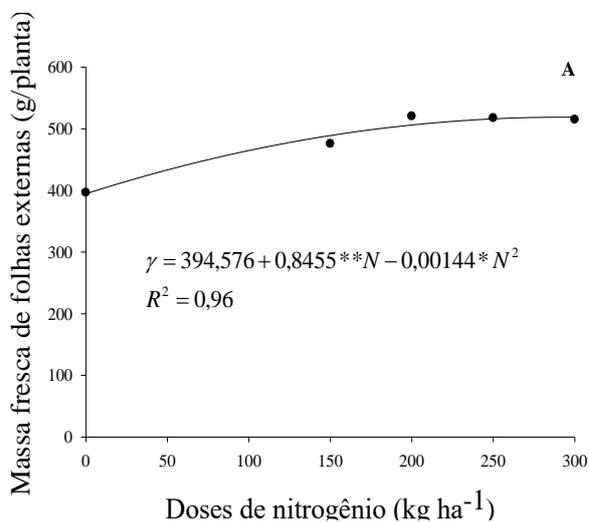


Figura 4. Valores médios observados e estimados da massa fresca e seca (g e mg/planta), altura e diâmetro transversal da “cabeça” (cm) em função das doses de N. Manaus, AM. UFAM, 2015.

O diâmetro transversal da “cabeça” ajustou-se a um modelo quadrático em função das doses de N (Figura 4D), o valor máximo atingido foi 15,33 cm com a dose equivalente a 265 kg N ha⁻¹. Demonstrou que o N exerce influência no tamanho da “cabeça” como reflexo do diâmetro transversal.

Moreira et al. (2011), observaram resposta quadrática do diâmetro transversal e valor aproximado ao encontrado nesse trabalho, embora as cultivares sejam distintas. O diâmetro transversal foi 16,9 cm com a dose de 277,8 kg N ha⁻¹. Cavarianni (2008), também encontrou resposta que se ajustou a um modelo quadrático em função das doses de N. Com a dose de 267 kg N ha⁻¹ o diâmetro foi (22,2 cm), e esse valor foi superior ao encontrado no presente trabalho.

Não houve ajuste de modelo de 1° e 2° grau para altura da planta, embora o resultado da análise de variância tenha demonstrado efeito significativo para as doses de N (Tabela 1A). Dentro das doses a maior altura da planta foi observada com a dose 250 kg N ha⁻¹ sendo 24,75 cm por planta (Tabela 6) e menor altura 22,88 cm com a dose 200 kg N ha⁻¹. Não foi observado diferença significativa entre as demais doses.

Tabela 6. Altura da planta (ALP) em função das doses de N. Manaus, AM. UFAM, 2015.

Doses de N (kg ha ⁻¹)	ALP (cm)
0	23,38 ab
150	23,63 ab
200	22,88 b
250	24,75 a
300	23,50 ab

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

É fato que o N estimula o crescimento da planta (AQUINO et al., 2009). Sendo que o N tem efeito promotor no comprimento do caule (MOREIRA et al., 2011) e altura da “cabeça” do repolho (CAVARIANNI, 2008; MOREIRA et al., 2011).

Moreira et al. (2011) observaram em seu trabalho que incrementos de doses de N aumentaram o comprimento do caule, e, que os aumentos no comprimento do caule deve-se ao efeito promotor do N no crescimento do repolho.

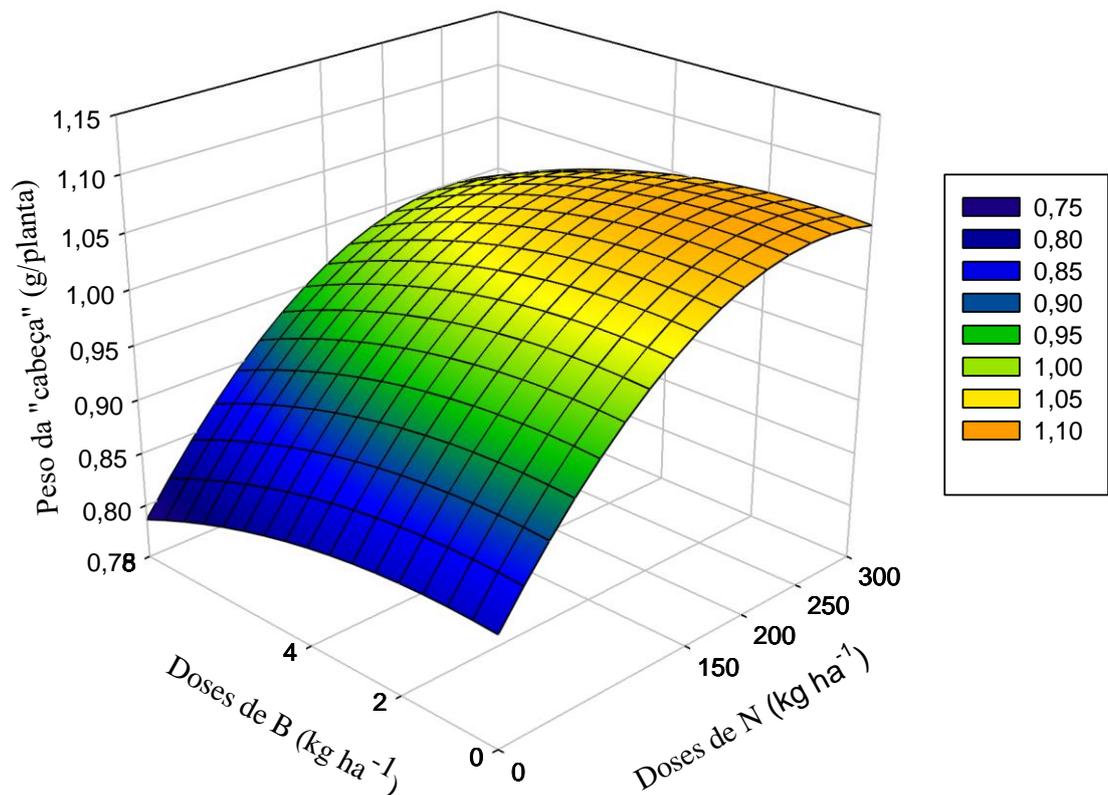
5.3 Efeito da combinação de doses de N e B no peso da “cabeça”

A superfície de resposta que descreve a relação entre o peso da “cabeça” do repolho e a combinação de doses de N e B (Figura 5) permite inferir que, o modelo matemático para o peso da “cabeça” como função das doses de N x B se ajustou ao modelo quadrático e permite estimar que as doses equivalentes a 259 kg N ha⁻¹ e 1,11 kg B ha⁻¹ foi a combinação que promoveu a máxima produção do peso da “cabeça”.

Aquino et al. (2005) estudando as características produtivas do repolho em função do espaçamento e doses de N, observaram que a média da massa fresca da “cabeça” aumentou linearmente com o incremento das doses de N nas doses de 0 a 300 kg ha⁻¹ no espaçamento 80 x 30 cm e efeito quadrático no espaçamento 60 x 30 cm sendo que o valor máximo atingido nesse último espaçamento foi com a dose 250 kg N ha⁻¹.

Moreira et al. (2011) também observaram em seu estudo que a produção da massa da matéria fresca da “cabeça” do repolho respondeu acentuadamente ao aumento das doses de N e que o máximo valor estimado para esta característica foi de 1,13 kg obtido com a dose 277,8 kg N ha⁻¹. Vários estudos (AQUINO et. al., 2005; BERGAMIN et al., 2005; CAVARIANNI, 2008; MOREIRA et al. 2011) tem demonstrado a eficiência e resposta da cultura em relação a fertilização nitrogenada.

Bergamin et al. (2005), estudando a produção de repolho em função da aplicação de B associada a adubo orgânico, observou que na medida em que aumentou as doses de B o efeito foi linear crescente. Esses resultados diferem aos resultados encontrados no presente trabalho, concordando que há uma inibição não competitiva entre o B e o N (MALAVOLTA et al., 2006), assim o excesso desse último elemento pode reduzir a absorção do primeiro, o que levaria ao aumento do peso da “cabeça” do repolho creditando toda ação desse aumento ao N.



$$\hat{y} = 0,819618 + 0,001841 * N + 0,011959 * B - 0,000003 * N^2 - 0,001391B * N^2 - 0,000049NB \quad R^2 = 0,75$$

Figura 5. Peso da “cabeça” em função da combinação das doses de N e B. Manaus, AM. UFAM, 2015.

Outra explicação para ocorrência do aumento do peso da “cabeça” se baseia no fato do N acelerar o crescimento da planta, induzindo a deficiência de B, uma vez que esse elemento é imóvel no floema (FAQUIN, 2004; MALAVOLTA, 2006).

No trabalho de Campagnol et al. (2009), esses autores não encontraram efeito significativo para a interação entre N x B, em estudo com doses de N associadas a doses de B no rendimento de brócolis, mas observou efeito significativo isolado para B e efeito não significativo para N. Kojoi et al. (2009) também encontraram efeito semelhante na massa média das inflorescências de couve-flor sendo que esses autores observaram que essas não foram afetadas com as aplicações de N e B, e, que isso ocorreu possivelmente pelo tipo de solo e pela sua fertilidade.

Ainda segundo Campagnol et al. (2009), o peso médio das inflorescências de brócolis diminuiu com a aplicação de B, concordando com os resultados obtidos nesse trabalho, embora o resultado da análise de variância tenha demonstrado efeito significativo para interação.

5.4 Efeito das combinações de N e B na massa seca da “cabeça”

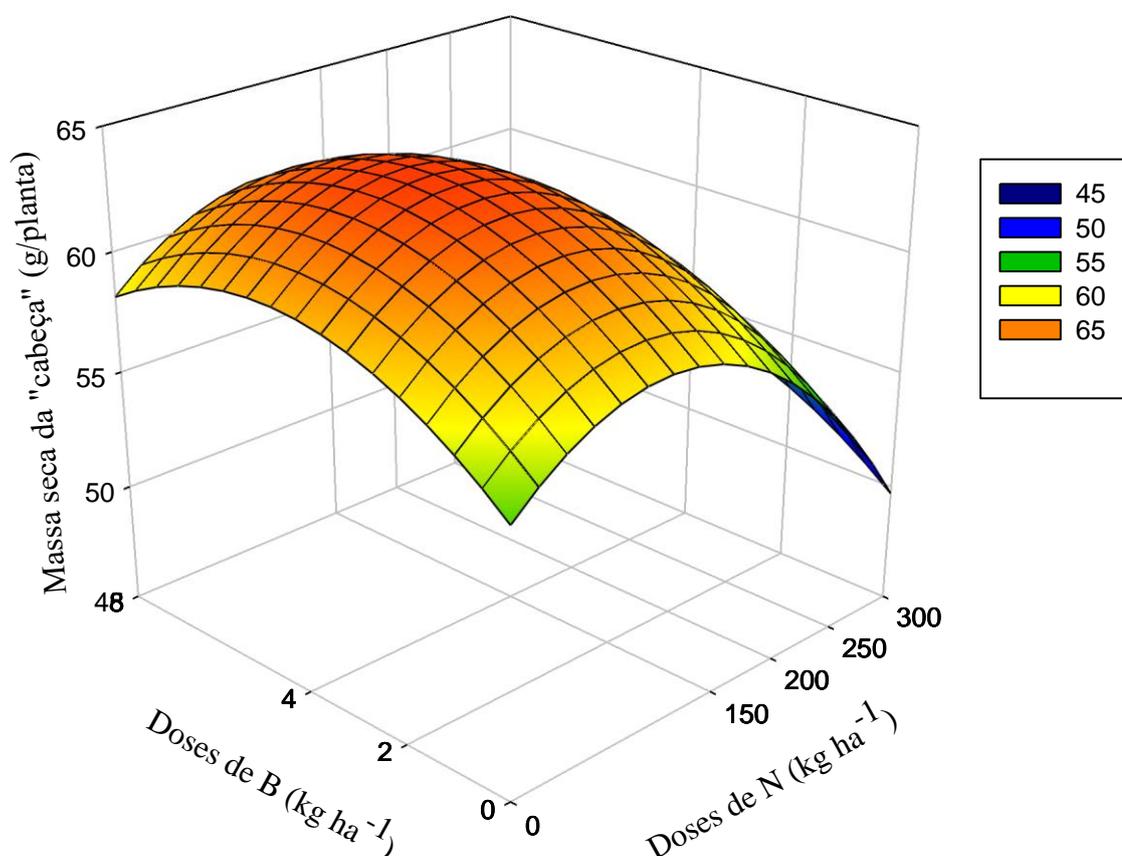
A figura 6 descreve a relação de massa seca da “cabeça” como variável dependente das doses de N x B. O modelo ajustado permite estimar que a máxima produção do peso da massa seca da “cabeça” do repolho foi obtida com a combinação das doses 92,67 kg N ha⁻¹ e 4,66 kg B ha⁻¹ ocorreu elevação nos valores da massa seca da “cabeça” obtendo-se nesse ponto a produção máxima dessa variável (62,99 g/planta).

Smithson e Heathcote (1976) encontraram resposta semelhante ao resultado encontrado no presente trabalho, embora sejam culturas diferentes. Sendo que a resposta da massa seca da “cabeça” foi obtida com uma dose maior de N 150 kg ha⁻¹ e com a dose 4 kg B ha⁻¹ foi onde se observou os maiores aumentos para cada dose de N.

Foi constatado por Smithson e Heathcote (1976) que quando ocorreu deficiência de B em algodão, a aplicação de 250 kg N ha⁻¹ reduziu o rendimento da cultura, ou seja, a resposta do N a cultura só foi obtida com uma dose maior, e quando B foi aplicado a biomassa da cultura aumentou com a mesma dose de N. A esse fato foi atribuído que o B pode melhorar a utilização de N em plantas de algodão através do aumento da translocação de compostos de N para a célula da planta.

Aquino et al. (2009), estudando a produção de biomassa do repolho em função de doses de N e espaçamento, observaram que a produção de massa seca da “cabeça” apresentou incrementos com o aumento das doses de N, sendo que o efeito foi linear até a dose máxima aplicada (300 kg N ha⁻¹), no maior e no menor espaçamento, no espaçamento intermediário 60 x 30 cm, a maior produção estimada de massa seca da “cabeça” foi obtida com a dose de 250,34 kg N ha⁻¹ e atribuiu isso ao incremento da área foliar externa a “cabeça” promovida pelo N, que resultou em maior captação de luz, e, conseqüentemente maior produção de massa seca.

Soares (2003) observou em seu trabalho que a massa seca de espigas de milho não foi influenciada significativamente em função da interação dos nutrientes N x B, e, que esta foi influenciada apenas pelas doses de N, atribuindo a produção da massa seca toda à ação do N, discordando aos dados encontrados no presente trabalho. Dupas et al. (2012) também observaram que as doses de B associadas ao N e K, não interferiram nos aspectos produtivos e morfológicos da parte aérea e das raízes nem na composição da parede celular e frações proteicas de capim Tanzânia.



$$\hat{y} = 56,0127 + 0,0556 * N + 1,8904 * B - 0,0003 * N^2 - 0,0227 * B^2 - 0,0048NB \quad R^2 = 0,29$$

Figura 6. Massa seca da “cabeça” em função da combinação das doses de N e B. Manaus, AM. UFAM, 2015.

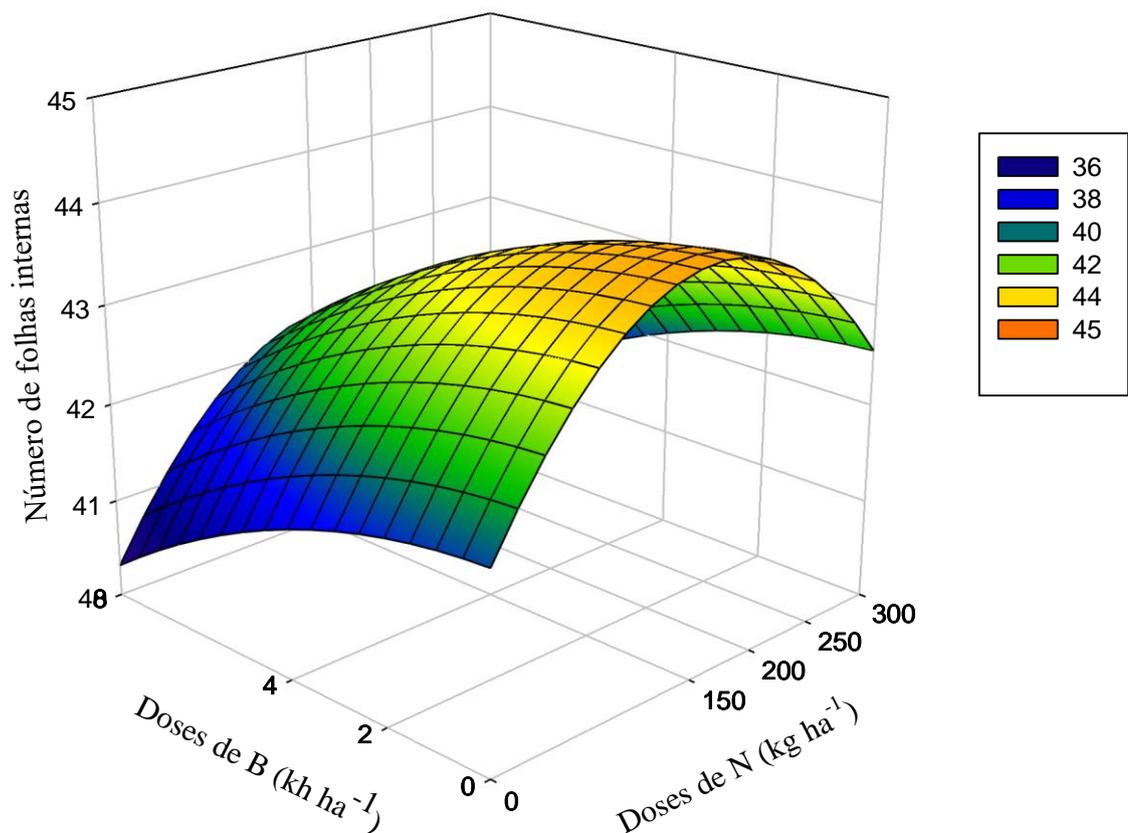
5.5 Efeito da combinação das doses de N e B no número de folhas internas

O modelo matemático que relaciona o número de folhas internas como variável dependente das doses de N x B permitem estimar que as doses de 163,02 kg N ha⁻¹ sem adição de B, promoveram o máximo número de folhas internas, e está associada ao número de 44 folhas, na ocasião da colheita (Figura 7).

Esse resultado pode ser explicado devido ao fato de que, o crescimento vegetativo independe da exigência de B pela planta, e, além disso, a presença de N pode modificar a velocidade de absorção do B devido a processos metabólicos (FAQUIN, 2005). Como o N é

um elemento móvel, este pode ser utilizado com maior eficiência pelas plantas, e o B é absorvido lentamente por ser um elemento imóvel na planta de repolho (ALVES, 2009).

Soares (2003), trabalhando com a interação de N, Zn e B no desempenho da cultura do milho, também observou resultado semelhante ao encontrado neste trabalho para interação de N x B embora seja em uma cultura diferente, sendo que esses autores observaram que houve interação significativa entre N e B de 6,1% para o número de folhas de milho e que essa variável foi influenciada significativamente por esses nutrientes em que a dose de 120 kg N ha⁻¹ proporcionou acréscimo principalmente quando utilizou-se a dose de 4 kg B ha⁻¹. E na medida em que aumentou as doses de N diminuiu o número de folhas.



$$\hat{y} = 41,9644 + 0,0244 * N - 0,0245 * B - 0,000075 * N^2 - 0,0227 * B^2 - 0,0016NB \quad R^2 = 0,094$$

Figura 7. Número de folhas internas em função da combinação das doses de N e B. Manaus, AM. UFAM, 2015.

Cavarianni (2008), avaliando o número de folhas internas de repolho, híbridos Astrus e Red Jewel em função de densidade de plantio e doses de N, observou aumento linear do número de folhas internas com aumento das doses de N, e, que a dose de 300 kg N ha⁻¹ proporcionou o maior número de folha (33,2 folhas/planta), esse resultado foi diferente ao encontrado no presente trabalho.

Araújo et al. (2011) estudando a produção de repolho em função de doses de N, observaram que a utilização de diferentes níveis de N, influenciaram significativamente o número de folhas internas aumentando linearmente. Moreira et al. (2011), também observaram que o número de folhas aumentou de forma linear em todas as doses de N, e, atribuiu isso ao efeito promovedor do N ao crescimento da planta.

Silva et al., (2012), avaliando o número de folhas internas em função de doses de B, observou efeito significativo para essa variável e ajustou-se a uma regressão linear positiva.

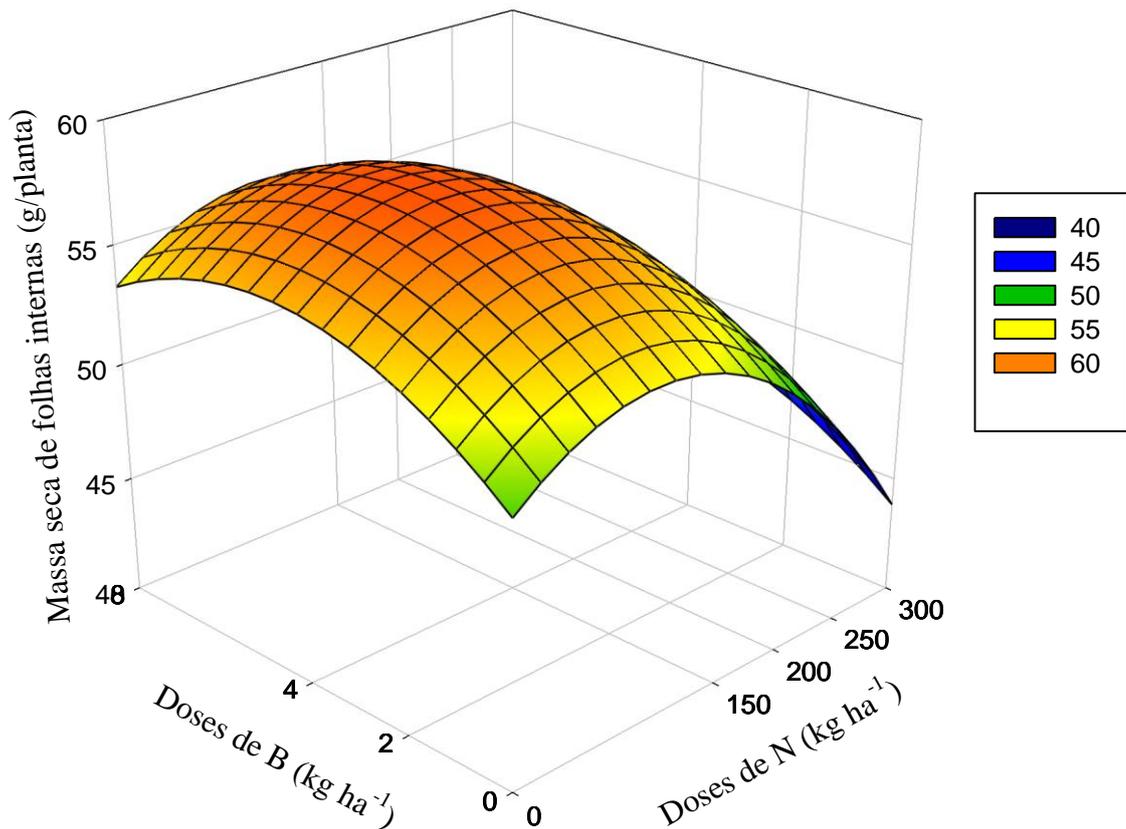
5.6 Efeito da combinação das doses de N e B na massa seca de folhas internas

Pode-se observar que a planta responde positivamente às doses de N associadas às doses de B para massa seca de folhas internas e houve ajuste dos resultados ao modelo polinomial (Figura 8). A maior produção de massa seca de folhas internas foi estimada em (58,49 g/planta) com a dose equivalente a 125,5 kg N ha⁻¹ associada à dose de 4,73 kg B ha⁻¹ e que a partir daí ocorre redução da massa seca de folhas internas.

Cavarianni (2008) avaliando a massa seca de folhas internas de repolho, híbrido “Red Jewel” em função de doses de N e densidades populacionais, observou que essa característica foi influenciada significativamente pelas doses de N e apresentou ajuste linear positivo.

Silva et al. (2012) trabalhando com a produtividade e desenvolvimento de cultivares de repolho em função de doses de B, observaram em seu trabalho que as doses de B influenciaram a massa seca de folhas internas, sendo que o incremento das doses crescentes

de B aumentaram linearmente essa variável obtendo com a dose máxima 10 kg B ha⁻¹ (57 g/planta) de massa seca de folhas internas. Entretanto, no estudo de Silva et al. (2012), não foi avaliada a interação entre N e B.



$$\hat{y} = 50,9725 + 0,0502 * N + 1,8466 * B - 0,0002 * N^2 - 0,1951 * B^2 - 0,0045NB \quad R^2 = 0,33$$

Figura 8. Massa seca de folhas internas, em função das combinações de doses de N e B. Manaus, AM. UFAM 2015.

5.7 Efeito da combinação de N e B na produtividade

O modelo matemático que relaciona a produtividade como variável dependente das doses de N e B permite inferir que a máxima produtividade foi de 87,13 t ha⁻¹ e está associada às doses equivalentes a 231,67 kg N ha⁻¹ e 1,12 kg B ha⁻¹ (Figura 9). Essa produtividade está bem acima da produtividade média de áreas assistidas pelo IDAM (2014) que foi de 35,45 t ha⁻¹.

Cavarianni (2008) avaliando densidades de plantio e doses de N no desenvolvimento e produção de repolho em condições de campo, observou produtividade máxima (72,7 t ha⁻¹) alcançada no repolho Astrus com a dose de 300 kg N ha⁻¹, e no híbrido Red Jewel a máxima produtividade, 30,2 t ha⁻¹, foi verificada na dose 218,5 kg N ha⁻¹.

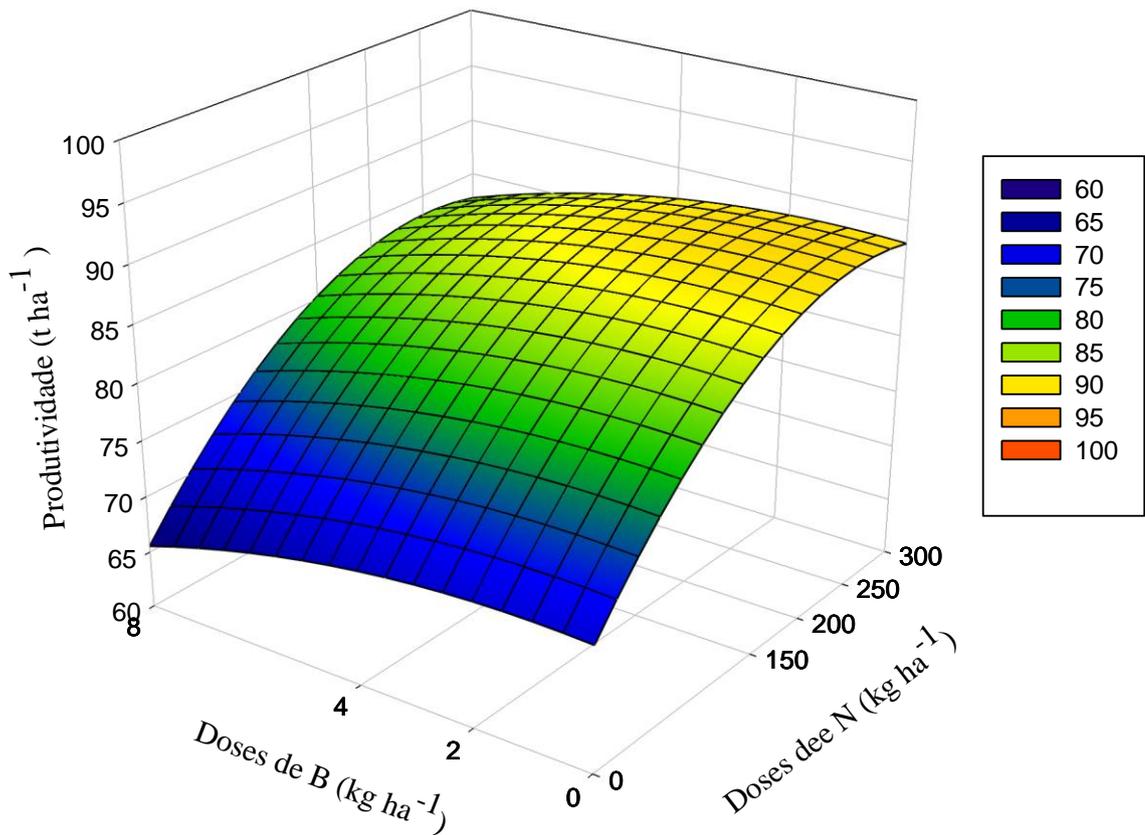
Bergamin et al. (2005) observaram resposta do repolho a adubação com B e obtiveram produtividade variando de 52,94 a 65,95 t ha⁻¹ até 8 kg B ha⁻¹ em condições de campo.

Kojoi, et al. (2009), avaliando a adubação com N e B na produção de couve-flor, observou efeito significativo da aplicação de N, dentro de cada dose de B, para a produção comercial da couve-flor, resultado semelhante ao encontrado no presente trabalho embora sejam espécies diferentes. Foi observado por esses autores, que nas áreas adubadas com 2 e 4 kg B ha⁻¹, as maiores produções comerciais foram obtidas com 180 kg N ha⁻¹, e, com a adubação de 6 kg B ha⁻¹, os níveis de N não influenciaram a produção da couve-flor.

Campagnol et al. (2009), avaliando B e N na incidência de hastes ocas e no rendimento de brócolis, não encontraram resposta significativa para interação entre esses nutrientes na produção total de brócolis mas encontraram efeito isolado apenas para o B e que esse elemento diminuiu a produção total dessa cultura.

Dourado Neto et al. (2004), também não encontraram efeito significativo para a interação de N e B na produtividade do milho mas que houve efeito isolado e significativo para as doses crescentes de N atribuindo esse efeito a falta de resposta as doses de B ao altos teores de argila e de matéria orgânica do solo (alta capacidade de adsorção do elemento e/ou à alta solubilidade da fonte utilizada (ácido bórico), a qual pode ter sido lixiviada antes de ter sido absorvida totalmente pela cultura, também atribuiu isso ao teor do elemento (0,35 mg dm⁻³) disponível no solo utilizado para a condução do experimento, o qual pode ser considerado ideal para o desenvolvimento da cultura de acordo com valores (entre 0,1 e 0,3

mg kg⁻¹). Esses resultados confirmam que a interação entre N e B é complexa e depende de vários fatores.



$$\hat{y} = 70,8819 + 0,139 * N + 0,25933 * B - 0,0003 * N^2 - 0,01159 * B^2 - 0,0102NB \quad R^2 = 0,75$$

Figura 9. Produtividade do repolho em função da combinação das doses de N e B. Manaus, AM. UFAM, 2015.

Cavarianni (2008) avaliando densidades de plantio e doses de N no desenvolvimento e produção de repolho em condições de campo observou produtividade máxima (72,7 t ha⁻¹) alcançada no repolho Astrus com a dose de 300 kg N ha⁻¹, e no híbrido Red Jewel a máxima produtividade, 30,2 t ha⁻¹, foi verificada na dose 218,5 kg N ha⁻¹.

Bergamin et al. (2005) observaram resposta do repolho a adubação com B e obtiveram produtividade variando de 52,94 a 65,95 t ha⁻¹ até 8 kg B ha⁻¹ em condições de campo.

5.8 Efeito da combinação das doses de N e B no teor de N

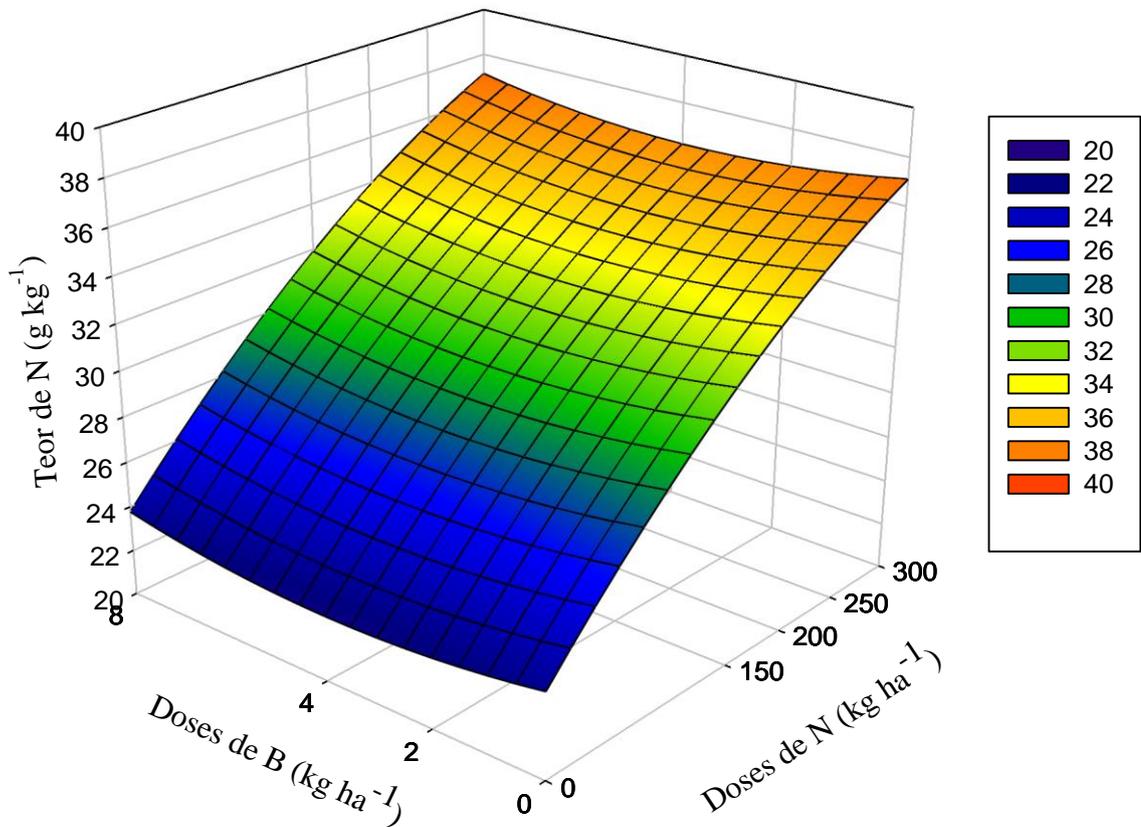
O modelo matemático ajustado para o teor de N na planta como variável dependente das doses de N e B mostrou que a medida que se aumentou as doses de N para qualquer das doses de B, ocorreu elevação do teor de N e o valor máximo atingido foi 38,7 g kg⁻¹ na dose máxima (300 kg N ha⁻¹) com a dose 3,98 kg B ha⁻¹ (Figura 10). Enquanto que para uma mesma dose de N associada a incrementos com as doses de B o teor de N decresceu (Figura 10).

Esse evento pode ter ocorrido devido ao fato de que elementos móveis tendem a se acumular nas folhas mais novas (N) e os pouco móveis (B) tendem a se acumular nas folhas mais velhas, e pelo fato de que o N pode inibir a absorção do B (MALAVOLTA et al., 2006).

Moreira et al. (2011) encontraram resposta semelhante, e observaram que o aumento do teor de N na folha do repolho se ajustou ao modelo linear com o ciclo da cultura, e, embora o presente estudo tenha sido avaliado o teor de N na “cabeça”, este, por sua vez, está dentro da faixa considerada adequada por Trani e Rajj (1996) para os teores de N nas folhas diagnósticas do repolho entre (30 a 50 g kg⁻¹).

Aquino et al. (2009) também encontraram resposta linear em relação ao N-total nas folhas da “cabeça” de repolho na colheita com aumento das doses de N aplicadas, e atribuiu esse efeito, em parte, a maior disponibilidade de N por planta, e parte pela maior área foliar no maior espaçamento.

Kojoi et al. (2009), observaram que o teor de N nas folhas de couve-flor, não foi influenciado pela interação de N x B. Discordando dos resultados encontrados no presente trabalho.



$$\hat{y} = 23,7563 + 0,0639 * N - 0,4498 * B - 0,0000644 * N^2 + 0,0565 * B^2 - 0,0013NB \quad R^2 = 0,84$$

Figura 10. Teor de N em função da combinação das doses de N e B. Manaus, AM. UFAM, 2015.

No entanto, Campagnol et al. (2009) observaram que os teores foliares de N na cultura do brócolis aumentaram com a adubação nitrogenada sendo que a resposta foi de forma linear, embora não tenha ocorrido interação entre os elementos N e B, a resposta para o efeito significativo de N está de acordo com os resultados obtidos nesse trabalho, de que a resposta ao aumento no teor de N é toda creditada ao incremento das doses de N, demonstrando mais uma vez que a interação entre esses elementos é complexa.

CONCLUSÕES

1) Para a classificação do peso, altura e diâmetro transversal da “cabeça”, massa fresca e seca de folhas externas e altura da planta as doses variaram de 250 a 300 kg N ha⁻¹, não houve resposta a B para estas características.

2) As maior concentração de N foi encontrada com a dose 3,98 kg B ha⁻¹ e 300 kg N ha⁻¹ e as maiores concentrações de B variou de 40,41 a 43,75 mg B kg⁻¹ e foram encontradas com as doses 5,3 kg B ha⁻¹ e 300 kg N ha⁻¹.

3) A combinação que promoveu a máxima eficiência física foi a de 230 kg N ha⁻¹ e 1,12 kg B ha⁻¹ respectivamente, com produtividade estimada em 87,13 t ha⁻¹.

REFERÊNCIAS

- ABCSEM, 2014. **2º Levantamento de dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil**. Disponível em: < <http://www.abcsem.com.br> > Acesso em: 21 ago. 2015.
- ALMEIDA FILHO, H. C. de. **Produção e qualidade de mudas de repolho utilizando dois tipos de águas e dois substratos**. 2009. 37p. Monografia (Bacharel em Engenharia Agrônoma) – Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba.
- ALVARES, M. C.; OLIVEIRA, S. A.; MATTOS, J. K.; MESQUITA FILHO, M. V. Resposta do repolho à adubação com bórax. **Horticultura brasileira**, v. 3, p. 18-21, 1985.
- ALVAREZ V, V. H. **Avaliação da fertilidade do solo: (Superfície de resposta – Modelos aproximativos para expressar a relação fator-resposta)**. Viçosa: UFV, 1985. 75p.
- ALVES, A. U. **Absorção e mobilidade do boro em plantas de repolho e de couve-flor**. 2009. 64 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS. **Brazilian Vegetable Yearbook**. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 2013. 88p.
- AQUINO, L. A.; PUIATTI, M.; PEREIRA, P. R. G.; PEREIRA, F. H. F.; CASTRO, M. R. S.; LADEIRA, I. R. Características produtivas do repolho em função de espaçamentos e doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 2, p. 266-270, 2005.
- AQUINO, L. A. D.; PUIATTI, M., LÉLIS, M. M.; PEREIRA, P. R. G.; PEREIRA, F. H. F. Produção de biomassa, teor e exportação de macronutrientes em plantas de repolho em função de doses de nitrogênio e de espaçamentos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 5, p. 1295-1300, 2009.
- ARAÚJO, M. S. B.; LIMA JUNIOR, J. A. Produção de repolho em função de doses de nitrogênio. In: 9º Seminário Anual de Iniciação Científica, 2011, Belém – PA. **Anais do 9º Seminário Anual de Iniciação Científica**, 2011.
- BERGAMIN, L. G.; CRUZ, M. C. P.; FERREIRA, M. E.; BARBOSA, J. C. Produção de repolho em função da aplicação de boro associada a adubo orgânico. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 2, p.311-315, 2005.
- CAMPAGNOL, R.; NICOLAI, M.; MELLO, S. C.; ABRAHÃO, C.; BARBOSA, J. C. Boron and nitrogen on hollow stem and yield of broccoli. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 6, p. 1477-1485, 2009.
- CARDOSO, M. O. Avaliação de repolhos de verão na várzea do estado do Amazonas. **Horticultura Brasileira**, v. 17, n. 1, p. 51-53, 1999.

CARDOSO, M. O.; MARTINS, G. C. Avaliação de cultivares/híbridos de repolho (*Brassica oleracea* var. capitata) em ecossistema de terra firme no estado do Amazonas. **EMBRAPA-CPAA**, 1997. 4p.

CARNEIRO, I. F., ALMEIDA NETO, J. X.; NEVES, R. V.; CHAVES, L. J. Efeito de diferentes níveis de boro, na presença e ausência de matéria orgânica, na cultura do repolho (*Brassica oleracea* var. capitata). **Anais das Escolas de Agronomia e Veterinária**, v. 25, n. 1, p. 1-11, 1995.

CAVARIANNI, R. L. **Densidade de plantio e doses de nitrogênio no desenvolvimento e produção de repolho**. 2008. 113p. Tese (doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

CERETTA, C. A.; SILVA, L. S da; PAVINATO, A. Manejo da adubação. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p. 851-871, 2007.

FONTES, P. C. R. Repolho. In: **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 5ª Aproximação**. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – CFSEMG, p. 203, 1999.

CRAVO, M. S.; SMYTH, T. J.; BRASIL, E. C. Calagem em Latossolo Amarelo Distrófico da Amazônia e sua influência em atributos químicos do solo e na produtividade de culturas anuais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 3, p. 895-907, 2012.

DOMINGUES NETO, F. J.; SILVA, G. P. P.; SANTOS, T.; RESENDE, F. V.; VIDAL, M. C. Cultivares e híbridos de repolho para produção orgânica no verão do Distrito Federal. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 3, 2014.

DOURADO NETO, D.; FAVARIN, J. L.; MANFRON, P. A.; PILAU, F. G.; SOARES, M. A.; BONNECARRÈRE, R. A. G.; OHSE, S. Efeito de boro e nitrogênio na cultura do milho. **INSULA Revista de Botânica**, v. 33, p. 51-67, 2004.

DUPAS, E. **Nitrogênio, potássio e boro: aspectos produtivos, morfológicos, nutricionais e frações fibrosas e proteicas do capim-Tanzânia**. 2012. 89p. Tese (Doutorado em Ciências, Área de concentração: Solo e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional das hortaliças**. UFLA: FAEPE, 2004.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 186p.

FERREIRA, D. F. **Sisvar versão 4.3**. Lavras: UFLA, Software, 2003.

FERREIRA, W. R.; RANAL, M. A.; FILGUEIRA, F. A. R. Fertilizantes e espaçamento entre plantas na produtividade da couve-da-Malásia. **Horticultura brasileira**, v. 20, n. 4, p. 635-640, 2002.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2003. 412p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV. 2008, 421p.

FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 52p. (Boletim técnico, 180), 1999.

GARCIA, L. L.; HAAG, H. P.; MINAMI, K.; DECHEN, A. R. Nutrição mineral de hortaliças. **XL. Concentração e acúmulo de micronutrientes em alface (*Lactuca sativa* L.) cv Brasil**, v. 48, p. 485-504, 1982.

GONDIM, A. **Catálogo Brasileiro de Hortaliças: saiba como plantar e aproveitar 50 das espécies mais comercializadas no país**. Embrapa Hortaliças: SEBRAE, 2010. 60p.

HAYNES, R. J. **Mineral nitrogen in the plant-soil system**. Orlando: Academic Press, 1986. 483p.

IDAM - Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas. **Relatório de Acompanhamento Trimestral 2014. Cultura: repolho**. Manaus: IDAM 2014.

KERN, D. C.; COSTA, M. L. Composição química de solos antropogênicos desenvolvidos em Latossolo Amarelo derivados de lateritos. **Geociências**, v. 16, p. 141-156, 1997.

KOJOI, C.; MELLO, S. C.; CAMARGO, M. S.; FAGAN, E. B.; RIBEIRO, M. F. Adubação com nitrogênio e boro na incidência de hastes ocas e na produção de couve-flor. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 33, n. 1, p. 13-17, 2009.

LENOBLE, M. E.; BLEVINS, D. G.; MILES, R. J. Boro extra mantém crescimento radicular sob condições de alumínio tóxico. **Informações agronômicas**, v. 92, p. 3-4, 2000.

LIMA, E. N.; TUCCI, C. A. F. Gênese e Classificação de Solos. In: **Coleção Ciências Agrárias EaD**. Manaus: UFAM/EDUA, p. 143-2000, 2009.

LOPES, A. S. Micronutrientes: filosofias de aplicação, fontes, eficiência agrônômica e preparo de fertilizantes. In: **1º Simpósio sobre micronutrientes na agricultura**. Jaboticabal. Anais... Piracicaba, POTAFOS/CNPQ, p. 357-390, 1991.

LUZ, F. J. F.; SABOYA, R. C. C.; PEREIRA, P. R. V. S. O cultivo do repolho em Roraima. **Circular Técnica**, v. 7, 2002. 17p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de Nutrição Mineral de Plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

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

MALAVOLTA, E; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, A. S. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, p. 231-305, 1997.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plant**. 2. ed. New York: Academic Press, 1995. 889 p.

MELO, P. C. T., VILELA, N. J. Importância da cadeia produtiva brasileira de hortaliças. **Associação Brasileira de Horticultura**, 2007. 11p.

MOREIRA, A.; FAGERIA, N. K. Soil chemical attributes of Amazonas state, Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 40, n. 17-18, p. 2912-2925, 2009.

MOREIRA, M. A.; VIDIGAL, S. M. Evolução das características da planta associadas à nutrição nitrogenada de repolho. **Ceres**, p. 243-248, 2011.

MOREIRA, M. A.; VIDIGAL, S. M.; SEDIYAMA, M. A. N.; SANOS, M. R. Crescimento e produção de repolho em função de doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 1, p. 117-121, 2011.

MUNIZ, J. O. L. Avaliação de cultivares e híbridos de repolho. **Horticultura Brasileira**, v. 6, p. 14-15, 1988.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

NODA, H. Cultura de repolho (*Brassica oleracea* var. capitata), em Manaus. In: PAHLEN, A. V. D.; KERR, W. E.; PAIVA, W. O.; RAHMAN, F. V.; YAYAMA, K. **Introdução à horticultura e fruticultura no Amazonas**. Instituto Nacional de Pesquisa do Amazonas, p. 73-77, 1979.

NUNES, T. C. F. **Avaliação dos efeitos da radiação gama em vegetais da espécie *Brassica oleracea* e minimamente processados**. 2009. 102p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Centro de Tecnologia das Radiações, Universidade de São Paulo, São Paulo.

PIMENTEL, A. A. M. Pantoja. **Olericultura no trópico úmido hortaliças na Amazônia**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres. 1985. 322p.

PIZETTA, L. C.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; BARBOSA, J. C. Resposta de brócolis, couve-flor e repolho à adubação com boro em solo arenoso. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 51-56, 2005.

REIGADO, F. R.; VIDIGAL, S. M.; SILVA, T. A. O. S.; MOREIRA, M. A.; SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, M. R. S. Estado nutricional nitrogenado do repolho em função de doses de nitrogênio em cobertura. **EPAMIG**, 2007.

REIS, A.; MADEIRA, N. R. Diagnóstico dos principais problemas no cultivo de hortaliças no Estado do Amazonas. Circular Técnica. **Embrapa Hortaliças**, n. 82, 2009. 12p.

RESENDE, G. M. de. **Características produtivas, qualidade pós colheita e teor de nutrientes em alface americana (*Lactuca sativa* L.) sob doses de nitrogênio e molibdênio, em cultivo de verão e de inverno.** 2004. 133p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.

SILVA JÚNIOR, A. A. **Repolho: fitologia, fitotecnia, tecnologia alimentar e mercadologia.** Florianópolis: EMPASC, 1989, 295p.

SILVA JÚNIOR, A. A. Efeitos de adubação mineral e orgânica em repolho. **Agropecuária Catarinense**, v. 4, n. 1, p. 53-56. 1991.

SILVA, K. S.; SANTOS, E. C. M.; BENETT, C. G. S.; LARANJEIRA, L. T.; EBERHARDT NETO, E.; COSTA, E. Produtividade e desenvolvimento de cultivares de repolho em função de doses de boro. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 520-525, 2012.

SILVA, J. P. da. **Método de cultivo e sanitização na pós-colheita de repolho híbrido ‘Fuyutoyo’.** 2013. 85p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

SILVA, L. M.; BASÍLIO, S. A.; SILVA JUNIOR, R. L.; NASCIMENTO, M. V.; BENETT, C. G. S.; BENETT, K. S. S. Aplicação de ácido bórico sobre as características produtivas do repolho em diferentes épocas. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 1, n. 2, p. 26-34, 2014.

SMITHSON, J. B.; HEATHCOTE, R. G. A. New recommendation for the application of boronated superphosphate to cotton in North Eastern and Benue Plateau States [Nigeria]. **Samaru Agricultural Newsletter**, 1976.

SOARES, M. A. **Influência de nitrogênio, zinco e boro e de suas respectivas interações no desempenho da cultura de milho (*Zea mays* L.).** 2003. 92p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 719p.

TRANI, P. E.; RAIJ, B. V. Hortaliças. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C.(Eds.) **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo.** 2. ed. Campinas: IAC, p. 157-186, 1996.

TUCCI, C. A. F. **Estimativa da necessidade de calagem para solos da Amazônia.** 1996. 46p. Tese (Professor Titular) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas.

VIDIGAL, S. M.; PEREIRA, P. R. G.; PEDROSA, M. W. Repolho. In: PAULA JÚNIOR, T. J.; VENZON, M. (coord.). **101 Culturas: manual de tecnologias agrícolas.** Belo Horizonte: EPAMIG. p. 655-674, 2007.

VOLKWEISS, S. J. **Fontes e métodos de aplicação: Micronutrientes na agricultura.** Piracicaba: Potafos, p. 391-409, 1991.

APÊNDICE

Tabela 1A: Resumo da análise de variância da área da planta (ARP), altura da planta (ALP), altura da “cabeça” (ACB), diâmetro da “cabeça” (DCB), compacidade (COMP), número de folhas externas (NFE), massa fresca de folhas externas (MFE) e massa seca de folhas externas (MSFE) de plantas de repolho. Manaus, AM. UFAM, 2015.

Quadrado Médio									
F. V.	G. L.	ARP	ALP	ACB	DCB	COMP	NFE	MFE	MSFE
BLOCO	3	5,59 ^{ns}	2,08 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,21 ^{ns}	1,38 ^{ns}	0,61 ^{ns}	19,67 ^{ns}
N	4	19,48*	7,62*	1,12**	5,77**	1,92**	2,70 ^{ns}	0,45**	92,42**
B	3	48,49**	1,08 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,60 ^{ns}	5,91**	1,75 ^{ns}	0,3 ^{ns}	53,24 ^{ns}
N*B	12	7,8 ^{ns}	2,79 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,24 ^{ns}	2,92 ^{ns}	0,72 ^{ns}	25,91 ^{ns}
RESÍDUO	57	6,62	2,48	0,28	0,44	0,21	1,94	0,5	21,31
CV%		4,44	6,66	4,49	4,43	22,91	10,44	14,51	9,83

^{ns}Não significativo; ** e * Significativo a 1 e 5 % de probabilidade pelo teste F respectivamente.

Tabela 2A: Resumo da análise de variância do número de folhas internas (NFI), massa seca de folhas internas (MSI), peso da “cabeça” (PCB), massa seca da “cabeça” (MSCB), massa seca da raiz (MSR) e teor de nitrogênio (TEORN) e boro (TEORB) das folhas de repolho. Manaus, AM. UFAM, 2015.

Quadrado Médio									
F.V.	G.L.	NFI	MSI	PCB	MSCB	MSR	PROD	TEORN	TEORB
BLOCO	3	0,83 ^{ns}	12,31 ^{ns}	0,69 ^{ns}	12,56 ^{ns}	2,91 ^{ns}	180,13 ^{ns}	1,75 ^{ns}	25,20 ^{ns}
N	4	75,92**	209,66*	0,13**	192,14*	2,35 ^{ns}	2755,22*	448,10**	1159,78**
B	3	11,38*	82,91 ^{ns}	0,19 ^{ns}	81,96 ^{ns}	7,17 ^{ns}	1175,34 ^{ns}	8,30 ^{ns}	1457,45**
N*B	12	43,14**	165,70**	0,16**	178,77**	4,76 ^{ns}	2563,56**	25,10**	133,18 ^{ns}
RESÍDUO	57	3,36	64,67	0,77	66,68	2,91	956,23	7,5	82,31
CV%		4,31	15,53	8,87	14,23	13,24	14,23	8,81	28,23

^{ns}Não significativo; ** e * Significativo a 1 e 5 % de probabilidade pelo teste F respectivamente.