

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

DENSIDADES DE PLANTIO E DOSES DE NITROGÊNIO NO
DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE REPOLHO

Rodrigo Luiz Cavarianni

Orientador: Prof. Dr. Arthur Bernardes Cecílio Filho

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Produção Vegetal).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Julho de 2008

C376d Cavarianni, Rodrigo Luiz
Densidade de plantio e doses de nitrogênio no desenvolvimento e produção de repolho / Rodrigo Luiz Cavarianni – Jaboticabal, 2008
ix, 111 f. : il. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2008
Orientador: Arthur Bernardes Cecílio Filho
Banca examinadora: Antonio Ismael Inácio Cardoso, José Carlos Barbosa, Mara Cristina Pessoa da Cruz e Simone da Costa Mello.
Bibliografia

1. *Brassica oleracea* var. *capitata*. 2. Nitrogênio-repolho. 3. densidade-repolho. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 635.34

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

RODRIGO LUIZ CAVARIANNI – nascido aos 10 de novembro de 1974, filho do comerciante Luiz Antônio Cavarianni e da dona de casa Sônia Sueli Ferreira Aguillar. É natural de Olímpia-SP. Concluiu o 2º Grau em São José do Rio Preto pela Escola de Primeiro e Segunda Grau Cidade de Rio Preto, em dezembro de 1992. Iniciou o curso de Engenharia Civil na Fundação Estadual Paulista de Lins-SP, em fevereiro de 1995, onde permaneceu até agosto de 1997. Iniciou o Curso de Agronomia em fevereiro de 1998 na FCAV-UNESP Jaboticabal, obtendo o título de Engenheiro Agrônomo em janeiro de 2003. Em março de 2003 iniciou o Curso de Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal), na FCAV-UNESP, Câmpus de Jaboticabal, tendo concluído em julho de 2004. Em agosto de 2004 iniciou o Curso de Doutorado em Agronomia (Produção Vegetal), na FCAV-UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

Ofereço

*Aos meus pais Sônia e Luiz, e aos meus
avós Orlando, Emília e Luiza pela força,
carinho e compreensão.*

Dedico

*Ao meu avô Luiz Cavarianni (in memorian), responsável pelo
início desta caminhada.*

*Agradeço à Deus
pela força, saúde e amigos
que colocou em meu caminho.*

Agradecimentos Especiais

*Ao Professor Dr. Arthur Bernardes Cecílio Filho pela compreensão,
paciência e orientação muito importantes nesta caminhada
profissional e pessoal.*

*À minha esposa,
Janicéli Rosa, companheira de
todas as horas.*

*Tu te tornas
eternamente responsável
por aquilo que cativas
(Antoine de Saint-Exupéry)*

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, pelas condições oferecidas, indispensáveis para o sucesso do curso.

Ao CNPq, pela concessão de bolsa de estudo.

À Fapesp, pelo financiamento da pesquisa.

Aos professores: Dr^a Simone da Costa Mello, Dr. Antonio Ismael Inácio Cardoso, Dr^a Mara Cristina Pessôa da Cruz e Dr. José Carlos Barbosa pelas valiosas e oportunas sugestões da banca examinadora da tese.

Aos professores Dr. Renato de Mello Prado, Dr Edson L. M. Coutinho, Dr. Jairo O. Cazetta e Dr. José Carlos Barbosa pela participação e sugestões no exame de qualificação.

Aos funcionários do Setor de Olericultura, Srs. João, Inauro, Cláudio e Tiago, pela amizade, ensinamentos e dedicação.

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal, em especial aos Sr. Wagner e as Sras. Sidnéia e Nádia pelo apoio.

Aos amigos Ramilo, Leandra, Daniel e Walkíria pela compreensão e amizade nos momentos difíceis.

Aos colegas de universidade Gustavo, Júlio, Diego e Pablo pela condução do experimento.

À família Rosa, Sr. João, Sra. Marta, Janaina e Jamira pelo apoio e acolhida sempre que precisei.

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	02
2.1 Nitrogênio.....	02
2.2 Densidade populacional.....	04
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	07
3.1 Localização e caracterização da área experimental.....	07
3.2 Tratamentos e delineamento experimental.....	08
3.3 Instalação e condução do experimento.....	10
3.4 Características avaliadas.....	12
3.5 Análise estatística.....	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
4.1 Repolho verde, híbrido Astrus.....	17
4.1.1 Crescimento, marcha de acúmulo e exportação de Macronutrientes.....	17
4.1.1.1 Crescimento.....	17
4.1.1.2 Marcha de acúmulo de macronutrientes.....	22
4.1.1.3 Exportação de macronutrientes.....	41
4.1.2 Número de folha externa e interna.....	43
4.1.3 Matéria seca de folha externa e interna.....	46
4.1.4 Diâmetro e matéria seca do caule.....	51

4.1.5 Diâmetro transversal e longitudinal da cabeça.....	54
4.1.6 Matéria fresca da cabeça e produtividade.....	57
4.2 Repolho roxo, híbrido Red Jewel.....	62
4.2.1 Crescimento, marcha de acúmulo e exportação de Macronutrientes.....	62
4.2.1.1 Crescimento.....	62
4.2.1.2 Marcha de acúmulo de macronutrientes.....	67
4.2.1.3 Exportação de macronutrientes.....	84
4.2.2 Número de folha externa e interna.....	86
4.2.3 Matéria seca de folha externa e interna.....	90
4.2.4 Diâmetro e matéria seca do caule.....	94
4.2.5 Diâmetro transversal e longitudinal da cabeça.....	97
4.2.6 Matéria fresca da cabeça e produtividade.....	100
5 CONCLUSÕES.....	104
6 REFERÊNCIAS.....	106

DENSIDADES DE PLANTIO E DOSES DE NITROGÊNIO NO DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE REPOLHO

RESUMO: Com objetivo de avaliar as interações entre densidades populacionais e doses de nitrogênio na produção, desenvolvimento, marcha de acúmulo e exportação de macronutrientes foi realizado experimento em Jaboticabal (SP) entre o período de fevereiro a junho de 2004. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 4 com três repetições. Os fatores avaliados foram: duas densidades populacionais (31.250 e 46.875 plantas/ha) e quatro doses de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹) em dois híbridos de repolho, Astrus (liso verde) e Red Jewel (roxo). Nos dois híbridos, com exceção da produtividade, verificou-se superioridade do tratamento menos adensado sobre o mais adensado. A produtividade máxima (72,7 t ha⁻¹) foi alcançada no repolho Astrus com a dose de 300 kg ha⁻¹ de N, no híbrido Red Jewel a máxima produtividade, 30,2 t ha⁻¹, foi verificada na dose 218,5 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Quanto à marcha de acúmulos e exportação de nutrientes, foi verificada, em média, maior acúmulo (g/planta) nos tratamentos menos adensados, entretanto maior quantidade acumulada (kg ha⁻¹) foi observada nos tratamentos mais adensados. Em todos os nutrientes houve resposta da adubação nitrogenada em relação a não aplicação de N. A seqüência decrescente de acúmulo no repolho 'Astrus' foi Ca, N, K, Mg, P e S, e no repolho 'Red Jewel' Ca, N, K, P, S e Mg.

Palavras-chave: *Brassica oleracea* var. *capitata*, espaçamento, adubação nitrogenada.

PLANTING DENSITY AND NITROGEN RATE FOR THE DEVELOPMENT AND PRODUCTION OF CABBAGE

ABSTRACT: With the purpose of evaluating the interactions between plant population densities and nitrogen rates on the production, development, accumulation pattern and exportation of macronutrients, an experiment was conducted in Jaboticabal (SP) from February to June 2004. The experiment was carried out in a randomized block design, in a 2 x 4 factorial scheme, with three repetitions. Two plant population densities (31,250 and 46,875 plants/ha) and four nitrogen rates (0, 100, 200 and 300 kg ha⁻¹) were the factors studied for two cabbage hybrids, Astrus (smooth green) and Red Jewel (red). For both hybrids, with the exception of yield, it was observed that the treatment with lower plant population was superior to the treatment with higher plant population. Maximum yield (72.7 t ha⁻¹) for the cabbage Astrus was attained at 300 kg ha⁻¹ N rate, while the maximum yield of 30,2 t ha⁻¹ for the hybrid Red Jewel was observed 218,5 kg ha⁻¹ of N. With regard to the accumulation pattern and exportation of nutrients, greater accumulation (g/plant) was observed, on average, for treatments with lower plant population, although treatments with higher plant population accumulated higher amounts (kg ha⁻¹). All nutrients responded to Nitrogen fertilization in comparison to when zero N was applied. The decreasing order of accumulation for the cabbage 'Astrus' was Ca, N, K, Mg, P and S, and for the cabbage 'Red Jewel' Ca, N, K, P, S and Mg.

Key-words: *Brassica oleracea* var. *capitata*, spacing, nitrogen fertilization.

1 INTRODUÇÃO

Entre as espécies da família Brassicaceae, o repolho pode ser considerado a mundialmente de maior expressão. No Estado de São Paulo é uma das principais brássicas em cultivo, sendo comercializadas, na CEAGESP, em 2006, 56.978 toneladas de repolho verde e 4.372 t de repolho roxo.

Apesar de sua importância, pesquisas sobre o manejo da cultura são escassas. No Congresso Brasileiro de Olericultura, em 2007, dos 835 trabalhos apresentados, 2,4% foram relativos à cultura do repolho.

Entre os muitos fatores que influenciam a produtividade da cultura e a qualidade do repolho estão a densidade populacional e a adubação, principalmente a nitrogenada; os quais, sabe-se, interagem entre si, com o ambiente de cultivo e as cultivares.

Desta forma, objetivou-se avaliar a interação existente entre densidades populacionais e doses de nitrogênio sobre o desenvolvimento e produção de híbridos de repolho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Nitrogênio

A exigência das culturas em nitrogênio está relacionada com a velocidade de crescimento, com a produtividade e é dependente de fatores como solo, luz, temperatura e precipitação (MALAVOLTA, 1981). Em geral, o teor de nitrogênio varia de 20 a 50 g kg⁻¹ nos tecidos vegetais (FAQUIN, 1994), e pode alterar a composição da planta mais do que qualquer outro nutriente mineral (MARSCHNER, 1995).

Após sua metabolização na planta, cerca de 90%, encontra-se na forma orgânica e desempenha função estrutural, como constituinte de compostos orgânicos ou de enzimas (PRADO, 2004).

Em repolho, o nitrogênio é o segundo nutriente acumulado em maior quantidade (BORA et al., 1992; PACHECO, 1996 e FILGUEIRA, 2000) com destacada importância para a formação do produto comercial (SILVA JUNIOR, 1991). AQUINO et al. (2005b) observaram aumento na matéria fresca e no teor de proteína do repolho quando maiores doses de N foram fornecidas à planta. Segundo TRANI et al. (1999), as espécies da família Brassicaceae apresentam grande capacidade de resposta à

adubação nitrogenada, verificando-se aumentos na produtividade das culturas com até 300 kg ha⁻¹ de N.

Quando em deficiência, ocorre diminuição drástica no teor de carboidratos e de proteínas na planta (MARSCHNER, 1995). Em repolho, a deficiência de nitrogênio reduz muito a produção, atrasa a maturação e prejudica o sabor (NOGUEIRA et al., 1983). Por outro lado, o excesso de nitrogênio tem efeito positivo no acúmulo de nitrato, em especial nas folhosas como o repolho (KOWAL & BARKER, 1979 e AQUINO et al., 2005b), na contaminação de águas subterrâneas (SCHARPH, 1991; PACHECO, 1996), no prolongamento do ciclo cultural, na redução dos teores de carboidratos e de vitamina C (PACHECO, 1996; TORRES, 1999; FILGUEIRA, 2000), na ocorrência de doenças; no aumento do índice de cabeças de repolho rachadas, fofas e leves, e na redução do período de conservação pós-colheita (NOGUEIRA et al., 1983; SILVA JUNIOR, 1991). Segundo HARA & SONODA (1979) e PECK (1981), um dos problemas mais comuns devido ao excesso de nitrogênio é a rachadura do repolho.

SILVA JUNIOR (1991) avaliou os efeitos da adubação mineral e orgânica em repolho, concluiu que a adubação nitrogenada diminuiu a compacidade da cabeça em 36% em relação à testemunha (ausência de adubação nitrogenada), se utilizada isoladamente, sem adubação orgânica.

PECK (1981) avaliou a resposta de repolho, na densidade de 40.000 plantas/ ha, às doses de 0, 150 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio com diferentes formas de parcelamento, e observou aumento na matéria fresca por planta de 1,25 kg, na menor dose, e de 3,1 kg na dose de 300 kg de N, sendo que o maior acúmulo de N foi 7,67 g/planta. Já OLIVEIRA et al. (2003), trabalhando com repolho, híbrido Astrus, observaram que na

dose de 36 t ha⁻¹ de cama aviária, foi obtido o maior peso de cabeça (1,58 g/planta) o acúmulo de N foi 2,45 g/planta.

As doses de nitrogênio recomendadas na literatura para a cultura de repolho variam de 75 a 260 kg ha⁻¹ (BORA et al., 1992; RAIJ et al., 1997; FILGUEIRA, 2000). Contudo, resultados de pesquisa para subsidiarem recomendações de adubação nitrogenada para cultivares híbridas, de elevado potencial produtivo e disponibilizadas recentemente aos produtores são escassos.

2.2 Densidade populacional

A atual situação do setor agrícola é caracterizada pela tentativa de otimização dos recursos produtivos, em especial água, luminosidade e nutrientes, fatores que podem ser relacionados ao uso racional do espaço (MAY & CECÍLIO FILHO, 2000). A densidade de plantio é um fator do meio que pode influenciar na qualidade e produtividade da cultura (LUCCHESI & MINAMI, 1976 e LARCHER, 1986).

Em geral, uma cultura com menor densidade de plantas é menos produtiva do que com maior densidade. Entretanto, se as plantas estiverem muito próximas e a folhagem se sobrepuser em grande extensão, nestes lugares a fotossíntese será deficiente e, conseqüentemente, a produtividade da cultura diminuirá (LARCHER, 1986). Pela mesma razão, AQUINO et al. (2005a) verificaram que alterações no espaçamento influenciaram a assimilação de N e acúmulo de nitrato pela planta de repolho. Enfim, estuda-se a densidade de plantio para determinar o número de plantas capaz de explorar eficientemente a área cultivada (MUNDSTOCK, 1977). A densidade

adequada será consequência da interação de cultivar com as condições edafoclimáticas do cultivo e técnicas de manejo cultural (PAULA, 2002).

O adensamento da cultura do repolho proporciona produção de “cabeças” mais compactas (SILVA JUNIOR, 1987), que atendem melhor às exigências do mercado consumidor e apresentam entre 1,0 a 1,5 kg (SILVA JUNIOR et al., 1988; LÉDO et al., 2000).

Os espaçamentos mais recomendados para a cultura do repolho variam de 70 a 80 cm entre linhas e de 30 a 50 cm entre plantas, em fileiras simples (PACHECO, 1996; FILGUEIRA, 2000; LÉDO et al. 2000). Contudo, segundo FILGUEIRA (2000), objetivando-se repolhos menores é recomendado utilizar fileiras duplas, com 80 cm entre fileiras duplas, 30 cm entre as duas fileiras da dupla e 30 cm entre plantas, com disposição em triângulo. Este mesmo autor afirma que espaçamentos largos ocasionam a produção de repolhos maiores.

Avaliando espaçamentos e doses de nitrogênio, AQUINO et al. (2005b) observaram que a redução no espaçamento proporcionou menores matéria fresca, diâmetros transversal e longitudinal, teores de nitrato e de proteína do repolho, além de maior perda de matéria na pós-colheita.

REGHIN et al. (2007), avaliando espaçamentos de 20, 25, 30 e 40 cm entre plantas, no híbrido de repolho Sekai, relatam que maior matéria fresca da cabeça (1,52 kg/planta) foi alcançada no espaçamento de 40 cm. No entanto a maior produtividade (90,9 t ha⁻¹) foi verificada para o espaçamento de 20 cm, com cabeças de 1,12 kg/planta.

A alteração na densidade de plantio promove, portanto, expressivas transformações na planta, que por sua vez, modificam a demanda por nutrientes. A melhor compreensão desta interação permite melhorar o manejo da cultura, objetivando maior produtividade, com melhor qualidade da hortaliça e menor impacto ambiental.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

Foram realizados dois experimentos simultaneamente, instalados em condições de campo, em área experimental do Setor de Olericultura e Plantas Aromático-Medicinais, que pertence ao Departamento de Produção Vegetal, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, *Campus* de Jaboticabal – UNESP, no período de 18/02 a 02/06/2004.

O clima da região de Jaboticabal é subtropical com chuvas de verão, inverno relativamente seco, com precipitação pluvial média de 1424,6 mm anuais e temperatura média anual de 22,2°C, temperatura máxima média anual de 28,9°C e mínima anual de 16,8°C (ESTAÇÃO AGROCLIMATOLÓGICA, 2003). Os dados climáticos no período de condução do experimento estão apresentados na Tabela 1.

O solo da área onde foi instalado o experimento, segundo levantamento efetuado por ANDRIOLI & CENTURION (1999), foi classificado como sendo um (LR) Latossolo Roxo Eutrófico (LR), A moderado, textura muito argilosa, caulinítico, hipoférico, relevo suave ondulado ou ondulado.

Tabela 1. Temperatura máxima (T_{máx.}), temperatura mínima (T_{mín.}), temperatura média (T_{méd.}), umidade relativa do ar (U.R.), precipitação, número de dias com chuva (ND) e Insolação.

ANO	MÊS	T máx.	T mín.	T med.	U.R.	Precipitação	ND	Insolação
			(°C)		(%)	(mm)		(h)
2004	JAN.	30,1	19,9	24,0	79,4	423,4	18	192,7
	FEV.	29,9	19,4	23,7	79,3	313,7	15	205,1
	MAR.	30,7	18,3	23,4	75,0	48,2	9	256,6
	ABR.	29,7	18,1	22,8	77,6	94,3	9	220,8
	MAI.	25,4	14,1	18,7	80,1	84,9	11	182,2
	JUN.	25,6	13,0	18,1	76,8	28,8	7	218,4
	JUL.	25,3	12,5	17,8	73,8	39,0	5	246,7

* Os dados meteorológicos foram obtidos da estação Agroclimatológica do Departamento de Ciências Exatas, da UNESP, *Campus* de Jaboticabal.

O solo foi amostrado na camada de 0 a 0,20 m, sendo analisado segundo métodos descritos por RAIJ et al. (1987). Os valores dos atributos foram pH (CaCl₂) = 5,5; M.O. = 27 g dm⁻³, P (resina) = 56mg dm⁻³; 3; 38; 12; 28; 81 mmol_c dm⁻³ de K, Ca, Mg, H+Al e CTC, 0,17; 6,9; 17; 32,9; 1,5 mg dm⁻³ de B, Cu, Fe, Mn, e Zn, respectivamente e V = 65%.

3.2 Tratamentos e delineamento experimental

Nos dois experimentos realizados simultaneamente, um com o repolho 'Astrus' e o outro com 'Red Jewel', foram avaliados os fatores densidade populacional (31.250 plantas/ha e 46.875 plantas/ha) e doses de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹).

Em ambos os experimentos o delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x4, com três repetições. As parcelas experimentais foram dispostas em canteiros de 1,1 m de largura por 6,4 de comprimento, que

contaram com 32 e 48 plantas, respectivamente, para a menor e maior densidade de plantas.

Os espaçamentos e arranjos das plantas para a menor e maior população foram, respectivamente, de 0,80 x 0,40 m, com duas linhas sobre o canteiro, e 0,40 x 0,40 m, sendo neste caso, três linhas de plantas com arranjo triangular entre si (Figuras 1 e 2).

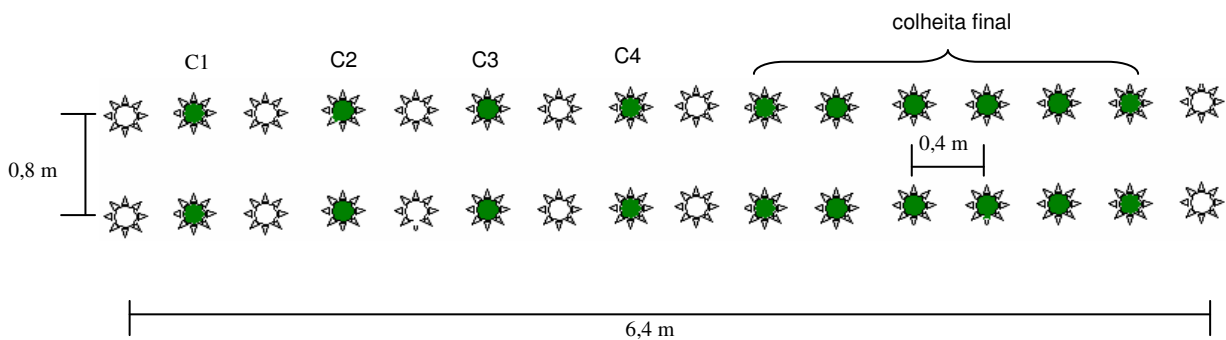


Figura 1. Representação de uma parcela experimental, demonstrando-se a área útil (plantas em verde), bordaduras (plantas em branco) e plantas coletadas para marcha de acúmulo e crescimento (C1, C2, C3 e C4) na disposição de duas linhas de plantas (0,80 x 0,40 m), sobre o canteiro.

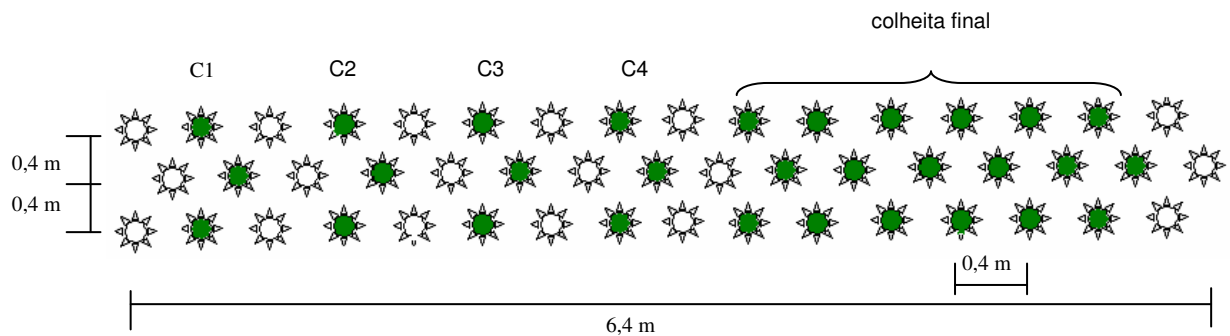


Figura 2. Representação de uma parcela experimental, demonstrando-se a área útil (plantas em verde), bordaduras (plantas em branco) e plantas coletadas para marcha de acúmulo e crescimento (C1, C2, C3 e C4) na disposição de três linhas de plantas (0,40 x 0,40 m), sobre o canteiro.

Considerou-se a largura de 1,1 m do canteiro e 0,5 m entre canteiros por 100 m de comprimento. Com duas e três linhas de plantio no canteiro, tem-se em 1 hectare 12.500 e 18.750 metros, respectivamente, de linhas para cultivo, as quais proporcionam densidades populacionais de 31.250 e 46.875 plantas por hectare, respectivamente.

3.3 Instalação e condução do experimento

Os experimentos foram instalados em campo, no dia 18/03/2004, sendo utilizada as cultivares Astrus e Red Jewel. A cv. Astrus, da empresa Seminis Vegetable Seeds, é um híbrido F₁, que caracteriza-se por plantas de médio a grande porte, vigorosas, repolho compacto, diâmetro transversal de 18 a 22 cm, diâmetro longitudinal de 12 a 16 cm, coloração verde atraente, matéria fresca média de 2 kg, boa uniformidade, boa tolerância ao rachamento e coração pequeno. Apresenta resistência a Murcha de *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* f.sp. *conglutinans*) e ciclo de 90 a 95 dias (SEMINIS, 2008). A cv. Red Jewel da Sakata Seed Sudamerica é um híbrido F₁, que caracteriza-se por apresentar de folhas lisas e roxas, matéria fresca média de 1,5 a 2,0 kg, diâmetro transversal de 17 a 19 cm, diâmetro longitudinal de 14 a 16 cm, alta compacidade do repolho e boa resistência ao rachamento. Ciclo de 90 a 100 dias (SAKATA, 2008)

Com base na análise da fertilidade do solo e na proposta de TRANI et al. (1997), foi realizada a correção na saturação de bases (V%) e as adubações com fósforo e potássio. Trinta dias antes do plantio, procedeu-se a correção do solo com calcário calcinado (PRNT 120%) para elevação do V% a 80%. No plantio foram aplicados de

400 kg ha⁻¹ de P₂O₅, (superfosfato simples), e 180 kg ha⁻¹ de K₂O, (cloreto de potássio). Em cobertura, aplicaram-se 90 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio), parcelado aos 30 e 50 dias após o transplante das mudas. A adubação nitrogenada foi realizada da seguinte forma: no pré-plantio, exceto para o tratamento 1, equivalente à dose 0 kg ha⁻¹ de N, foram aplicados 30 kg ha⁻¹ de nitrogênio (nitrato de amônio). Em cobertura foram aplicadas as quantidades restantes para se atingir 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ de N (nitrato de amônio), parceladas em quantidades iguais aos 15, 30 e 50 dias após o transplante.

As mudas foram formadas no período de 18/02 a 17/03/2004, em bandejas de poliestireno expandido com capacidade para 128 mudas, utilizando-se substrato Plantmax[®]. Neste período, as mudas permaneceram em casa de vegetação não-climatizada, onde a irrigação era feita automaticamente e por microaspersão. No dia 18/03/2004, foram transplantadas para canteiros, quando apresentavam quatro folhas além das cotiledonares.

Para o controle de pragas e doenças foram utilizados inseticidas e fungicidas recomendados para a cultura. O controle de plantas invasoras foi feito com capina manual. As irrigações foram diárias durante as duas primeiras semanas após o transplante e a cada dois dias durante o restante do ciclo. Utilizou-se o sistema de aspersão convencional, com lâminas de água diárias em complementação à precipitação pluviométrica.

A colheita para avaliação da produtividade foi realizada no dia 26/05/2004 para o híbrido Red Jewel e no dia 02/06/2004 para o híbrido Astrus o que foi determinado quando um dos tratamentos apresentou repolhos compactos e com a borda da folha

externa da cabeça iniciando seu desprendimento, o que ocorreu primeiramente nos tratamentos fertilizados com 200 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

3.4 Características avaliadas

3.4.1 Crescimento e marcha de acúmulo e exportação de macronutrientes.

Para avaliação do crescimento e acúmulo de nutrientes foram coletadas 2 plantas em cada época considerando as bordaduras e plantas úteis conforme figuras 1 e 2. As coletas de dados foram realizadas com intervalos de 20 dias totalizando quatro ao longo do ciclo, iniciando-se aos 20 dias após o transplante (DAT) e estendendo-se até os 70 e 75 DAT, respectivamente, para os híbridos Red Jewel e Astrus.

O crescimento da planta de repolho foi avaliado pelas características área foliar e matéria seca da parte aérea.

3.4.1.1 Área foliar

Para obtenção da equação para estimativa da área foliar foram realizados testes de paralelismo (Teste t) e de coincidência (Teste F) entre as classes para matéria seca de folhas externas (MSFE), comprimento (C), largura (L) e produto do comprimento pela largura das folhas externas (CL). Estudou-se o ajuste dos dados aos modelos de regressão linear com intercepto ($Y = a + bx$) e sem intercepto ($Y = bx$). Nos modelos, a variável dependente (Y) foi representada pela área foliar real, medida pelo planímetro polar de Ansler, marca A. OTT Kempten Bayern, tipo 31 L e, como variável independente (X), foi considerado MSFE, C, L ou CL. O parâmetro foliar que melhor representou a área foliar foi definido com base na equação com maior valor para Teste

F e maior coeficiente de determinação (R^2). Para verificar se havia diferença entre a utilização da equação linear com intercepto e sem intercepto em cada classe, foi testada a hipótese $H_0: a = 0$, que corresponde ao modelo sem intercepto, através da aplicação do Teste F, obtido pela diferença entre a Soma dos Quadrados Médios do Resíduo do modelo reduzido ($Y = bx$) e do modelo completo ($Y = a + bx$), dividido pelo Quadrado do Resíduo do modelo completo, de acordo com SEBER (1977).

3.4.1.2 Matéria seca da parte aérea

A matéria seca da parte aérea correspondeu à soma das matérias do caule e de folhas, secas em estufa com circulação forçada de ar a 65°C por 96 horas. Para facilitar a secagem do caule, este foi fatiado. Previamente, o caule e as folhas foram lavados em água deionizada.

3.4.1.3 Acúmulo e exportação de nutrientes

O acúmulo de nutrientes na parte aérea, em cada época de avaliação da área foliar e matéria seca, foi determinado da seguinte maneira. Inicialmente, os teores de nutrientes foram determinados, segundo metodologias descritas por BATAGLIA et al. (1983), separadamente na matéria seca do caule, das folhas internas (produto comercial) e externas ao repolho. Os acúmulos foram determinados primeiramente em cada parte e posteriormente somados para compor o acúmulo de nutrientes na parte aérea, em cada época de coleta. Em seguida foram obtidas equações não-lineares para retratar a marcha de acúmulo de macronutrientes no decorrer do ciclo, assim como da evolução de área foliar e matéria seca da parte aérea. Em cada equação foi realizada análise de variância para o modelo ajustado. As exportações de nutrientes corresponderam às quantidades presentes na matéria seca do repolho (produto comercial).

3.4.2 Número de folhas externas e internas do repolho

Ao final do ciclo, as folhas da planta foram separadas em folhas externas (NFE) à cabeça de repolho e folhas internas (NFI), ou seja, folhas que compõem a cabeça do repolho. Foi contado o número de folhas de seis plantas amostradas em cada parcela, e obtido a média, expresso em folhas/planta.

3.4.3 Matéria seca das folhas externas, internas e caule do repolho

Após a colheita das plantas, duas plantas foram amostradas, separadas as folhas externas à cabeça do repolho (MSFE), folhas internas (MSFI) e caule (MSC). Foram acondicionados em sacos de papel, devidamente identificados, e submetidos à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65°C, até atingir massa constante, e pesados, expressos em g/planta.

3.4.4 Diâmetro do caule na inserção do repolho.

As medidas do diâmetro do caule na inserção da cabeça (DCI) foram mensuradas com auxílio de um paquímetro digital, expressos em milímetro.

3.4.5 Diâmetro transversal e longitudinal do repolho

Foram avaliados o diâmetro longitudinal (DLR) e transversal (DTR) do repolho. As medidas de DLR (altura) e DTR (largura) foram feitas nas plantas amostradas para avaliação do DCI com auxílio de uma régua, expressos em milímetro.

3.4.6 Matéria fresca do repolho e produtividade

A colheita foi realizada, por blocos (repetições), entre 7 e 8 h da manhã e ao entardecer (entre 17 e 18 h), sendo obtida a matéria imediatamente após cada colheita. Expressa em g/planta.

A produtividade foi obtida pelo produto da matéria fresca média da cabeça do repolho e pelas densidades de plantio pertinentes a cada tratamento e expresso em kg ha⁻¹.

Realizou-se o estudo da dose econômica para a adubação nitrogenada nas densidades populacionais onde houve ajuste quadrático para produtividade. Considerou-se o preço do repolho verde a R\$380,00/t e do repolho roxo R\$560,00/t (CEAGESP, 2008), o preço do nitrato de amônia¹ R\$1,05/kg e da mão de obra² (MO) R\$0,59/kg de nitrato de amônia aplicado. A dose econômica foi determinada a partir da equação $RL = (PP \cdot PROD) - (PN \cdot x) - CF$, onde RL = renda líquida (R\$/ha); PP = preço do produto (R\$/ha), descontado 30% referente aos custos de comercialização; PROD = produtividade (t/ha); PN = preço do nitrogênio (R\$/kg), considerando 33% de N no nitrato de amônio, acrescido do valor da mão-de-obra para aplicação de 1 kg de N; x = quantidade de N aplicado (kg/ha) e CF = custos fixos. O termo produtividade da equação é substituído pelo ajuste polinomial da equação que a estimou em função das doses de N aplicadas ($a + bx + cx^2$). Assim tem-se que:

¹ Preço obtidos na empresa Agrocac, em Ribeirão Preto, SP.

² REZENDE, B.L.A. Custo de produção da cultura do repolho (dados não publicados).

$$RL = [PP \cdot (a + bx + cx^2) - (PN \cdot x) - CF],$$

$$RL = PPa + PPbx + PPcx^2 - PNx - CF$$

$$RL = PPa - CF + (PPb - PN)x + PPcx^2$$

$$dRL/dx = 0 \quad \text{DOE} = (PPb - PN) / 2 PPc$$

Sendo que: DOE = dose ótima econômica.

3.5 Análise estatística

Para as características do subitem 3.4.1 (área foliar, matéria seca da parte aérea e acúmulo de nutrientes) realizou-se a análise de variância (teste F) sob delineamento de blocos casualizados, com parcela subdividida. As parcelas corresponderam aos oito tratamentos resultantes da combinação dos fatores densidade de plantio (2) e dose de N (4) e as quatro subparcelas corresponderam as quatro épocas de coleta da planta no decorrer do ciclo, ou seja, 20, 40, 60, e 70 ou 75 dias após o transplante, sendo estas duas últimas épocas correspondentes à última coleta do cv. Red Jewel e cv. Astrus, respectivamente. As evoluções da área foliar, matéria seca da parte aérea, e acúmulo de nutrientes foram ajustados a equações, não lineares, que foram selecionadas considerando-se o maior F e coeficiente de determinação.

Para as demais características avaliadas, realizou-se análise de variância (teste F) sob delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 4. Independente de ter havido interação significativa entre os fatores, realizou-se o estudo de regressão polinomial para doses de N em cada densidade populacional, adotando-se a equação com ajuste significativo e de maior grau. Para o fator densidade de plantio, por haver somente dois níveis, estes foram comparados pelo próprio teste F.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Repolho verde híbrido Astrus

4.1.1 Crescimento, marcha de acúmulo e exportação de macronutrientes

4.1.1.1 Crescimento

O parâmetro foliar que proporcionou melhor estimativa da área foliar (AF) foi a matéria seca de folhas externas (MSFE) e a equação utilizada foi $Y=72,253x$, onde x representou a MSFE. Para a característica AF houve interação significativa ($p<0,01$) entre tratamentos (densidade populacional e doses de N) e época de coleta (Tabela 2).

Tabela 2. Valores de F e significância dos acúmulos de área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA), nitrogênio (N), fósforo (P) em repolho, híbrido Astrus, em função dos fatores avaliados. UNESP – Jaboticabal (SP). 2008.

Causas Variação	Valores de F			
	AF	MSPA	N	P
Blocos	0,34 ^{ns}	1,32 ^{ns}	2,98 ^{ns}	2,21 ^{ns}
Ciclo (C)	716,13**	3193,00**	5251,92**	1644,75**
(DP x N)	14,01**	39,41**	29,93**	37,98**
Interação (C) X (DP x N)	3,19**	11,24**	5,94**	8,17**

ns – não significativo ($p<0,05$), ** significativo ($p<0,01$). DP = densidade populacional e N = doses de nitrogênio

Aos 20 dias após o transplante (DAT), a AF de plantas não foi significativamente diferente, independentemente das doses de N, ou da densidade populacional em que se encontravam. Aos 40 DAT, a menor AF foi observada em plantas não adubadas com

N e sob menor densidade populacional sem, entretanto, diferir-se dos tratamentos D1N3, D2N0, D2N1 e D2N2. Aos 60 DAT, as plantas adubadas com N e na menor densidade apresentaram maior AF. Nesta época a tendência de haver menor AF nas plantas sob maior densidade de plantio, aos 40 DAT, foi ratificada, agora com diferença significativa pelo teste de Tukey. Semelhante às AF das plantas sob maior densidade tem-se somente plantas que não foram adubadas na menor densidade. Aos 75 DAT, quando se realizou a colheita do repolho, a AF foi maior (6.263 cm^2) em plantas sob menor densidade e que foram adubadas com 200 kg ha^{-1} de N, sem contudo, diferir-se de plantas adubadas com 100 e 300 kg de N na mesma população de plantas. Menores AF foram observadas nos tratamentos sob maior densidade com dose de até 200 kg ha^{-1} , que não diferiram de AF obtidas com 300 kg ha^{-1} nas duas densidades e sem aplicação de N na menor densidade (Tabela 3).

Tabela 3. Área foliar (cm^2 /planta) do repolho híbrido Astrus, no decorrer do ciclo em função dos tratamentos e épocas de coleta. UNESP – Jaboticabal (SP) - 2008.

Época (dias)	D1N0 ²	D1N1	D1N2	D1N3	D2N0	D2N1	D2N2	D2N3
20	266 A ¹	701 A	546 A	662 A	286 A	543 A	637 A	766 A
40	1471 B	3192 A	3057 A	2908 AB	1917 AB	2839 AB	2908 Ab	3173 A
60	4157 BC	6070 A	5194 AB	5900 A	3940 BC	3624 C	3752 BC	4082 BC
75	4206 CD	6011 AB	6263 A	5584 ABC	2948 D	3397 D	3832 D	4461 BCD
CVp (%) ³	13,13							
CVs (%)	7,57							

¹Médias seguidas de mesma letra maiúscula na horizontal, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ²D1 e D2 correspondem a populações de 31.250 e 46.875 plantas ha^{-1} , e N0, N1, N2 e N3 às doses de 0, 100, 200 e 300 kg ha^{-1} de nitrogênio, respectivamente. ³CVp e CVs: coeficiente de variação da parcela (população x dose de N) e da subparcela (Época)

A média da AF de plantas adubadas com N na menor densidade foi maior que a média obtida de plantas adubadas com N sob maior densidade, em 52,7%. Entre as plantas não adubadas, a superioridade da AF de plantas sob menor densidade em relação as sob maior foi de 42,7%.

Na Figura 3, visualizam-se as curvas de ajuste para evolução das áreas foliares do híbrido Astrus. Todas as curvas ajustaram-se ao mesmo modelo, logístico de crescimento, e apresentaram coeficientes de determinação próximos de 1.

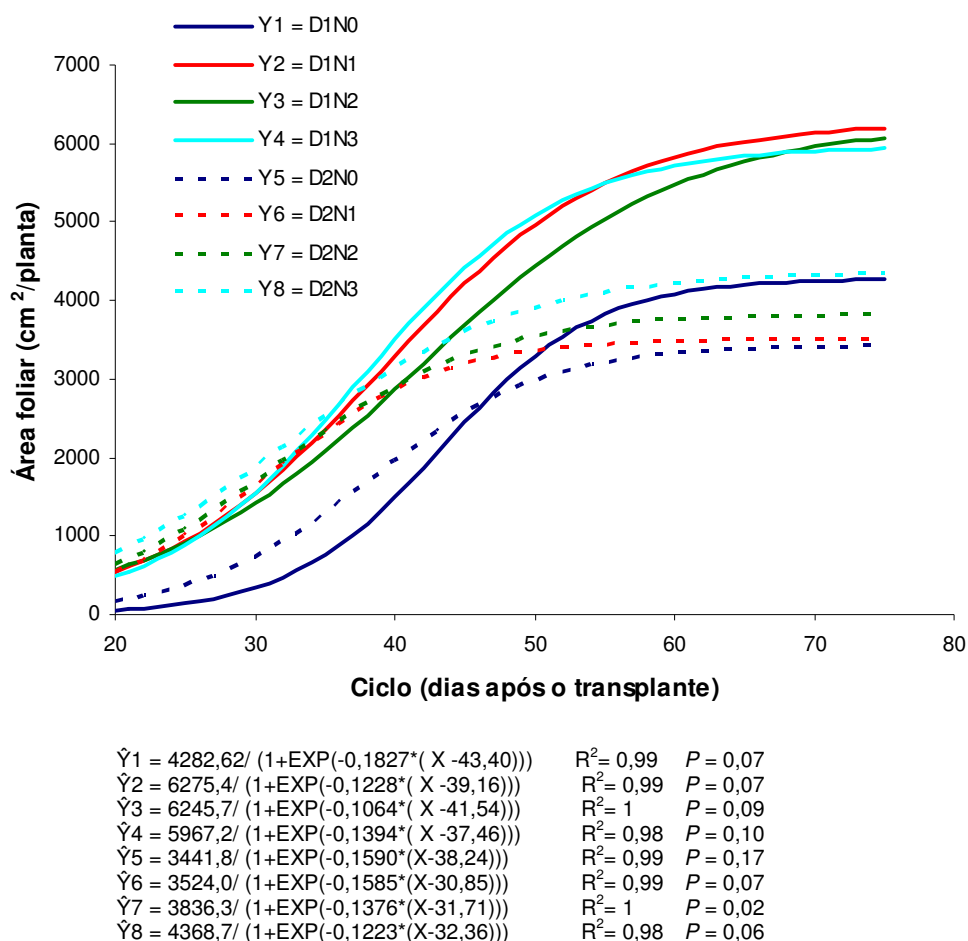


Figura 3. Área foliar do repolho, híbrido Astrus, nas doses 0 (N0), 100 (N1), 200 (N2) e 300 kg ha⁻¹ (N3) de N e densidades de 31.250 (D1) e 46.875 (D2) plantas por hectare, no decorrer do ciclo. UNESP – Jaboticabal (SP). 2008.

Entre as curvas de AF, nota-se que, sob menor densidade de plantio e quando adubadas com N, a AF desacelerou seu incremento próximo dos 60 DAT. Por outro lado, na maior densidade, independentemente de ter sido ou não adubada com N, os incrementos em AF foram muito menores a partir de 45 DAT, aproximadamente (Figura 3).

A matéria seca da parte aérea (MSPA) foi influenciada ($p < 0,01$) significativamente pela interação dos tratamentos (densidade populacional e doses de N) e época de coleta (Tabela 2).

Aos 20 DAT não houve diferença significativa entre os tratamentos, corroborando resultado observado para AF. Já aos 40 DAT na maior dose de N em ambas as densidades apresentavam maior MSPA, no entanto diferindo-se significativamente apenas do tratamento sem adubação na menor densidade. Aos 60 DAT, plantas adubadas com N e na menor densidade apresentaram maior MSPA, não existindo diferença entre as plantas não adubadas nas diferentes densidades populacionais. Esta tendência é observada também aos 75 DAT quando, com e sem aplicação de nitrogênio, a densidade de 31.250 plantas apresentou maior matéria seca. A máxima MSPA (217,7 g/planta) foi obtida no tratamento menos adensado com a dose 200 kg ha⁻¹ de N, não diferindo significativamente das doses 100 e 300 kg ha⁻¹ na mesma população de plantas. Nota-se que as maiores MSPA e AF foram observadas nos mesmos tratamentos. Menor MSPA foi observada no tratamento sem aplicação de N na maior população de plantas (Tabela 4), cerca de 53% a menos de MSPA em relação ao obtido com 200 kg ha⁻¹ de N e menor densidade de plantio.

Tabela 4. Matéria seca da parte aérea (g/planta) do repolho híbrido Astrus, no decorrer do ciclo em função dos tratamentos e épocas de coleta. UNESP – Jaboticabal (SP). 2008.

Época (dias)	D1N0 ²	D1N1	D1N2	D1N3	D2N0	D2N1	D2N2	D2N3
20	4,0 A ¹	9,4 A	10,2 A	9,9 A	4,2 A	8,1 A	9,5 A	11,4 A
40	21,6 B	44,5 AB	45,4 AB	51,7 A	28,6 AB	43,1 AB	44,6 A	48,2 A
60	71,5 D	115,3 AB	108,3 ABC	129,4 A	72,5 D	74,2 D	85,0 CD	91,9B CD
75	136,4 B	200,1 A	217,7 A	205,9 A	101,9 C	137,1 B	132,1 B	142,0 B
CVp (%) ³	13,13							
CVs (%)	7,57							

¹Médias seguidas de mesma letra maiúscula na horizontal, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ²D1 e D2 correspondem a populações de 31.250 e 46.875 plantas ha⁻¹, e N0, N1, N2 e N3 às doses de 0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio, respectivamente. ³CVp e CVs: coeficiente de variação da parcela (população x dose de N) e da subparcela (Época)

A MSPA média das plantas adubadas com N na menor densidade foi 51,7% maior que a média obtida de plantas adubadas com N na maior densidade. Entre as plantas não adubadas, a MSPA de plantas sob menor densidade foi 33,8% maior em relação àquelas sob maior densidade.

Na Figura 4 são apresentadas as curvas de ajuste para evolução da matéria seca da parte aérea do repolho ‘Astrus’, em função dos tratamentos. Todas as curvas, ao contrário da AF, foram ajustadas a um modelo exponencial de crescimento, com coeficientes de determinação elevados.

Diferentemente do que foi observado para AF, em que, para todos os tratamentos, houve desaceleração de incremento próximo à colheita do repolho, a MSPA continuou aumentando até o final do cultivo. Provavelmente, a explicação se deve ao aumento da espessura da folha, refletindo em aumento de matéria, mas não de AF.

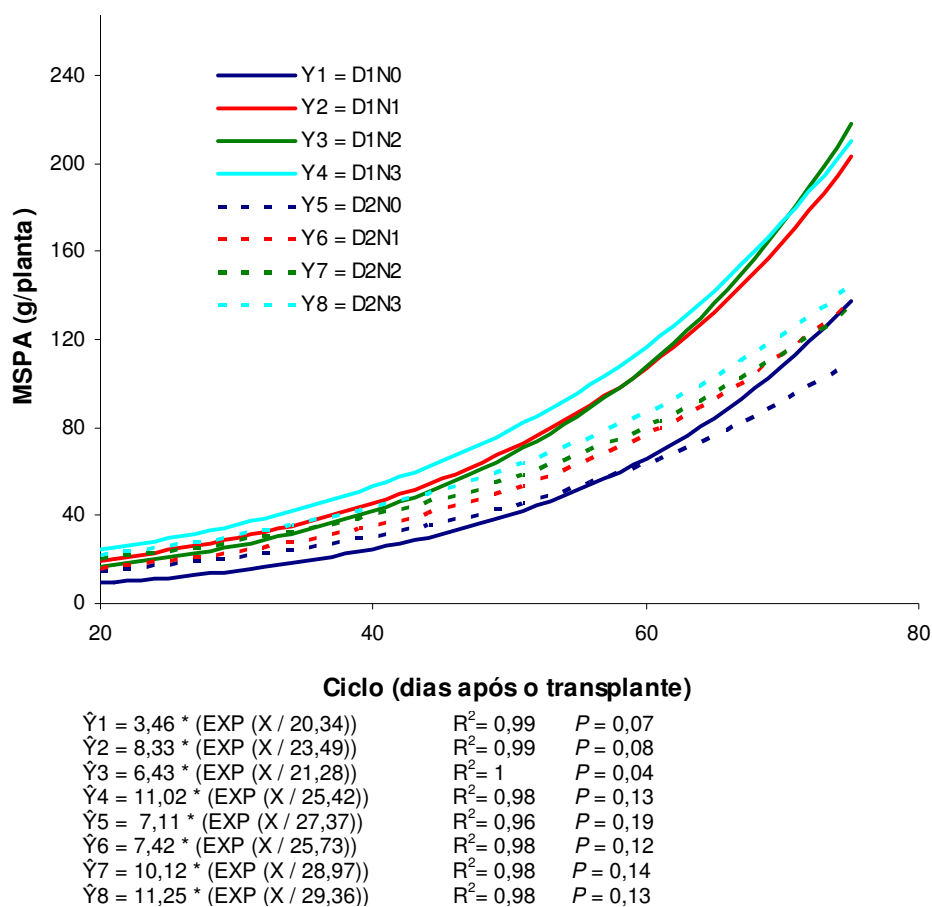


Figura 4. Matéria seca da parte aérea do repolho, híbrido Astrus, nas doses 0 (N0), 100 (N1), 200 (N2) e 300 kg ha⁻¹ (N3) de N e densidades de 31.250 (D1) e 46.875 (D2) plantas por hectare, no decorrer do ciclo. UNESP – Jaboticabal (SP). 2008.

4.1.1.2 Marcha de acúmulo de macronutrientes

Houve interação significativa ($p < 0,01$) entre tratamentos e época de coleta para acúmulo de nitrogênio (Tabela 2).

Aos 20 DAT, as quantidades de N foram maiores em plantas adubadas do que nas que não receberam N, independentemente da densidade de plantio. A quantidade

média de N em plantas adubadas, nestes primeiros 20 dias após o transplante, foi 167,5% maior do que a média de N acumulado por plantas não adubadas. Aos 40 DAT constata-se a tendência, também observada para AF e MSPA, de tratamentos se diferirem não só pela adubação (realizada ou não), mas, principalmente, pelo efeito da densidade de plantio. Esta tendência se tornou diferença significativa nas avaliações seguintes, ou seja, aos 60 e 75 DAT. Em ambas, os maiores acúmulos de N foram observados em plantas de cultivo com menor densidade populacional e adubadas com N (Tabela 5).

Plantas adubadas com N, em maior densidade de plantio, não diferiram, em quantidade de N acumulado, de plantas que não receberam adubação nitrogenada, assim como constatado para AF. Contudo este resultado diverge do observado para MSPA, quando plantas adubadas com N, na maior densidade de plantio apresentaram maior quantidade de MSPA do que plantas não adubadas com N, na mesma densidade.

Na menor densidade, a diferença de quantidade acumuladas de N entre plantas adubadas e não adubadas com N corroborou os resultados observados para AF e MSPA. Assim, observa-se que a menor densidade de plantio proporcionou que a planta de repolho desenvolvesse melhor o seu potencial vegetativo, explicitado por maiores AF e MSPA, que por sua vez aumentou a demanda de N, no que foi atendido pela adubação realizada, resultando em maior quantidade acumulada de N.

O maior acúmulo de N aconteceu no tratamento D1N3 (5,42 g/planta), não diferindo significativamente dos tratamentos com aplicação de 100 e 200 kg ha⁻¹ de N

na densidade de 31.250 plantas/ha. Este valor está entre os encontrados por OLIVEIRA et al. (2003) (2,45 g/planta) e PECK (1991) (7,67 g/planta).

Tabela 5. Nitrogênio na matéria seca da parte aérea (g/planta), do repolho híbrido Astrus, no decorrer do ciclo em função dos tratamentos e épocas de coleta. UNESP – Jaboticabal (SP). 2008.

Época (dias)	D1N0 ²	D1N1	D1N2	D1N3	D2N0	D2N1	D2N2	D2N3
20	0,14 B ¹	0,36 A	0,41 A	0,38 A	0,15 B	0,30 A	0,40 A	0,46 A
40	0,73 C	1,51 ABC	1,73 AB	1,84 A	0,95 BC	1,50 ABC	1,57 AB	1,77 AB
60	2,27 C	3,48 A	3,49 AB	4,11 A	2,25 C	2,29 C	2,60 C	2,68 BC
75	3,56 BC	4,61 A	5,42 A	5,42 A	2,73 C	3,37 BC	3,49 BC	3,69 B
CVp (%) ³	14,85							
CVs (%)	5,85							

¹Médias seguidas de mesma letra maiúscula na horizontal, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ²D1 e D2 correspondem a populações de 31.250 e 46.875 plantas ha⁻¹, e N0, N1, N2 e N3 às doses de 0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio, respectivamente. ³CVp e CVs: coeficiente de variação da parcela (população x dose de N) e da subparcela (Época)

As curvas que descrevem os acúmulos de N em função dos tratamentos encontram-se na Figura 5.

Metade do acúmulo de N na parte aérea do repolho ocorreu, em média, aos 45 e aos 51 dias na maior e menor densidade de plantas, respectivamente (Figura 5), corroborando com os resultados obtidos para MSPA.

As quantidades de N máximas no final do ciclo e corresponderam a 3,57 (D1N0); 4,60 (D1N1); 5,40 (D1N2); 5,40 (D1N3); 2,27 (D2N0); 3,31 (D2N1); 3,44 (D2N2); 3,62 g/planta (D2N3) (Figura 5). Estas quantidades denotam que sob menores densidades as quantidades acumuladas por planta foram maiores. No entanto, quando-se faz o cálculo da extração de N, em kg ha⁻¹, tem-se 111,5 (D1N0); 127,7 (D1N1); 143,8 (D1N2); 155,1 (D1N3); 161,2 (D2N0); 168,8 (D2N1); 168,9 (D2N2); 169,9 (D2N3). Nota-se, então que os acúmulos nas plantas sob menor densidade, que eram, em média,

50% maiores, não resultam em maior exportação de N devido às diferenças no número de plantas e, com maior adensamento, a exportação foi cerca de 25% maior na mais adensada que na de menor densidade.

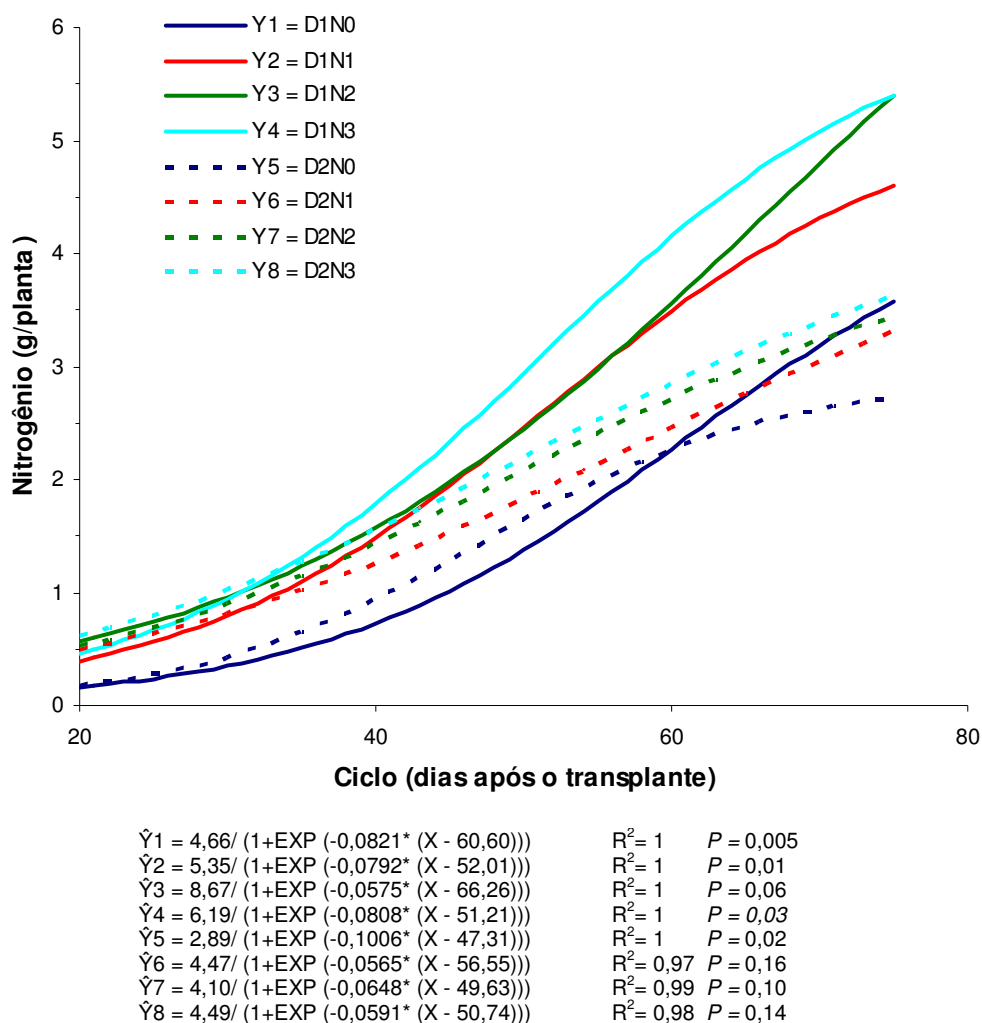


Figura 5. Nitrogênio na matéria seca da parte aérea do repolho, híbrido Astrus, nas doses 0 (N0), 100 (N1), 200 (N2) e 300 kg ha⁻¹ (N3) de N e densidades de 31.250 (D1) e 46.875 (D2) plantas por hectare, no decorrer do ciclo. UNESP – Jaboticabal (SP). 2008.

Assim como observado para AF, MSPA e nitrogênio houve interação significativa ($p < 0,01$) entre os tratamentos e as épocas de coleta para acúmulo de fósforo (Tabela 2).

Aos 20 DAT, as quantidades de fósforo foram maiores em plantas adubadas do que nas que não receberam N, independentemente da densidade de plantio. Nesta época, a quantidade de fósforo acumulada nas plantas adubadas foi, em média, 157% maior do que nas plantas não adubadas com N. Ao final do ciclo (75 DAT), maiores acúmulos de fósforo foram observados nos tratamentos com aplicação de nitrogênio na menor densidade de populacional, sendo a média destes 45,7% maior do que a quantidade de P, na maior densidade de plantio, em plantas que receberam N (Tabela 6).

Tabela 6. Fósforo na matéria seca da parte aérea (g/planta), do repolho híbrido Astrus, no decorrer do ciclo em função dos tratamentos e épocas de coleta. UNESP – Jaboticabal (SP), 2008.

Época (dias)	D1N0 ²	D1N1	D1N2	D1N3	D2N0	D2N1	D2N2	D2N3
20	0,031 B ¹	0,072 A	0,076 A	0,074 A	0,033 B	0,063 A	0,071 A	0,089 A
40	0,149 B	0,342 A	0,332 A	0,357 A	0,194 AB	0,305 AB	0,309 AB	0,347 AB
60	0,477 D	0,791 AB	0,747 BC	0,935 A	0,487 D	0,518 D	0,583 CD	0,638 BCD
75	0,825 B	1,161 A	1,256 A	1,243 A	0,619 C	0,847 B	0,790 B	0,873 B
CVp ³ (%)	13,50							
CVs (%)	9,67							

¹Médias seguidas de mesma letra maiúscula na horizontal, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ²D1 e D2 correspondem a populações de 31.250 e 46.875 plantas ha⁻¹, e N0, N1, N2 e N3 às doses de 0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio, respectivamente. ³CVp e CVs: coeficiente de variação da parcela (população x dose de N) e da subparcela (Época)

Tanto na maior quanto na menor densidade de plantio, a diferença de quantidades acumuladas de fósforo entre plantas adubadas e não adubadas com N corroborou os resultados observados para AF e MSPA.

O maior acúmulo de fósforo (1,256 g/planta) aconteceu no tratamento menos adensado na dose de 200 kg ha⁻¹ de N, não diferindo significativamente dos tratamentos com aplicação de N na densidade de 31.250 plantas/ha.

As curvas que descrevem os acúmulos de fósforo em função dos tratamentos encontram-se na Figura 6. A metade do acúmulo total de fósforo pelo repolho nos diferentes tratamentos foi observado no período de 54 e 49 DAT, em média, respectivamente para as densidades de 31.250 e 46.875 plantas ha⁻¹ (Figura 6). A metade do acúmulo de fósforo ocorreu em datas próximas as do nitrogênio, 51 e 45 DAT para menor e maior densidade, respectivamente. Conforme descrito por ARAÚJO & MACHADO (2006), o fósforo e o nitrogênio interagem de forma sinérgica, em que ambos nutrientes, em doses adequadas, promovem aumentos na produção vegetal. Sendo assim, era de se esperar que o nitrogênio e o fósforo apresentassem curvas semelhantes de acúmulo na planta, não quanto à quantidade, mas sim, quanto às épocas de aumento na demanda máxima, e de taxas de crescimento. Os acúmulos de fósforo foram máximos ao final do ciclo (Figura 6) e foram, em média, 105% maiores dos que os obtidos por OLIVEIRA et al. (2003). Os valores maximizados foram 0,82 (D1N0); 1,16 (D1N1); 1,25 (D1N2); 1,24 (D1N3); 0,61 (D2N0); 0,84 (D2N1); 0,78 (D2N2) e 0,87 g/planta (D2N3). Estas quantidades demonstram que na menor densidade plantas acumularam mais P, visto que apresentaram maior MSPA. No entanto, as quantidades expressas em kg ha⁻¹ foram, 25,78 (D1N0); 36,18 (D1N1); 39,16 (D1N2); 38,83 (D1N3); 28,97 (D2N0); 39,40 (D2N1); 36,73 (D2N2) e 40,6 (D2N3). Neste caso, as quantidades acumuladas de P são maiores na cultura mais adensada. Diferentemente do N, a quantidade de P extraída por cultura mais adensada (média das

doses de N) foi apenas 4% maior do que de cultura menos adensada, enquanto para N foi de 25%.

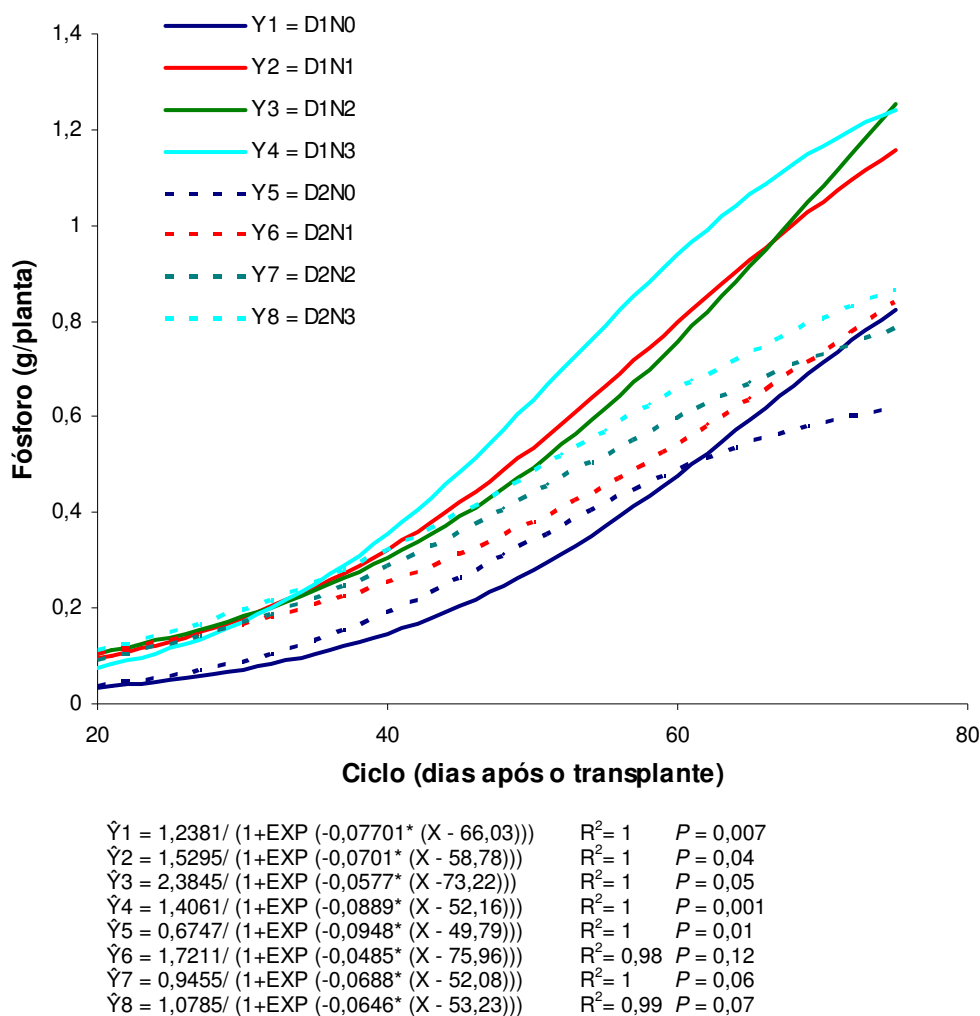


Figura 6. Fósforo na matéria seca da parte aérea do repolho, híbrido Astrus, nas doses 0 (N0), 100 (N1), 200 (N2) e 300 kg ha⁻¹ (N3) de N e densidades de 31.250 (D1) e 46.875 (D2) plantas por hectare, no decorrer do ciclo. UNESP – Jaboticabal (SP). 2008.

Houve interação significativa entre tratamentos e época de coleta ($p<0,01$) para acúmulo de potássio na matéria seca da parte aérea do repolho 'Astrus' (Tabela 7).

Tabela 7. Valores de F e significância dos acúmulos de potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) em repolho, híbrido Astrus, em função dos fatores avaliados. UNESP – Jaboticabal (SP). 2008.

Causas da Variação	Valores de F			
	K	Ca	Mg	S
Blocos	0,08 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,74 ^{ns}
Ciclo (C)	721,79**	819,59**	1409,80**	1812,51**
(DP x N)	26,74**	23,21**	20,11**	20,47**
Interação (C) X (DP x N)	4,27**	4,47**	7,17**	3,61**

ns – não significativo ($p<0,05$), ** significativo ($p<0,01$). DP = Densidade populacional e N = doses de nitrogênio

Aos 20 dias, assim como observado para N e P, as quantidades de potássio, em ambas densidades populacionais avaliadas, foram maiores em plantas adubadas com N, em média 167% maiores do que às não adubadas. Ao final do ciclo os tratamentos com aplicação de nitrogênio na menor densidade, que não diferiram entre si, em média acumularam 48,7% mais potássio do que plantas de mesma densidade populacional, mas que não receberam adubação nitrogenada e de plantas adubadas com N, mas de cultura mais adensada (Tabela 8).

Na menor densidade de plantio os tratamentos com aplicação de N proporcionaram maior acúmulo de potássio do que na mesma densidade de plantio sem a aplicação de N, corroborando com os resultados apresentados para N e P. No entanto, na maior densidade de plantio não houve diferença significativa entre os tratamentos com e sem adubação nitrogenada (Tabela 8). Sabe-se que o K é um nutriente diretamente envolvido com processos fisiológicos relacionados à AF,

especialmente, a fotossíntese. Em razão da AF de plantas da cultura mais adensada não ter respondido à aplicação de N (doses de 0 a 300 kg ha⁻¹), Tabela 3, não houve aumento significativo da demanda de K pelas plantas de repolho. Conforme MENGEL & KIRKBY (1987), a demanda por nutrientes no estágio de crescimento vegetativo é primeiramente determinada pela taxa de assimilação de dióxido de carbono. Esta, por sua vez, está diretamente associada à maior demanda por nutrientes, entre eles, o potássio.

O maior acúmulo (3,63 g/planta) foi constatado na população de 31.250 plantas/ha com aplicação de 300 kg ha⁻¹ de N, não diferindo estatisticamente dos tratamentos com aplicação de N na mesma densidade de plantio (Tabela 6).

Tabela 8. Potássio na matéria seca da parte aérea (g/planta) do repolho híbrido Astrus, no decorrer do ciclo em função dos tratamentos e épocas de coleta. UNESP – Jaboticabal (SP). 2008.

Época (dias)	D1N0 ²	D1N1	D1N2	D1N3	D2N0	D2N1	D2N2	D2N3
20	0,09 B ¹	0,27 A	0,22 A	0,29 A	0,07 B	0,15 A	0,18 A	0,19 A
40	0,59 C	1,32 A	1,18 ABC	1,39 A	0,66 BC	1,07 ABC	1,03 ABC	1,25 AB
60	1,29 CD	2,21 A	2,02 AB	2,37 A	1,14 D	1,27 CD	1,49 BCD	1,78 ABC
75	2,11 B	3,21 A	3,51 A	3,63 A	1,79 B	2,38 B	2,33 B	2,26 B
CVp (%) ³	17,54							
CVs (%)	13,58							

¹Médias seguidas de mesma letra maiúscula na horizontal, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ²D1 e D2 correspondem a populações de 31.250 e 46.875 plantas ha⁻¹, e N0, N1, N2 e N3 às doses de 0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio, respectivamente. ³CVp e CVs: coeficiente de variação da parcela (população x dose de N) e da subparcela (Época)

As curvas que descrevem os acúmulos de potássio em função dos tratamentos encontram-se na Figura 7. A metade dos acúmulos de potássio nos tratamentos avaliados foi verificado no período de 39 a 55 DAT. O acúmulo de metade do total de K

ocorreu mais tardiamente (55 DAT) em plantas de menor densidade e com 300 kg ha⁻¹ de N, enquanto o acúmulo mais precoce (39 DAT) ocorreu em maior densidade de plantio e 300 kg ha⁻¹ de N (Figura 7).

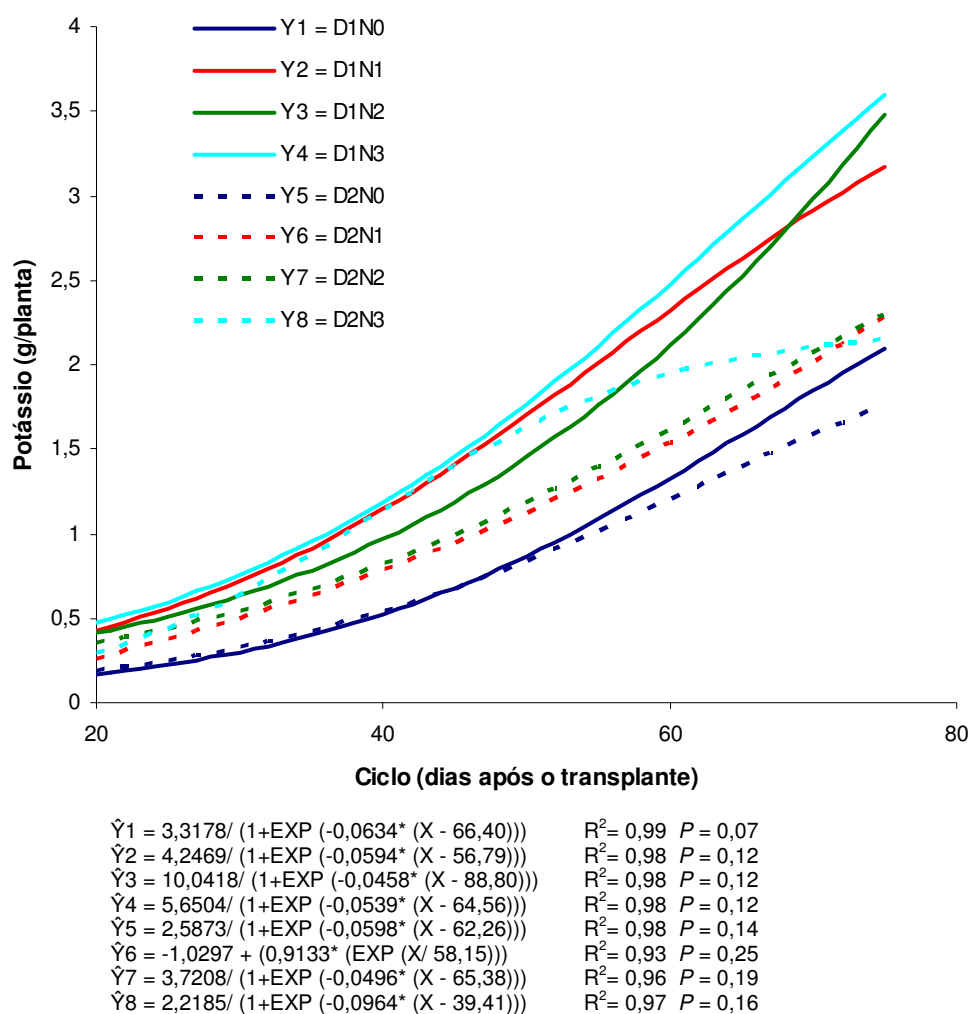


Figura 7. Potássio na matéria seca da parte aérea do repolho, híbrido Astrus, nas doses 0 (N0), 100 (N1), 200 (N2) e 300 kg ha⁻¹ (N3) de N e densidades de 31.250 (D1) e 46.875 (D2) plantas por hectare, no decorrer do ciclo. UNESP – Jaboticabal (SP). 2008.

As quantidades máximas de K na planta foram observadas no final do ciclo do cultivo e corresponderam a 2,10 (D1N0); 3,17 (D1N1); 3,48 (D1N2); 3,60 (D1N3); 1,76 (D2N0); 2,28 (D2N1); 2,29 (D2N2) e 2,15 (D2N3) g/planta de K (Figura 7). Ao contrário do observado para nitrogênio e fósforo, os acúmulos observados em plantas de repolho em cultura com 46.875 plantas foram menores do que o verificado por OLIVEIRA et al. (2003), 3,14 g/planta, em densidade populacional de 27.778 plantas por hectare.

Os acúmulos relatados em gramas por planta, denotam que sob menores densidades os acúmulos foram maiores. No entanto, as quantidades quando calculadas por área, em kg ha^{-1} , correspondem a 65,6 (D1N0); 99,1 (D1N1); 108,9 (D1N2); 112,5 (D1N3); 82,6 (D2N0); 107,2 (D2N1); 107,2 (D2N2); 100,7 (D2N3).

Houve interação significativa ($p < 0,01$) entre tratamentos e época de coleta para o acúmulo de cálcio na matéria seca da parte aérea do repolho 'Astrus' (Tabela 7).

Aos 20 DAT as quantidades de cálcio acumuladas no tratamento sem aplicação de N já apresentavam-se menores do que nos tratamentos com aplicação de N, indiferentemente da densidade de plantio. Aos 40 DAT as quantidades de Ca não diferiram em plantas adubadas, de cultura menos adensada. Aos 75 DAT os acúmulos de Ca não são distintos entre plantas que receberam adubações com 200 e 300 kg ha^{-1} de N, na menor densidade, mas maiores que as quantidades acumuladas nas demais condições de cultivo avaliadas.

O maior acúmulo de cálcio na menor densidade de plantio e com 200 kg ha^{-1} de N (6,44 g/planta) é 30% maior do que o acúmulo máximo obtido na maior densidade de plantio, com 300 kg ha^{-1} de N (4,94 g/planta) (Tabela 9).

Estas duas condições de cultivo, nas quais foram observados os máximos acúmulos de cálcio na menor e maior densidade de plantio foram também as que apresentaram as máximas de AF e MSPA, que são determinantes do resultado verificado para cálcio. Comparando-se este valor máximo com o maior acúmulo (0,56 g/planta) obtido por OLIVEIRA et al. (2003) observa-se uma diferença superior a dez vezes.

Assim como o observado para os nutrientes já relatados, plantas adubadas com N na maior densidade de plantio não diferiram significativamente entre si, sendo que a não aplicação de nitrogênio nesta densidade proporcionou redução de 26,5% no acúmulo de cálcio em relação a dose de 300 kg ha⁻¹ de N.

Tabela 9. Cálcio na matéria seca da parte aérea (g/planta), do repolho híbrido Astrus, no decorrer do ciclo em função dos tratamentos e épocas de coleta. UNESP – Jaboticabal (SP). 2008.

Época (dias)	D1N0 ²	D1N1	D1N2	D1N3	D2N0	D2N1	D2N2	D2N3
20	0,16 B ¹	0,39 A	0,42 A	0,41 A	0,19 B	0,41 A	0,48 A	0,53 A
40	1,05 C	2,04 A	2,21 A	2,36 A	1,32 BC	1,98 BC	1,92 ABC	2,10 A
60	3,07 CD	4,13 AB	3,85 BC	4,95 A	2,65 D	2,92 CD	3,24 BCD	3,51 BCD
75	3,76 E	5,10 BC	6,44 A	6,05 A	3,63 E	3,96 DE	4,35 CDE	4,94 CD
CVp (%) ³	14,87							
CVs (%)	12,46							

¹Médias seguidas de mesma letra maiúscula na horizontal, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ²D1 e D2 correspondem a populações de 31.250 e 46.875 plantas ha⁻¹, e N0, N1, N2 e N3 às doses de 0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio, respectivamente. ³CVp e CVs: coeficiente de variação da parcela (população x dose de N) e da subparcela (Época)

Na menor densidade de plantio a aplicação de 200 e 300 kg ha⁻¹ de N proporcionaram maiores acúmulos de cálcio, sendo em média, 66% superior ao acúmulo de cálcio na dose sem aplicação de nitrogênio. Nota-se que as doses de 200 e

300 kg ha⁻¹ de N na menor densidade em todos os nutrientes estudados até o momento foram responsáveis por maiores acúmulos (Tabela 9).

As curvas que descrevem os acúmulos de cálcio em função dos tratamentos encontram-se na Figura 8. As metades dos acúmulos de cálcio no repolho foram observadas, no período de 44 a 53 DAT, com média de 48 DAT na densidade de 31.250 plantas/ha e 46 DAT na densidade 46.875 plantas/ha (Figura 8).

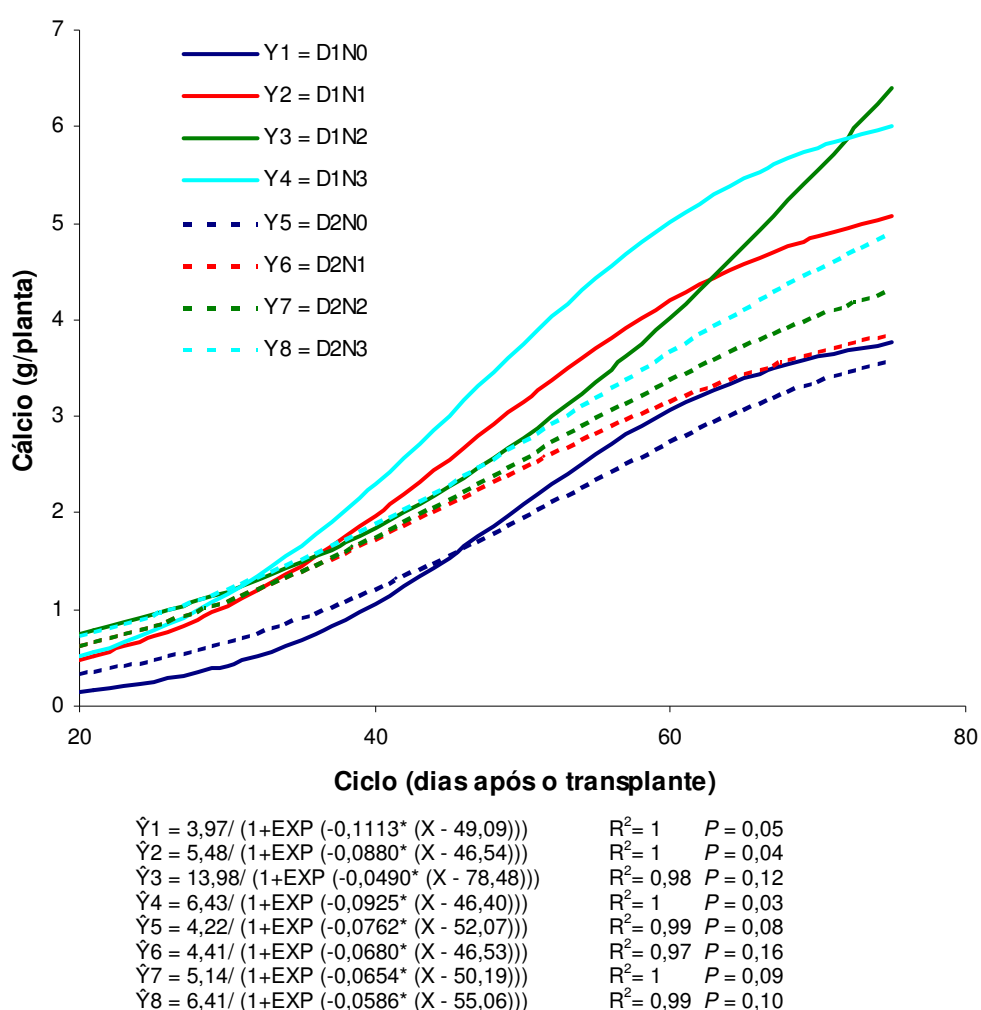


Figura 8. Cálcio na matéria seca da parte aérea do repolho, híbrido Astrus, nas doses 0 (N0), 100 (N1), 200 (N2) e 300 kg ha⁻¹ (N3) de N e densidades de 31.250 (D1) e 46.875 (D2) plantas por hectare, no decorrer do ciclo. UNESP – Jaboticabal (SP). 2008.

De acordo com as equações de ajuste (Figura 8) o acúmulo de cálcio na parte aérea do repolho 'Astrus' foi 3,76 (D1N0); 5,06 (D1N1); 6,39 (D1N2); 6,01(D1N3); 3,59 (D2N0); 3,85 (D2N1); 4,29 (D2N2) e 4,88 g/planta (D2N3).

Quando recalculadas as quantidades de cálcio em kg ha^{-1} os acúmulos foram 117,5 (D1N0); 158 (D1N1); 199,9 (D1N2); 168,4 (D1N3); 187,8 (D2N0); 180,5 (D2N1); 201,5 (D2N2) e 229,1 (D2N3).

O acúmulo de magnésio na matéria seca de repolho apresentou interação significativa entre tratamentos e época de coleta (Tabela 7).

Aos 20 DAT as quantidades de magnésio foram maiores em plantas adubadas do que nas que não receberam N, independentemente da densidade de plantio. Vinte dias após, os tratamentos não diferiram. Aos 75 DAT, plantas adubadas com N, na menor densidade acumularam 52,5% mais magnésio do que plantas também adubadas com N, mas na maior densidade de plantio. Assim como observado para potássio e cálcio, e diferente do ocorrido para nitrogênio, fósforo, MSPA e AF não houve diferença significativa entre a menor e maior densidade de plantio nos tratamentos sem aplicação de N (Tabela 10).

Na menor densidade de plantio, plantas adubadas com 200 e 300 kg ha^{-1} de N apresentaram maior acúmulo de magnésio na matéria seca da parte aérea. Na maior densidade de plantio, a adubação com 300 kg ha^{-1} de N foi responsável pelo maior acúmulo (1,058 g/planta), sem diferir da dose de 200 kg ha^{-1} de N (Tabela 8).

O maior acúmulo (1,614 g/planta) ocorreu com aplicação de 200 kg ha^{-1} de N na menor densidade de plantio não diferindo da adubação com 300 kg ha^{-1} na mesma densidade (Tabela 10). Este acúmulo é 7,33 vezes superior ao encontrado por

OLIVEIRA et al. (2003) com aplicação de 36t/ha de cama aviária e densidade populacional de 27.778 plantas/ha.

Tabela 10. Magnésio na matéria seca da parte aérea (g/planta), do repolho híbrido Astrus, no decorrer do ciclo em função dos tratamentos e épocas de coleta. UNESP – Jaboticabal (SP). 2008.

Época (dias)	D1N0 ²	D1N1	D1N2	D1N3	D2N0	D2N1	D2N2	D2N3
20	0,029 B ¹	0,074 A	0,072 A	0,076 A	0,035 B	0,065 A	0,082 A	0,100 A
40	0,162 A	0,327 A	0,300 A	0,372 A	0,213 A	0,314 A	0,257 A	0,299 A
60	0,433 C	0,743 AB	0,612 ABC	0,804 A	0,537 BC	0,547 BC	0,557 BC	0,613 ABC
75	0,824 C	1,095 B	1,614	1,548 A	0,825 C	0,825 C	0,971 BC	1,058 B
CVp (%) ³	17,24							
CVs (%)	11,53							

¹Médias seguidas de mesma letra maiúscula na horizontal, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ²D1 e D2 correspondem a populações de 31.250 e 46.875 plantas ha⁻¹, e N0, N1, N2 e N3 às doses de 0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio, respectivamente. ³CVp e CVs: coeficiente de variação da parcela (população x dose de N) e da subparcela (Época)

De acordo com as curvas que descrevem os acúmulos de magnésio em função dos tratamentos para o acúmulo de 50% do magnésio total na parte aérea os tratamentos na densidade de 31.250 plantas/ha foram heterogêneos, o tratamento D1N1 apresentou este valor aos 52 DAT, já o tratamento D1N2 atingiu os 50% somente aos 64 DAT. No entanto, na densidade de 46.875 plantas/ha houve homogeneidade, todos os seus tratamentos atingiram os 50% de acúmulo entre 54 e 56 DAT (Figura 9).

Segundo as equações de ajuste ao final do ciclo os acúmulos mostraram-se máximos 0,82 (D1N0); 1,09 (D1N1); 1,61 (D1N2); 1,54 (D1N3); 0,82 (D2N0); 1,00 (D2N1); 0,96 (D2N2) e 1,05 (D2N3) g/planta (Figura 9). As quantidades de magnésio acumuladas, em kg ha⁻¹, foram: 25,7 (D1N0); 34,1 (D1N1); 50,3 (D1N2); 48,1 (D1N3); 38,6 (D2N0); 46,9 (D2N1); 45,4 (D2N2); 49,4 (D2N3).

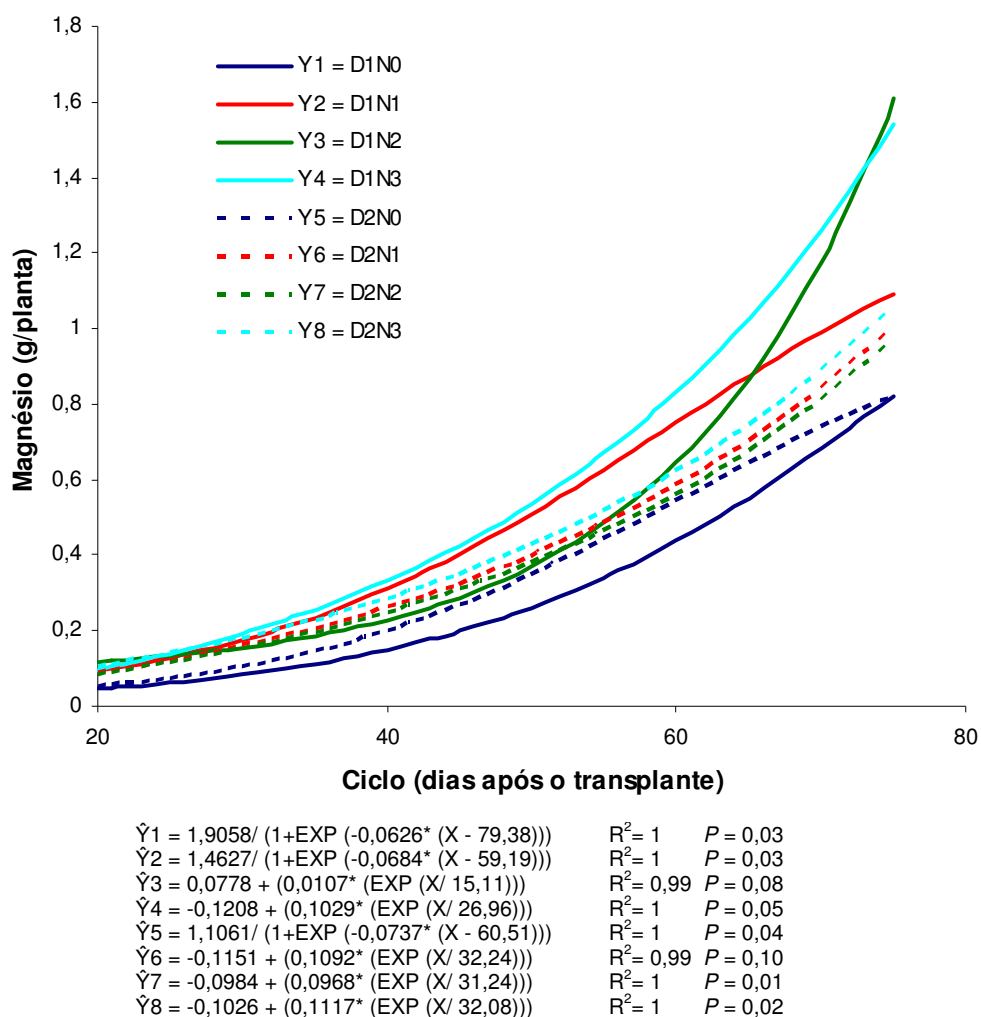


Figura 9. Magnésio na matéria seca da parte aérea do repolho, híbrido Astrus, nas doses 0 (N0), 100 (N1), 200 (N2) e 300 kg ha⁻¹ (N3) de N e densidades de 31.250 (D1) e 46.875 (D2) plantas por hectare, no decorrer do ciclo. UNESP – Jaboticabal (SP). 2008.

Houve interação significativa entre tratamentos e época de coleta para acúmulo de enxofre (Tabela 7). Aos 20 DAT, embora as quantidades do nutriente tenham sido 108% maiores em plantas adubadas do que nas que não receberam N, independe da densidade de plantio, os tratamentos foram estatisticamente iguais. Aos 40 DAT apenas

D1N0 (0,131 g/planta) e D1N3 (0,268 g/planta) apresentaram diferença significativa. Aos 60 DAT, o tratamento menos adensado com aplicação de 300 kg ha⁻¹ de N (D1N3) continuou a apresentar maior acúmulo de enxofre (0,582 g/planta) não diferindo estatisticamente dos tratamentos D1N1, D1N2 e D2N3. Ao final do cultivo, plantas na menor densidade de plantio e que receberam 200 e 300 kg ha⁻¹ de N acumularam as mesmas quantidade de magnésio (0,766 g/planta) não diferindo estatisticamente da adubação com 100 kg ha⁻¹ (0,688 g/planta) (Tabela 11). Os resultados apresentados até o momento corroboram entre si, demonstrando que, em média, a densidade de 31.250 plantas/ha apresenta maiores acúmulos de nutrientes por planta.

Na menor densidade de plantio os tratamentos com aplicação de N não diferiram significativamente entre si, como observado para K, P, N, MSPA e AF, apresentando, em média, acúmulo 51% maior do que na ausência de adubação nitrogenada. Na maior densidade de plantio, apenas a dose 300 kg ha⁻¹ de N foi superior a ausência de adubação com N.

Tabela 11. Enxofre na matéria seca da parte aérea (g/planta) do repolho híbrido Astrus, no decorrer do ciclo em função dos tratamentos e épocas de coleta. UNESP – Jaboticabal (SP). 2008.

Época (dias)	D1N0 ²	D1N1	D1N2	D1N3	D2N0	D2N1	D2N2	D2N3
20	0,025 A ¹	0,057 A	0,057 A	0,060 A	0,025 A	0,049 A	0,056 A	0,034 A
40	0,131 B	0,260 AB	0,256 AB	0,268 A	0,144 AB	0,218 AB	0,215 AB	0,228 AB
60	0,397 BC	0,578 A	0,520 AB	0,582 A	0,370 C	0,392 BC	0,428 BC	0,466 ABC
75	0,491 BC	0,688 AB	0,766 A	0,766 A	0,404 C	0,529 BC	0,500 BC	0,544 B
CVp (%) ³	15,79							
CVs (%)	8,47							

¹Médias seguidas de mesma letra maiúscula na horizontal, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ²D1 e D2 correspondem a populações de 31.250 e 46.875 plantas ha⁻¹, e N0, N1, N2 e N3 às doses de 0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio, respectivamente. ³CVp e CVs: coeficiente de variação da parcela (população x dose de N) e da subparcela (Época)

De acordo com as curvas de acúmulo da Figura 10 metade de todo enxofre acumulado foi constatado, aproximadamente aos 48 e 45 DAT na menor e maior densidade de plantio, respectivamente, com amplitude de 44 a 51 DAT.

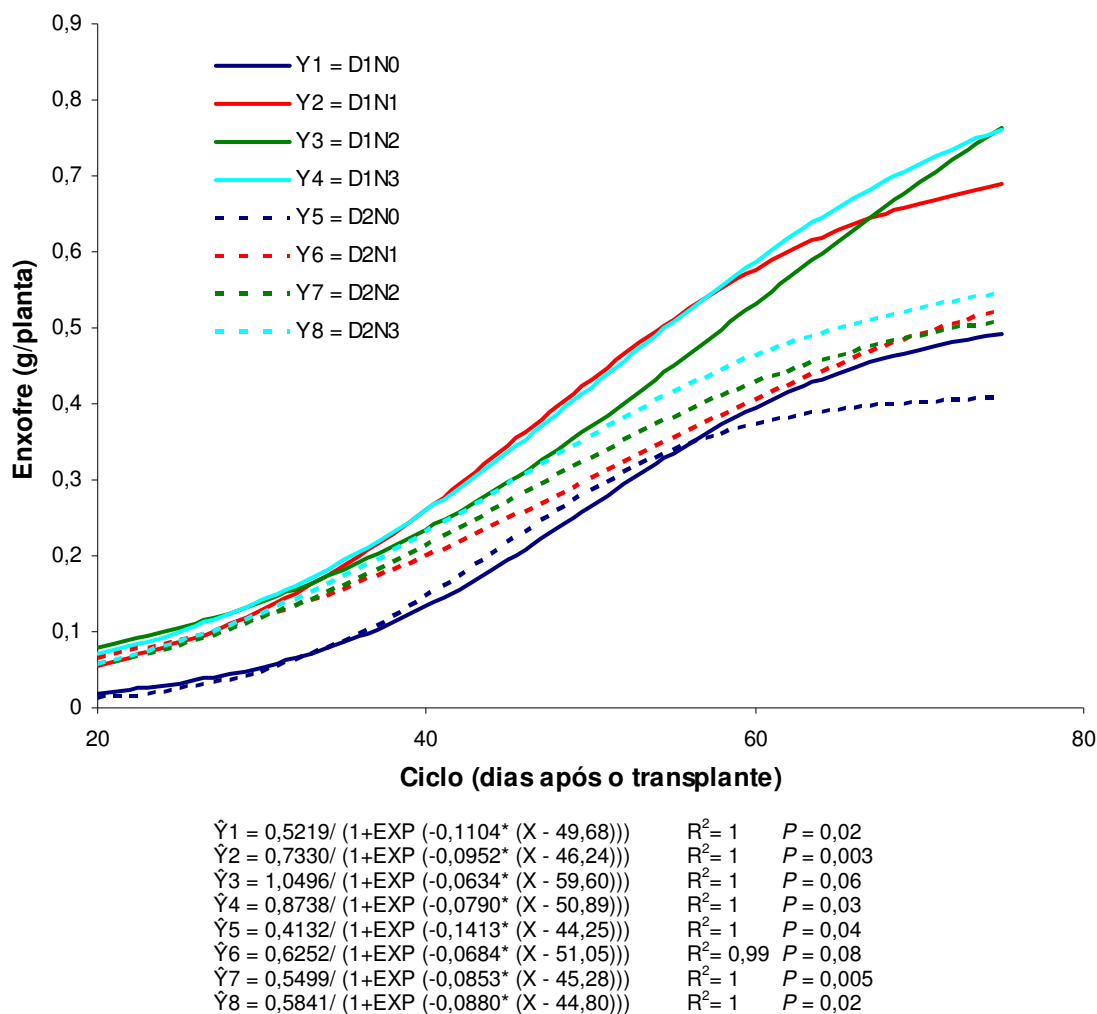


Figura 10. Enxofre na matéria seca da parte aérea do repolho, híbrido Astrus, nas doses 0 (N0), 100 (N1), 200 (N2) e 300 kg ha⁻¹ (N3) de N e densidades de 31.250 (D1) e 46.875 (D2) plantas por hectare, no decorrer do ciclo. UNESP – Jaboticabal (SP). 2008.

Os acúmulos de enxofre foram maximizados ao final do cultivo e correspondem a 0,49 (D1N0); 0,69 (D1N1); 0,76 (D1N2); 0,76 (D1N3); 0,40 (D2N0); 0,52 (D2N1); 0,51 (D2N2) e 0,54 (D2N3) g/planta (Figura 10). Observa-se que como já descrito para os demais nutrientes, em área, o acúmulo foi maior em cultura mais adensada. Os valores em kg ha^{-1} , foram 15,37 (D1N0); 21,51 (D1N1); 23,8 (D1N2); 23,76 (D1N3); 19,11 (D2N0); 24,5 (D2N1); 23,9 (D2N2); e 25,6 g/planta (D2N3) demonstra que na densidade de 46.875 plantas/ha os acúmulos foram superiores.

Considerando o apresentado para todos os macronutrientes (Tabelas 5, 6, 8, 9, 10 e 11) as ordens decrescentes de acúmulo, conforme condição de cultivo encontram-se na Tabela 12. Surpreendeu a primeira posição para cálcio, provavelmente, favorecido pelo teor do nutriente no solo já existente, $38 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, considerado muito alto por RAIJ et al. (1997), e pela calagem realizada para elevar a saturação por bases a 80%, conforme orientação de TRANI et al. (1997).

Diferentemente da seqüência constatada, MALAVOLTA et al. (1976) citam como os três nutrientes mais acumulados o N, K, S, FURLANI et al. (1978) citam a mesma seqüência inicial reportada por MALAVOLTA et al. (1976) e complementam a seqüência decrescente com Ca, P e Mg. A posição do P à frente do Mg na seqüência decrescente de acúmulo não foi verificada nos tratamentos estudados, bem como do enxofre a frente do magnésio e fósforo.

Tabela 12. Seqüência decrescente de acúmulo de macronutrientes na planta de repolho 'Astrus', ao fim do cultivo, em função dos tratamentos avaliados.

Tratamentos	Seqüência
D1N0¹	Ca $\approx$ N > K > Mg = P > S
D1N1	Ca $\approx$ N > K > Mg $\approx$ P > S
D1N2	Ca > N > K > Mg > P > S
D1N3	Ca > N > K > Mg > P > S
D2N0	Ca > N > K > Mg > P > S
D2N1	Ca > N > K > Mg = P > S
D2N2	Ca > N > K > Mg > P > S
D2N3	Ca > N > K > Mg > P > S

¹D1 e D2 correspondem a populações de 31.250 e 46.875 plantas ha⁻¹, e N0, N1, N2 e N3 às doses de 0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio, respectivamente.

²Sinal $\approx$ corresponde ao acúmulo do nutriente em quantidade não superior a 10% do outro nutriente em comparação, = corresponde ao acúmulo do nutriente em quantidade não superior a 1% do outro.

4.1.1.3 Exportação de macronutrientes

Em percentagem do total acumulado pela cultura, os nutrientes mais exportados foram N, P e K (Tabela 13), muito provavelmente devido à própria mobilidade que apresentam na planta. Os resultados observados para N, P e K assemelham-se aos de HARA & SONODA (1979), que constataram maiores quantidades de N, P e K nas folhas internas do repolho do que nas folhas externas ao produto comercial. As quantidades de Ca também foram relevantes, mas os percentuais não atingiram um terço do total. HARA & SONODA (1979) também verificaram que a quantidade de Ca presente em folhas internas do repolho foi muito pequena em relação ao acumulado pela planta toda.

As exportações de Mg foram, em média, percentualmente maiores em culturas mais adensadas para menores doses de N. Maiores exportações em plantas sob cultivo mais adensado podem ser atribuídos à menor AF nestas plantas do que sob menor densidade (Tabela 2). Menor, área foliar, menor quantidade de clorofilas, porfirinas magnesianas e, conseqüentemente, menor proporção de Mg presente nas folhas externas ao repolho, responsáveis pela fotossíntese da planta, e folhas internas do repolho e caule.

Tabela 12. Quantidades exportadas de macronutrientes no repolho (produto comercial) em função dos tratamentos e percentual (entre parênteses) do total acumulado pela planta, híbrido Astrus, UNESP – Jaboticabal (SP), 2008.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
g/repolho (produto comercial)						
D1N0¹	1,65	0,44	0,90	0,84	0,21	0,20
D1N1	2,12	0,52	1,57	1,20	0,31	0,30
D1N2	2,49	0,72	1,66	1,91	0,86	0,33
D1N3	2,74	0,82	1,94	1,89	0,81	0,32
D2N0	1,05	0,29	0,77	0,77	0,28	0,12
D2N1	1,70	0,47	1,18	1,07	0,44	0,23
D2N2	1,63	0,49	0,97	1,19	0,52	0,23
D2N3	1,48	0,44	0,91	1,46	0,52	0,22
kg ha ⁻¹						
D1N0¹	51,6 (46%)	13,8 (53%)	28,1 (42%)	26,3 (22%)	6,6 (25%)	6,3 (41%)
D1N1	66,3 (51%)	16,2 (44%)	49,1 (49%)	37,5 (23%)	9,7 (28%)	9,4 (44%)
D1N2	77,8 (54%)	22,5 (57%)	51,9 (47%)	59,7 (30%)	26,9 (53%)	10,3 (43%)
D1N3	85,6 (55%)	25,6 (66%)	60,6 (55%)	59,1 (31%)	25,3 (53%)	10,0 (42%)
D2N0	49,2 (30%)	13,6 (46%)	36,1 (43%)	36,1 (21%)	13,1 (34%)	5,6 (30%)
D2N1	79,7 (47%)	22,0 (57%)	55,3 (51%)	50,2 (29%)	20,6 (44%)	10,8 (44%)
D2N2	76,3 (45%)	23,2 (63%)	45,4 (42%)	55,7 (28%)	24,3 (53%)	10,8 (45%)
D2N3	69,3 (40%)	20,6 (51%)	42,6 (42%)	68,2 (30%)	24,3 (49%)	10,3 (40%)

¹D1 e D2 correspondem a populações de 31.250 e 46.875 plantas ha⁻¹, e N0, N1, N2 e N3 às doses de 0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio, respectivamente.

Quanto ao enxofre, exceção ao tratamento mais adensado não adubadas com N, os percentuais de exportação de enxofre foram muito próximos entre si. Considerando que o enxofre é um nutriente pouco móvel na planta, os percentuais observados podem ser considerados elevados. Muito, provavelmente, as quantidades presentes no repolho não correspondem a redistribuição do nutriente próximo ao fim do ciclo, mas sim às características peculiares da espécie que assim como outras brássicas são ricas em enxofre em seu produto comercial.

4.1.2 Número de folhas externas e internas

O número de folhas externas (NFE) não foi influenciado significativamente pela interação dos fatores, apenas pela densidade de plantio (Tabela 14).

Na menor densidade populacional, obteve-se o maior número de folhas externas por planta (15,58 folhas/planta), três folhas a mais do que na maior densidade de plantas (12,58 folhas planta⁻¹), um aumento de 23,8%. Estes números de folhas externas observados, independente da densidade populacional, estão próximos aos encontrados por ATHANÁZIO & MAISTROVICZ (2007), que trabalhando com diferentes cultivares de repolho verde na densidade de 20.833 plantas/ha encontram NFE entre 12,71 e 14,71. No entanto, STEPANOVIC et al. (2000), nas densidades de 33.715 e 47.620 plantas/ha, relataram menor número de folhas externas do que no presente trabalho, respectivamente, 11,20 e 8,96 na menor e maior densidade de plantio.

A densidade populacional relaciona-se diretamente com a intensidade de competição entre plantas por espaço e fatores de crescimento, principalmente,

luminosidade. Plantas de repolho sob menor densidade dispunham de 0,32 m² por planta enquanto na cultura mais adensada, cerca de 0,21 m², o que permitiu àquelas melhor aproveitamento dos recursos do meio, por conseguinte, maior número de folhas.

Tabela 14. Valores de F, significâncias e coeficientes de variação das características avaliadas, número de folhas externas (NFE) e número de folhas internas (NFI) do repolho, híbrido Astrus, em função dos fatores densidades de plantio e doses de nitrogênio. UNESP - Jaboticabal (SP). 2008.

Causas de Variação	NFE	NFI
Densidade de plantio (D)	33,4760 **	1,8308 ^{NS}
Nitrogênio (N)	0,6544 ^{NS}	4,0268 *
D x N	1,2399 ^{NS}	0,9523 ^{NS}
C. V.(%)	1,27	6,94

* significativo a 5%, ** significativo a 1%, ^{NS} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

O menor número de folhas do repolho como resultado da menor área disponível às plantas também foi observado em outras hortaliças folhosas, como almeirão (PAULA et al., 2002a) e couve-da-malásia (FERREIRA et al., 2002).

Para o número de folhas internas (NFI), assim como constatado para o NFE, não houve interação dos fatores (Tabela 14). Os NFI observados em repolho de plantas cultivadas sob 31.250 e 46.875 plantas por hectare foram 37,7 e 36,3 por planta, respectivamente.

No estudo de regressão polinomial, verificou-se ajuste linear para NFI em resposta às doses de N na densidade de 31.250 plantas/ha (Figura 11). A dose de 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio proporcionou o maior número de folha (40,77 folhas/planta), enquanto sem aplicação de N, constatou-se planta com 34,56 folhas, cerca de 15% menos. Não houve ajuste de regressões polinomiais na densidade de 46.250

plantas/ha, sendo a média geral da densidade 36,25 folhas/planta (Figura 11). Conforme observado para NFE, o NFI foi muito próximo aos relatados por ATHANÁZIO & MAISTROVICZ (2007), que relatam nas diferentes cultivares de 36,4 a 42,8 folhas por repolho (produto comercial).

Efeito significativo das doses de nitrogênio somente sobre o NFI pode ser devido à maior exigência em N pela planta durante a formação da cabeça de repolho (folhas internas). Segundo Hara & Sonoda (1979) citado por KIMOTO (1993), o acúmulo de N pelas folhas internas iniciou-se a partir dos 70 dias e aos 100 dias superou a quantidade acumulada nas folhas externas.

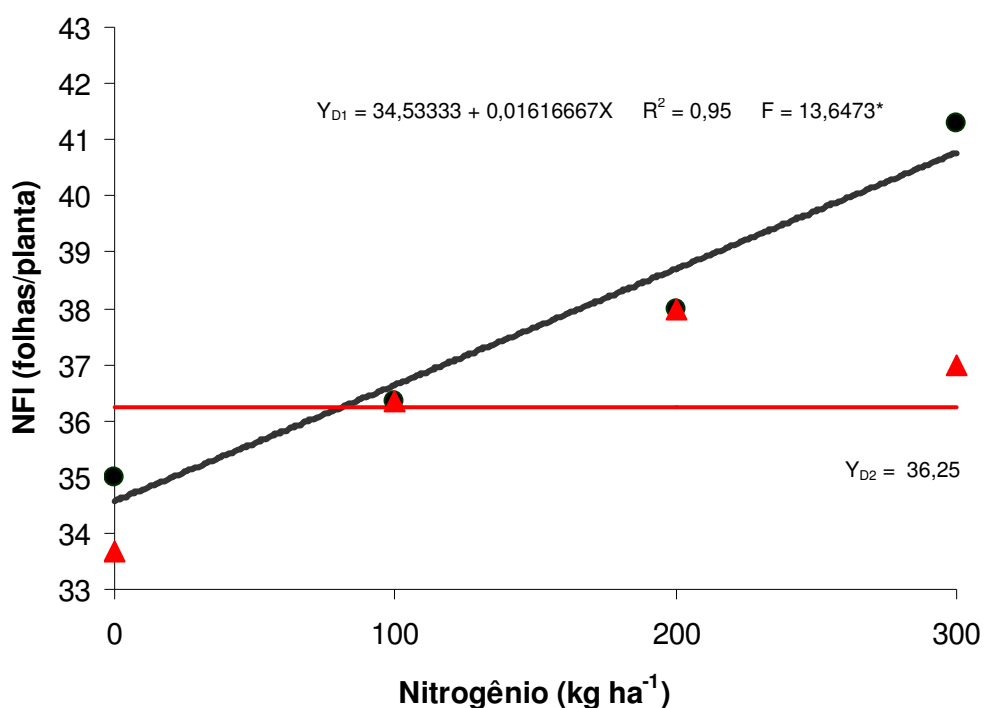


Figura 11. Número de folhas internas (NFI) de repolho, híbrido Astrus, nas densidades populacionais de 31.250 plantas/ha (D1) e 46.875 plantas/ha (D2), em função da dose de nitrogênio aplicada ao solo. UNESP – Jaboticabal (SP). 2008.

4.1.3 Matéria seca da folha externa e interna

A matéria seca da folha externa (MSFE) foi influenciada significativamente pelos fatores doses de nitrogênio e de densidade populacional e pela interação dos fatores (Tabela 15).

Tabela 15. Valores de F, significâncias e coeficientes de variação das características avaliadas, matéria seca da folha externa (MSFE) e matéria seca da folha interna (MSFI), do repolho, híbrido Astrus, em função dos fatores densidades de plantio e doses de nitrogênio. UNESP - Jaboticabal (SP). 2008.

Causas de Variação	MSFE	MSFI
Densidades de plantio (D)	31,6951 **	89,3458 **
Nitrogênio (N)	4,0138 *	18,9425 **
D x N	3,6929 *	2,0040 ^{NS}
C. V.(%)	15,12	12,53

* significativo a 5%, ** significativo a 1%, ^{NS} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

As médias de MSFE em resposta a fertilização nitrogenada, na maior densidade populacional, não se ajustaram à equações de regressão polinomial enquanto, na menor densidade houve ajuste quadrático (Figura 12). A dose de nitrogênio necessária para maximizar a MSFE (88,62 g/planta), na menor densidade de plantas, foi de 187 kg ha⁻¹. O máximo obtido na menor densidade foi cerca de 67% maior do que a média de MSFE verificada na maior densidade. Na dose de 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio a redução na produção de MSFE da menor densidade foi 13,5% em relação ao máximo obtido com 113 kg ha⁻¹ de N a menos. A MSFE máxima, observada na menor densidade populacional foi semelhante a MSFE, média, (88,1 g/planta) relatada por PECK (1981)

com a aplicação de 150 kg ha⁻¹. Entretanto o autor relata que a máxima MSPA encontrada por ele (100,25 g/planta) foi constatada com a aplicação de 300 kg ha⁻¹ de N.

A matéria seca de folha externa correlacionou-se com o número de folhas externas ao repolho, $r = 0,64^{**}$ (Tabela 16). Assim como para NFE maior MSFE foi observada também na menor população.

Tabela 16. Coeficiente de correlação de Pearson e significância entre as características acúmulo de nitrogênio na parte aérea (ANPA); número de folhas externas e internas (NFE e NFI); diâmetro do caule na inserção das folhas (DCI); diâmetro transversal e longitudinal da “cabeça” (DTR e DLR); matéria fresca repolho (MFR); matéria seca das folhas externas, internas e caule (MSFE, MSFI, MSC) do repolho híbrido Astrus. UNESP – Jaboticabal (SP). 2008.

	ANPA	NFE	NFI	DCI	DTR	DLR	MFR	MSFE	MSFI
NFE	0,49*								
NFI	0,56**	-0,05 ^{ns}							
DCI	0,68**	0,56**	0,26 ^{ns}						
DTR	0,71**	0,04 ^{ns}	0,61**	0,58**					
DLR	0,74**	0,32 ^{ns}	0,44*	0,66**	0,66**				
MFR	0,87**	0,27 ^{ns}	0,62**	0,68**	0,87**	0,79**			
MSFE	0,87**	0,64**	0,29 ^{ns}	0,73**	0,57**	0,79**	0,75**		
MSFI	0,95**	0,45*	0,59**	0,72**	0,78**	0,81**	0,89**	0,84**	
MSC	0,75**	0,19 ^{ns}	0,62**	0,52*	0,67**	0,68**	0,81**	0,57**	0,78**

ns – não significativo (p<0,05), * significativo (p<0,05), ** significativo (p<0,01).

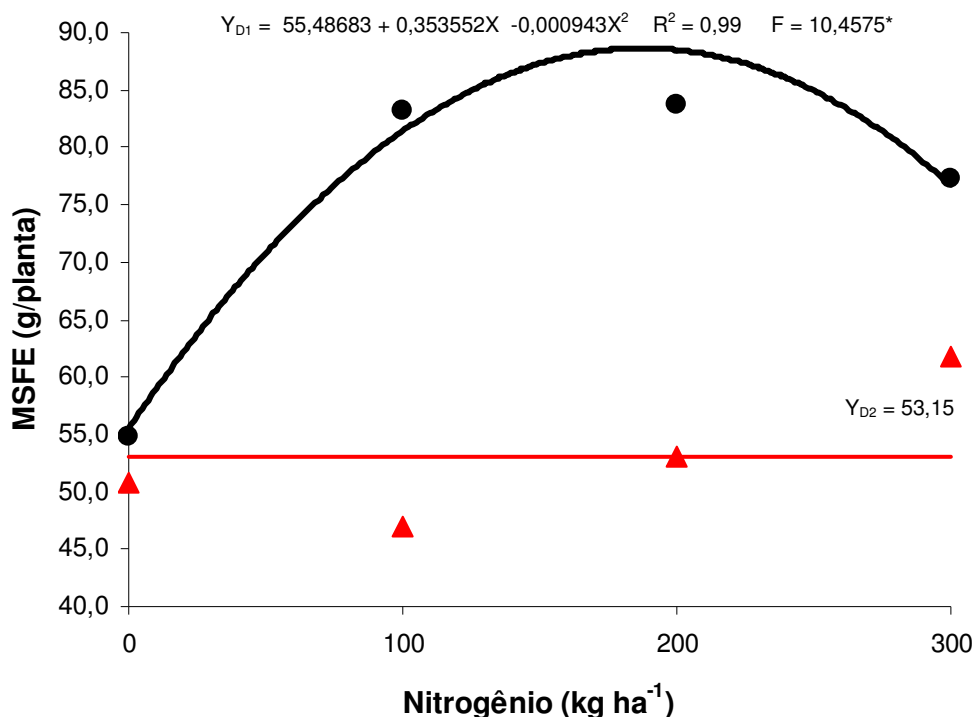


Figura 12. Matéria seca da folha externa (MSFE) de repolho, híbrido Astrus, nas densidades populacionais de 31.250 plantas/ha (D1) e 46.875 plantas/ha (D2), em função da dose de nitrogênio aplicada ao solo. UNESP – Jaboticabal (SP). 2008.

Quanto à característica matéria seca da folha interna (MSFI), não houve efeito significativo da interação dos fatores, mas efeito significativo isolado, tanto de doses de nitrogênio quanto da densidade de plantio (Tabela 14).

Com relação ao fator doses de nitrogênio, as médias ajustaram-se a equações de modelo quadrático e linear, na menor e maior densidade populacional, respectivamente (Figura 13). A dose de 227 kg ha⁻¹ de nitrogênio na densidade de 31.250 plantas/ha proporcionou máxima produção de matéria seca da folha interna

(117,38 g/planta), cerca de, 77% a mais do que sem a aplicação de N (66,4 g/planta) e 65% a mais do que a maior MSFI (71,2 g/planta), obtida com 300 kg ha⁻¹ de N na densidade de 46.875 plantas por hectare. A diferença entre as curvas de ajuste obtidas nas duas densidades avaliadas reflete o maior espaço disponível para seu desenvolvimento (menor competição por nitrogênio) o repolho pode expressar o seu potencial produtivo em doses menores de N, enquanto na maior densidade este potencial, provavelmente, se apresente em doses superiores a 300 kg ha⁻¹ de N (Figura 13).

GUIRAL et al. (2002) trabalhando com couve-chinesa e PECK (1981) com repolho observaram que o acúmulo de MSFI (produto comercial) respondeu positivamente à aplicação de nitrogênio. Sendo que, o segundo autor, relata aumento de 52% da MSFI com adubação nitrogenada de 300 kg ha⁻¹ (162 g/planta) em relação a não aplicação de N (106 g/planta).

Foi verificada correlação entre a MSFI e o NFI, $r = 0,59^{**}$, e entre a MSFI e MSFE, $r = 0,84^{**}$ (Tabela 2A), o que corrobora para que a redução da MSFI na maior dose de N, na densidade de 31250 plantas/ha, também seja observada na MSFE.

Quanto à densidade de plantio, na menor densidade populacional foi observada MSFI de 99,14 g/planta, enquanto na condição mais adensada a MSFI foi de 60,52 g/planta, ou seja, redução de 39%, aproximadamente.

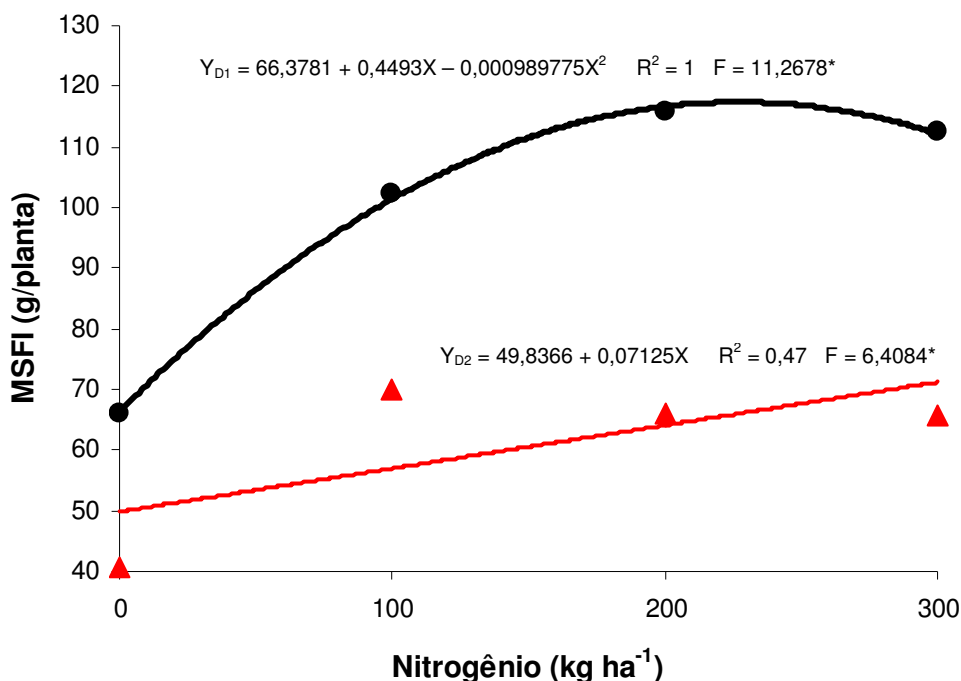


Figura 13. Matéria seca da folha interna (MSFI) de repolho, híbrido Astrus, nas densidades populacionais de 31.250 plantas/ha (D1) e 46.875 plantas/ha (D2), em função da dose de nitrogênio aplicada ao solo. UNESP – Jaboticabal (SP). 2008.

A redução significativa na MSFI sob elevada densidade populacional pode ser atribuída à menor área disponível para crescimento da planta, com reflexos negativos sobre a utilização do N e consequência de menores NFE, NFI e MSFE. A análise de correlação (Tabela 2A) confirma a relação entre estas características. Nela observa-se correlação entre MSFI, NFI e NFE. Entretanto a MSFE correlaciona-se apenas com NFE, isto demonstra claramente a dependência das folhas internas do aproveitamento

de luz das folhas externas e confirma a teoria de redistribuição de fotoassimilados para a parte interna.

4.1.4 Diâmetro e matéria seca do caule

O diâmetro do caule na inserção da cabeça do repolho (DCI) não foi influenciado pela interação dos fatores. Contudo, verificou-se efeito significativo da densidade de plantio. (Tabela 17).

Tabela 17. Valores de F, significâncias e coeficientes de variação das características avaliadas, diâmetro do caule na inserção do repolho (DCI) e matéria seca do caule (MSC) do repolho, híbrido Astrus, em função dos fatores densidades de plantio e doses de nitrogênio. UNESP - Jaboticabal (SP). 2008.

Causas de Variação	DCI	MSC
Densidade de plantio (D)	19,3975 **	14,4746 **
Nitrogênio (N)	1,0716 ^{NS}	7,4632 **
D x N	0,5650 ^{NS}	0,1730 ^{NS}
C. V.(%)	8,15	15,59

** significativo a 1%, ^{NS} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Na menor densidade de plantio obteve-se o maior DCI (42,44 mm), enquanto na maior população (plantio mais adensado) o diâmetro do caule foi 36,65 mm. Em função da maior competição entre plantas, houve redução no DCI, o que possivelmente reduz a translocação de água, nutrientes e fotoassimilados. Conforme observa-se na Tabela 2A, o DCI somente não apresentou correlação significativa com NFE. Entre as correlações observadas foi maior com o acúmulo de N na parte aérea, $r = 0,82^{**}$

(Tabela 2A), o que vem contribuir para ratificar a hipótese anterior de que maior DCI favorece o atendimento de maior demanda por nutrientes, compostos e água pela planta.

Mesmo sem ter havido efeito significativo do fator doses de N no DCI, realizou-se o estudo da regressão polinomial em cada densidade. Mas, não houve ajuste significativamente do DCI às doses de N, sendo observadas médias de 42,4 e 36,6 mm, respectivamente para as densidades de 31.250 e 46.875 plantas/ha.

A matéria seca do caule (MSC) não foi influenciada significativamente pela interação dos fatores e, sim, somente pela densidade de plantio (Tabela 15).

A menor densidade de plantio, assim como observado para as características NFE, NFI, MSFE e DCI também propiciou maior MSC (16,04 g/planta), enquanto na maior densidade obteve-se 21,6% a menos (12,57 g/planta). A matéria seca do caule está diretamente relacionada ao diâmetro do caule da planta $r = 0,51^*$ (Tabela 2A). Assim, como o maior DCI foi obtido na menor densidade de plantio, a maior MSC também foi obtida nessa condição. A MSC só não apresentou correlação significativa com o NFE e o NFI (Tabela 2A).

As respostas da planta às doses de nitrogênio para acúmulo de MSC, em ambas as densidades de plantio avaliadas, ajustaram-se ao modelo linear. A dose de 300 kg ha^{-1} de nitrogênio propiciou a maior MSC, 18,58 g/planta na densidade de 31.250 plantas/ha e 14,9 g/planta sob 46.875 plantas/ha (Figura 14). Os incrementos na MSC entre o não fornecimento de N e 300 kg ha^{-1} foram de 37% e 47% na menor e maior densidade populacional, respectivamente.

Embora as diferentes densidades populacionais apresentem o mesmo modelo de ajuste (linear) às doses de N, tem-se que a diferença de 3,3 g/planta entre plantas que não foram adubadas nas duas densidades, quando receberam 300 kg ha⁻¹ de N a diferença de MSC aumenta para 3,6 g/planta, ou seja, sob menor densidade, o incremento de MSC do repolho é maior do que sob elevada densidade de plantio.

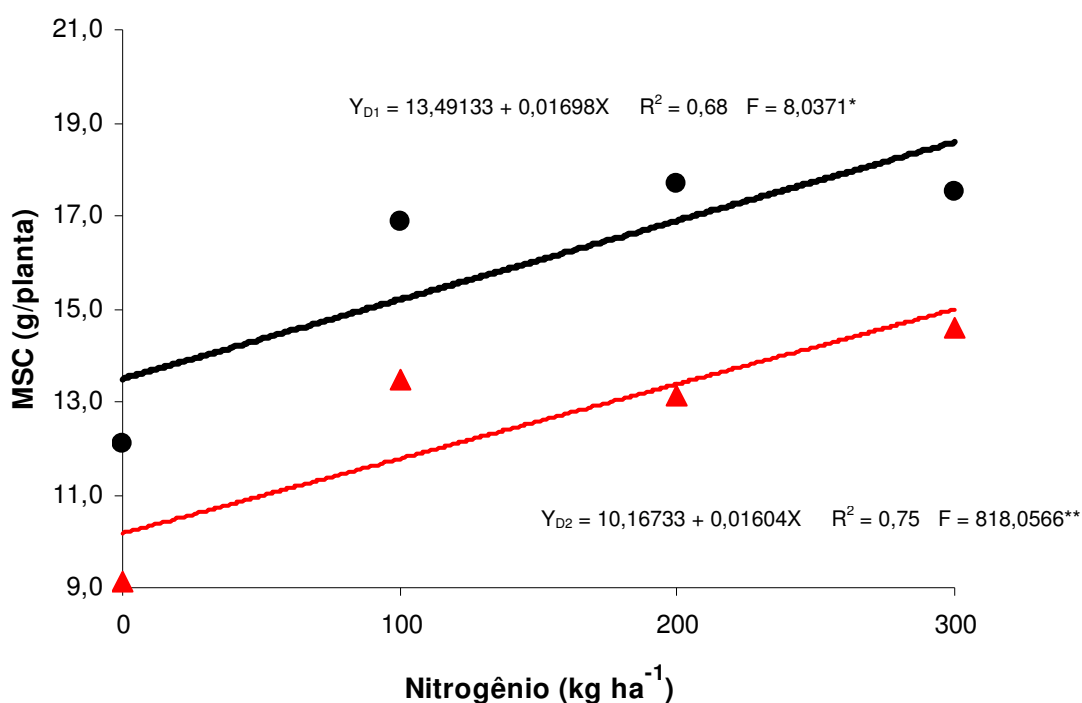


Figura 14. Matéria seca do caule (MSC) de repolho, híbrido Astrus, nas densidades populacionais de 31.250 plantas/ha (D1) e 46.875 plantas/ha (D2), em função da dose de nitrogênio aplicada ao solo. UNESP – Jaboticabal (SP). 2008.

4.1.5 Diâmetro transversal e longitudinal do repolho

Não houve efeito significativo da interação doses de nitrogênio e densidade de plantio sobre o diâmetro longitudinal (DLR) do repolho, mas houve efeito isolado dos fatores (Tabela 18).

Tabela 18. Valores de F, significâncias e coeficientes de variação das características avaliadas, diâmetro longitudinal (DLR) e diâmetro transversal (DTR) do repolho, híbrido Astrus, em função dos fatores densidade de plantio e doses de nitrogênio. UNESP - Jaboticabal (SP). 2008.

Causas de Variação	DLR	DTR
Densidade de plantio (D)	37,5607 **	7,4598 *
Nitrogênio (N)	13,1050 **	11,8281 **
D x N	1,1964 ^{NS}	1,4978 ^{NS}
C.V.(%)	2,87	6,57

* significativo a 5%, ** significativo a 1%, ^{NS} não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

As médias do DLR, em resposta às doses de nitrogênio foram ajustadas à equação de modelo linear. A dose de 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio proporcionou maior diâmetro longitudinal de cabeça na menor (134,7 mm) e na maior (125,8 mm) (Figura 15). Contudo, pode-se inferir que o híbrido Astrus é geneticamente resistente ao crescimento longitudinal, pois com o incremento de 300 kg ha⁻¹ de N aumentou-se em 11 mm nas duas densidades. Esta pode ser uma interessante característica da cultivar, já que, no Brasil sabe-se que há preferência de repolhos com formato achatado.

A menor população de plantas proporcionou maior diâmetro (129,14 mm), enquanto na maior densidade obteve-se menor DLR (120,18 mm).

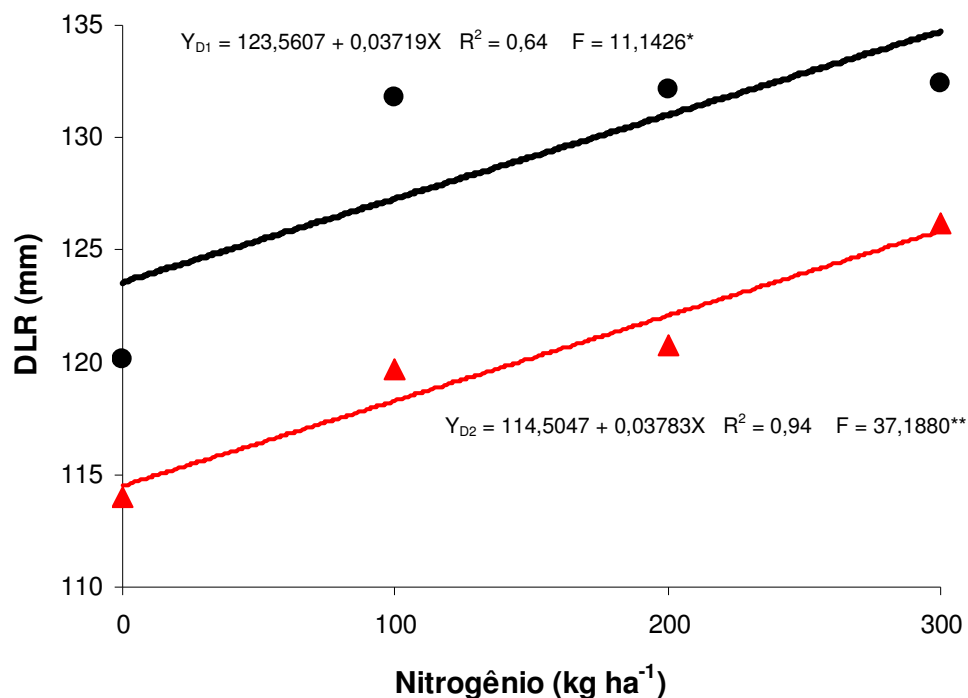


Figura 15. Diâmetro longitudinal (DLR) de repolho, híbrido Astrus, nas densidades populacionais de 31.250 plantas/ha (D1) e 46.875 plantas/ha (D2), em função da dose de nitrogênio aplicada ao solo. UNESP – Jaboticabal (SP). 2008.

Assim como para o diâmetro longitudinal, o diâmetro transversal do repolho (DTR) apresentou influência significativa dos fatores isoladamente, não sendo constatada interação (Tabela 18). A resposta do DTR às doses de N, ajustou-se um modelo quadrático para 31250 plantas/ha, sendo que na dose de 267 kg ha⁻¹ de nitrogênio proporcionou maior diâmetro transversal (222 mm). Na densidade de 46875 plantas/ha não houve ajuste dos dados, mas nota-se pelas médias observadas que a partir de 100 kg ha⁻¹ de N, o DTR permaneceu, praticamente, o mesmo (Figura 16).

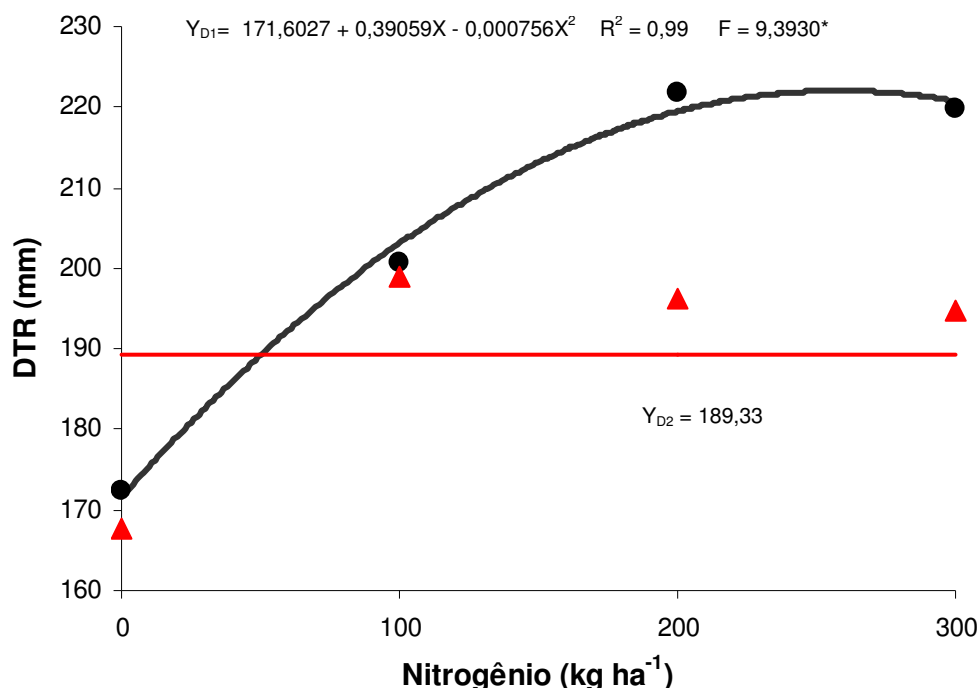


Figura 16. Diâmetro transversal (DTR) do repolho, híbrido Astrus, nas densidades populacionais de 31.250 plantas/ha (D1) e 46.875 plantas/ha (D2), em função da dose de nitrogênio aplicada ao solo. UNESP – Jaboticabal (SP). 2008.

Estudo sobre espaçamentos e doses de nitrogênio foi realizado por AQUINO et al. (2005b), para o repolho ‘Kenzan’. Os autores também não verificaram interação entre densidade de plantio e doses de N, sendo que os diâmetros médios transversal e longitudinal aumentaram de forma quadrática com o incremento das doses de nitrogênio, com máximos estimados de 188,3 mm e 137,6 mm, obtidos com as doses de 288,6 e 215,4 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Os valores de DLR e DTR observados por AQUINO et al. (2005b) são muito próximos aos verificados neste trabalho, embora com cultivares distintas. Também, a dose de N para maximizar DTR observada por AQUINO et al. (2005b) foi de apenas 21,6 kg ha⁻¹ a mais.

Quanto à densidade de plantio, a menor densidade populacional proporcionou maior DTC (203,73 mm), enquanto na condição de cultivo mais adensado propiciou menor diâmetro (189,34 mm). Estes valores são superiores ao encontrados por AQUINO et al. (2005b) que na densidade de 41.667 plantas/ha observou DTR de 171,1 mm, sendo este valor reduziu para 130,2 mm sob maior adensamento (83.333 plantas/ha). Estes autores citam que os resultados observados são devido à maior competição que ocorre nos menores espaçamentos e a importância do N no crescimento das plantas de repolho.

Conforme observado para DTR e DLR, o efeito do adensamento populacional parece sobrepor ao do N, pois independente da dose da adubação nitrogenada, menores diâmetros foram observados.

4.1.6 Matéria fresca da cabeça e produtividade

A matéria fresca do repolho (MFR) foi influenciada significativamente pela interação dos fatores (Tabela 17). As médias de MFR ajustaram-se aos modelos quadrático e linear, respectivamente, para as populações de 31.250 e 42.875 plantas por hectare.

As maiores MFR (2,10 kg/planta) na menor densidade e na maior densidade populacional (1,57 kg/planta) foram obtidas, respectivamente, com as doses de 244 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Este resultado corrobora o observado para MSFI, na qual menor densidade populacional proporcionou maior possibilidade de expressão do potencial produtivo da cultura, em função da menor competição das plantas e,

consequentemente, maiores MFR do que em cultura mais adensada. Maiores MFR foram obtidas com a população de 31.250 plantas/ha, independente da dose de N aplicada.

Tabela 17. Valores de F, significâncias e coeficientes de variação das características avaliadas, matéria fresca do repolho (MFR) e produtividade do repolho, híbrido Astrus, em função dos fatores densidade de plantio e doses de nitrogênio. UNESP - Jaboticabal (SP). 2008.

Causas de Variação	MFR	Produtividade
Densidade de plantio (D)	115,7788 **	18,5528 **
Nitrogênio (N)	67,4361 **	31,4632 **
D x N	10,9679 **	1,2569 ^{NS}
C. V.(%)	5,86	7,53

** significativo a 1%, ^{NS} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Enquanto na maior densidade de plantio o incremento na MFR, entre as doses 0 e 300 kg ha⁻¹ de N, foi de 35%, na menor densidade, entre as doses 0 e 244 kg ha⁻¹ de N, o incremento na MFR foi de 52% (Figura 17).

As MFR relatadas são inferiores às encontradas por ATHANÁZIO & MAISTROVICZ (2007) que avaliaram cinco cultivares de repolho e observou máxima 2,9 kg/planta e mínima 1,8 kg/planta nos cultivares Ombrios e Pólo, respectivamente. O híbrido Astrus teve MFR de 2,4 kg/planta, cultivado na densidade populacional de 20.833 plantas/ha.

Na maior densidade de plantas, em razão do elevado número de plantas por área, tem-se menor quantidade de N por planta, o que, associado à maior competição por outros fatores de crescimento, prejudicou o crescimento da planta, a expressão do potencial vegetativo, reportado nas características anteriormente descritas, e

consequentemente promoveram menor MFR. Entre as máximas MFR obtidas nas diferentes densidades populacionais, houve redução de, aproximadamente, 26% na MFR com o adensamento. O resultado corrobora os de outros trabalhos, tanto para repolho quanto para outras hortaliças folhosas, que utilizam do adensamento como ferramenta eficiente para manejo da cultura para reduzir o tamanho do produto comercial.

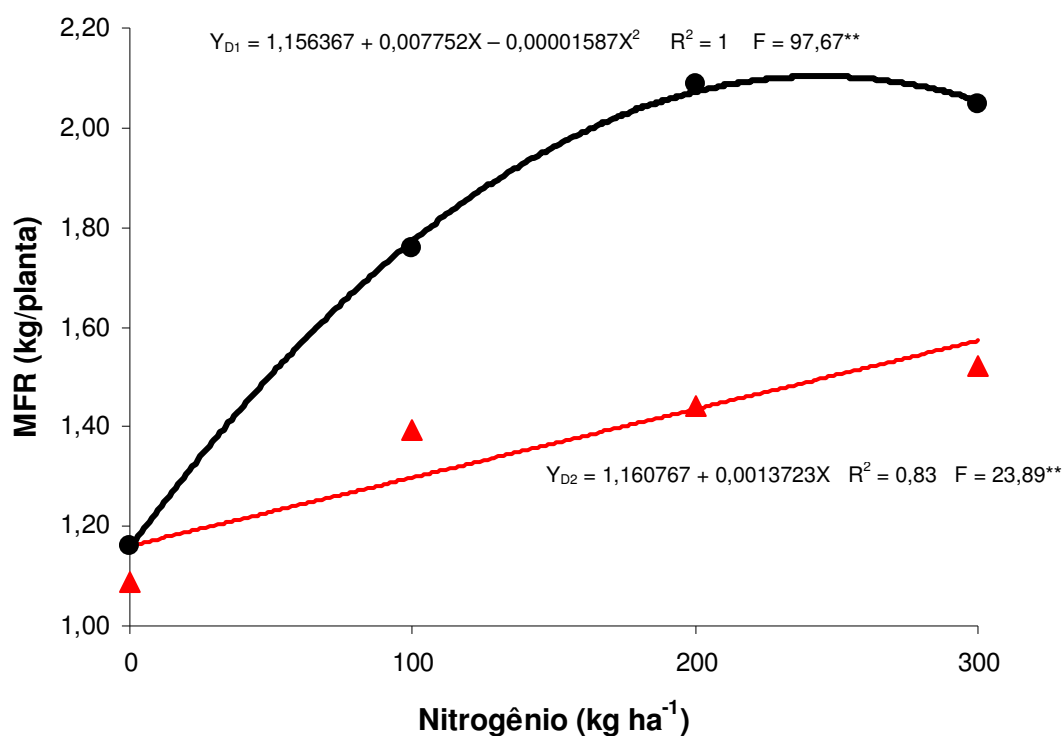


Figura 17. Matéria fresca do repolho (MFR) de repolho, híbrido Astrus, para as densidades populacionais de 31.250 plantas ha⁻¹ (D1) e 46.875 plantas/ha (D2), em função da dose de nitrogênio aplicada ao solo. UNESP - Jaboticabal(SP). 2008.

A produtividade não foi afetada significativamente pela interação dos fatores, mas por eles isoladamente (Tabela 17).

A máxima produtividade ($72,67 \text{ t ha}^{-1}$) de repolho foi obtida com 300 kg ha^{-1} de nitrogênio na densidade de 46875 plantas/ha, enquanto na densidade de 31.250 plantas a máxima foi de $65,8 \text{ t ha}^{-1}$, obtida com $247,8 \text{ kg ha}^{-1}$ de N (Figura 18). Verifica-se, então, que na menor densidade de plantio obteve maiores repolhos (MFR), enquanto na maior densidade obteve-se a máxima produtividade. Isto ocorreu porque a redução na MFR com aumento da densidade populacional foi proporcionalmente menor do que o acréscimo no número de plantas na área. AQUINO et al. (2005a) também verificaram maior produtividade ($104,27 \text{ t ha}^{-1}$) de repolho na maior densidade, $40 \times 30 \text{ cm}$, em comparação às menores densidades ($60 \times 30 \text{ cm}$; $100,77 \text{ t ha}^{-1}$ e $80 \times 30 \text{ cm}$; $96,97 \text{ t ha}^{-1}$).

A dose econômica, na menor densidade populacional, foi de $227,1 \text{ kg ha}^{-1}$, apenas 20 kg ha^{-1} de N a menos da dose necessária para maximizar a produtividade, sendo a produtividade $65,6 \text{ t ha}^{-1}$ muito próxima da máxima observada. Para a densidade de 46.875 plantas/ha não foi possível calcular a dose econômica em virtude do modelo linear a que se ajustou.

Esse cálculo deve ser feito pelo produtor no momento em que for decidir a adubação da cultura, adotando-se o preço médio histórico do repolho para a época da colheita. Para melhor e mais correta forma de decisão, o produtor deve agregar ao custo do fertilizante, no mínimo, outros custos tais como mão-de-obra para colheita, transporte do campo para “packing-house”, embalagens e transporte para o comércio.

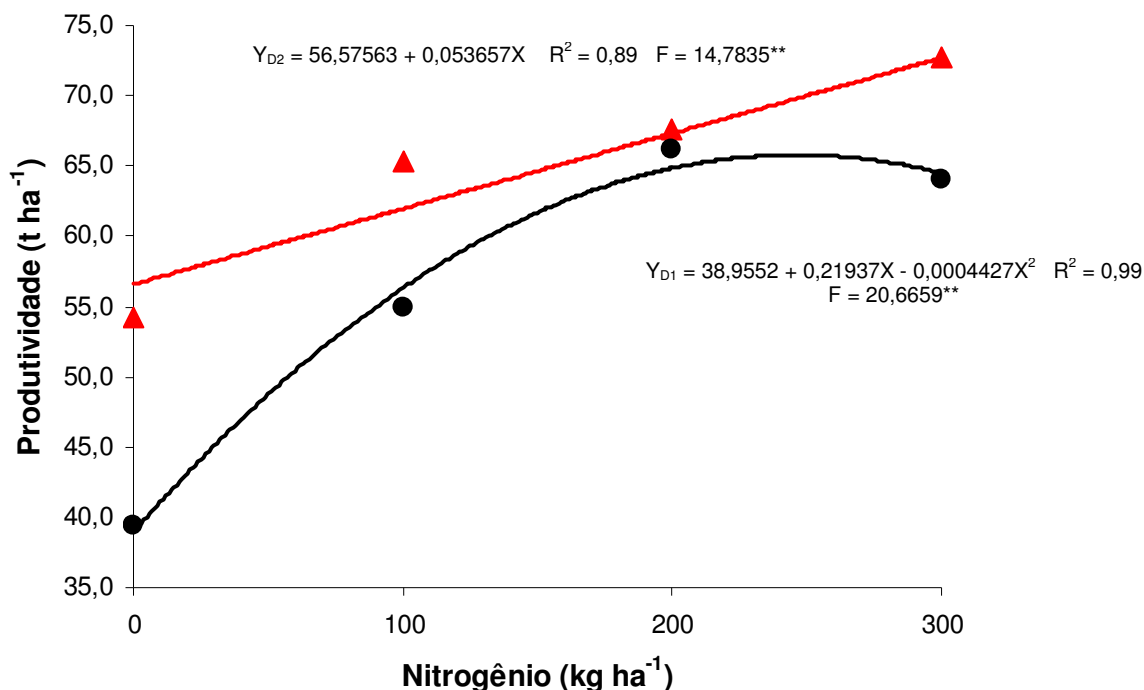


Figura 18. Produtividade de repolho, híbrido Astrus, para as densidades populacionais de 31.250 plantas/ha (D1) e 46.875 plantas/ha (D2), em função da dose de nitrogênio aplicada ao solo. UNESP – Jaboticabal (SP). 2008.

Quanto ao efeito da população de plantas, o cultivo mais adensado proporcionou produtividade de 63,82 t ha⁻¹, incremento de 14% na produtividade da cultura em relação ao cultivo menos adensado (55,9 t ha⁻¹).

Embora a máxima produtividade encontrada neste trabalho seja menor que a relatada por outros autores, 124 t ha⁻¹ PECK (1981); 88,7 t ha⁻¹ STOFFELLA & FLEMING (1990) e 104,27 t ha⁻¹ AQUINO et al. (2005a), e deve-se destacar que o presente experimento foi realizado em sistema de plantio em canteiros (6.250 m²), que possui menor área útil de cultivo em relação ao plantio sem canteiros, feito em sulcos em toda a área disponível (10.000 m²).

4.2 Repolho roxo híbrido Red Jewel

4.2.1 Crescimento, marcha de acúmulo e exportação de macronutrientes

4.2.1.1 Crescimento

O parâmetro foliar que proporcionou melhor estimativa da área foliar (AF) foi a matéria seca de folhas externas (MSFE) ao repolho e a equação utilizada foi $Y=72,253x$, onde x representou a MSFE.

A área foliar (AF) do repolho 'Red Jewel' não apresentou interação significativa ($p>0,05$) entre tratamentos (densidade populacional e doses de nitrogênio) e épocas de coleta, sendo influenciada isoladamente pelos fatores (Tabela 20).

Tabela 20. Valores de F e significância dos acúmulos de área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA), nitrogênio (N) e fósforo (P) em repolho, híbrido Red Jewel, em função dos fatores avaliados. UNESP – Jaboticabal (SP). 2008.

C. Variação	Valores de F			
	AF	MSPA	N	P
Blocos	1,74 ^{ns}	1,81 ^{ns}	2,32 ^{ns}	1,87 ^{ns}
Ciclo (C)	205,20**	363,32**	388,93**	234,21**
(E x N)	5,64**	31,62**	39,60**	23,97**
Interação (C) X (E x N)	1,66 ^{ns}	7,04**	7,36**	5,58**

ns – não significativo ($p<0,05$), ** significativo ($p<0,01$).

A maior área foliar foi obtida em plantas adubadas com 300 kg ha⁻¹ de N e cultivadas sob menor competição intraespecífica. Porém, não diferiu significativamente de AF obtidas em plantas adubadas com N independentemente da densidade de plantio (Tabela 21), ou seja, somente foi maior do que as AF de plantas não adubadas com N, cerca de 50% e 60% maior quando cultivadas em menor e maior densidade de plantio, respectivamente.

Tabela 21. Área foliar¹ (cm²/planta) do repolho, híbrido Red Jewel, no decorrer do ciclo em função dos tratamentos e épocas de coleta. UNESP – Jaboticabal (SP) - 2008.

Tratamentos	D1N0 ²	D1N1	D1N2	D1N3	D2N0	D2N1	D2N2	D2N3
	1922,1BC ¹	2338,3ABC	2616,75AB	2856,81A	1773,7C	2236,8 ABC	2371,5AB	2431,3ABC
CVp (%) ³	23,19							
CVs (%)	24,18							

¹Médias seguidas de mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ²D1 e D2 correspondem a populações de 31.250 e 46.875 plantas ha⁻¹, e N0, N1, N2 e N3 às doses de 0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio, respectivamente. ³CVp e CVs: coeficiente de variação da parcela (população x dose de N) e subparcela (Época).

Na Figura 19, observam-se as curvas de ajuste para a evolução das áreas foliares do híbrido Red Jewel, em função dos tratamentos. Todas as curvas ajustaram-se ao modelo, mesmo modelo verificado para AF do repolho ‘Astrus’, observando-se coeficientes de determinação próximos de 1.

Embora quando submetidos a análise estatística os resultados não tenham mostrado interação entre os fatores (Tabela 20), observando-se a Figura 19, nota-se claramente que houve uma resposta diferenciada da área foliar nos tratamentos ao longo do ciclo do repolho.

Observa-se grande incremento da área foliar do repolho entre os 30 e 60 DAT, para plantas em cultura menos adensada. Sob maior densidade, nota-se que houve desaceleração no aumento da AF próximo aos 50 DAT (Figura 19). Ao contrário do observado no repolho ‘Astrus’ a densidade de 46.785 plantas/ha até os 46 DAT (dias após o transplante), principalmente nas doses 200 e 300 kg ha⁻¹ de N, apresentou maior área foliar do que a densidade D1 (31.250 plantas/ha), demonstrando desempenho diferenciado entre cultivares de repolho.

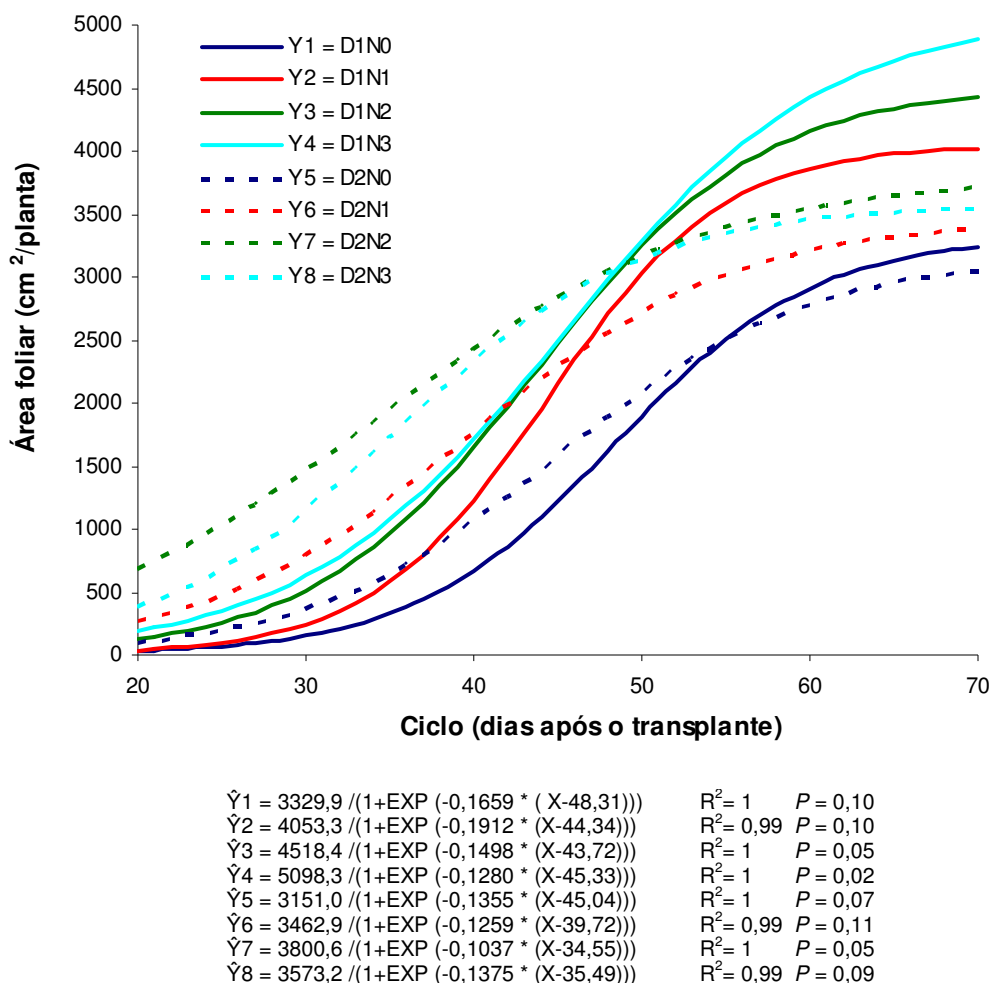


Figura 19. Área foliar do repolho ($\text{cm}^2/\text{planta}$), híbrido Red Jewel, nas doses 0 (N0), 100 (N1), 200 (N2) e 300 kg ha^{-1} (N3) de N e densidades de 31.250 (D1) e 46.875 (D2) plantas por hectare, no decorrer do ciclo. UNESP – Jaboticabal (SP) - 2008.

A matéria seca da parte aérea (MSPA) foi influenciada significativamente ($p < 0,01$) pela interação entre os tratamentos e época de coleta (Tabela 3A). De acordo com a Tabela 19, aos 20 DAT, as MSPA de plantas na maior densidade e com aplicação de N foram significativamente maiores do que MSPA dos demais tratamentos.

Aos 40 DAT percebe-se uma tendência de maior acúmulo da MSPA na maior densidade de plantas. Entretanto, os tratamentos que aos 20 DAT tinham maior AF, agora (40 DAT) não mais diferem das AF de plantas adubadas com N em cultura menos adensada.

Aos 60 DAT, plantas de ambas densidades de plantio que receberam 200 ou 300 kg ha⁻¹ de N possuíam maior AF. Este resultado diferencia-se do observado para acúmulo de MSPA verificado para o híbrido 'Astrus', que já aos 60 DAT tinha em plantas adubadas com N, sob menor densidade de plantio, cerca de 40% a mais de MSPA do que plantas também adubadas, mas sob maior densidade populacional (Tabela 22).

Tabela 22. Matéria seca da parte aérea (g/planta) do repolho, híbrido Red Jewel, no decorrer do ciclo em função dos tratamentos e épocas de coleta. UNESP – Jaboticabal (SP) - 2008.

Época (dias)	D1N0 ²	D1N1	D1N2	D1N3	D2N0	D2N1	D2N2	D2N3
20	2,6 B ¹	2,7 B	3,7 B	3,6 B	3,1 B	5,5 A	5,25 A	6,2 A
40	6,2 C	18,9 ABC	24,0 ABC	25,2 AB	15,5 BC	28,8 AB	36,9 A	35,0 A
60	50,0 D	74,1 BC	85,0 AB	94,1 A	46,2 D	64,9 CD	88,3 AB	82,9 ABC
70	69,1 D	95,7 C	116,7 AB	134,4 A	65,1 D	88,7 C	102,1 BC	97,2 C
CVp(%) ³	14,90							
CVs (%)	22,23							

¹Médias seguidas de mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ²D1 e D2 correspondem a populações de 31.250 e 46.875 plantas ha⁻¹, e N0, N1, N2 e N3 às doses de 0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio, respectivamente. ³CVp e CVs: coeficiente de variação da parcela (população x dose de N) e subparcela (Época).

Ao final do cultivo (70 DAT), maiores MSPA foram observadas na cultura menos adensada e que receberam 200 e 300 kg ha⁻¹ de N, sendo 31% superior ao tratamento que acumulou maior MSPA na densidade de 46.875 plantas/ha e 94% superior ao

tratamento sem aplicação de N na densidade de 31.250 plantas/ha. Percebe-se que a maior e menor MSPA e AF foram constatadas nos mesmos tratamentos, o que também ocorreu para repolho ‘Astrus’ (Tabela 22).

Na Figura 20, são apresentadas as curvas de ajuste para evolução da MSPA do repolho ‘Red Jewel’, em função dos tratamentos. As curvas, ao contrário da AF, foram ajustadas a modelos exponenciais de crescimento e logístico, com coeficientes de determinação também elevados.

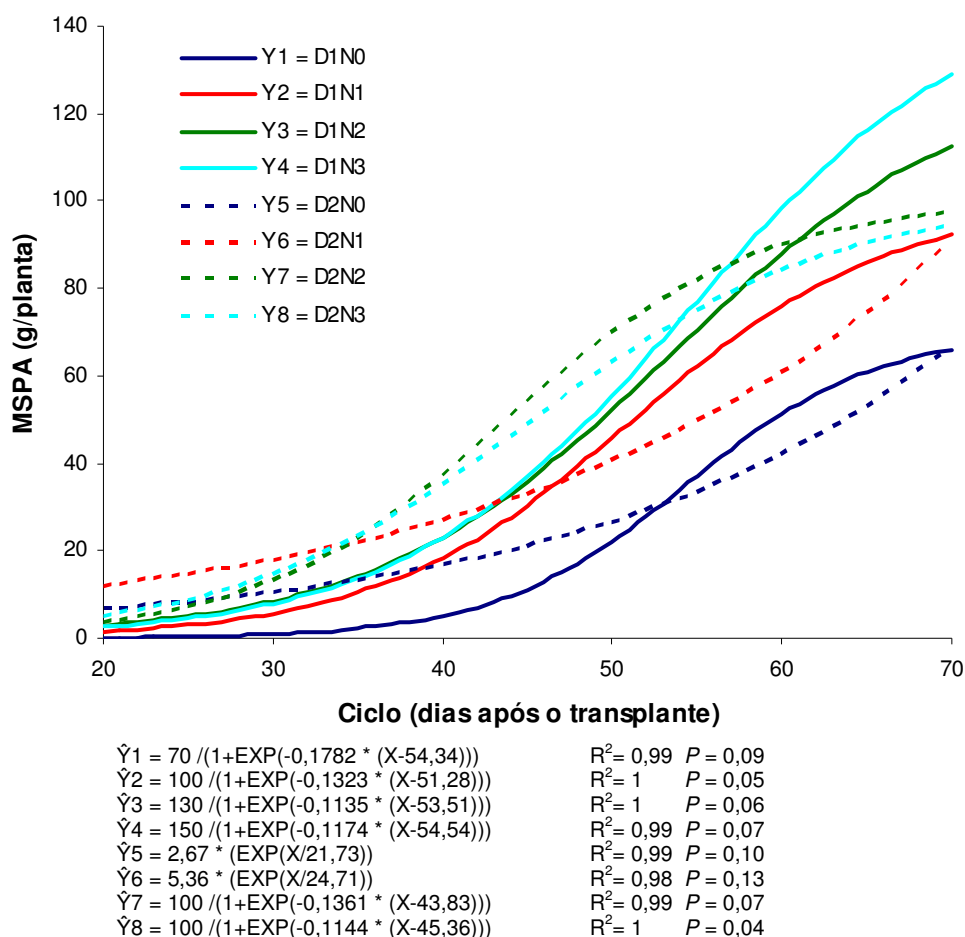


Figura 20. Matéria seca da parte aérea do repolho, híbrido Red Jewel, nas doses 0 (N0), 100 (N1), 200 (N2) e 300 kg ha⁻¹ (N3) de N e densidades de 31.250 (D1) e 46.875 (D2) plantas por hectare, no decorrer do ciclo. UNESP – Jaboticabal (SP) - 2008.

Metade do acúmulo da matéria seca da parte aérea foi observada, em média, aos 53 DAT na densidade de 31.250 plantas/ha, na densidade de 46.875 plantas/ha a doses de 0 e 100 kg de N atingiram esta marca também muito próxima da densidade menos adensada (54 DAT), no entanto, as demais doses (200 e 300 kg ha⁻¹ de N) atingiram os 50% mais precocemente, aos 44 e 45 DAT respectivamente (Figura 20).

4.2.1.2 Marcha de acúmulo de macronutrientes

Houve interação significativa ($p < 0,01$) entre tratamentos e época de coleta para acúmulo de nitrogênio na matéria seca da parte aérea (Tabela 20).

Aos 20 DAT não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos. Aos 40 DAT, maiores acúmulos de N foram observados em plantas adubadas com N na maior densidade, sem diferirem das quantidades presentes em plantas que receberam 200 e 300 kg ha⁻¹ de N, na menor densidade. Aos 70 DAT, conforme observado para MSPA e AF os tratamentos menos adensados com aplicação de 200 e 300 kg ha⁻¹ de N apresentam maior acúmulo, 3,37 e 3,97 g/planta, respectivamente.

Nos tratamentos sem adubação com nitrogênio, independente da densidade de plantio, não existe diferença significativa, mas foram significativamente menores do que plantas que receberam a menor dose de N (Tabela 23).

Tabela 23. Nitrogênio na matéria seca da parte aérea¹ (g/planta) do repolho, híbrido Red Jewel, no decorrer do ciclo em função dos tratamentos e épocas de coleta. UNESP – Jaboticabal (SP) - 2008.

Época (dias)	D1N0 ²	D1N1	D1N2	D1N3	D2N0	D2N1	D2N2	D2N3
20	0,10 A ¹	0,11 A	0,15 A	0,16 A	0,14 A	0,22 A	0,21 A	0,24 A
40	0,20 D	0,75 BCD	0,95 ABC	0,99 ABC	0,51 CD	1,16 AB	1,35 A	1,26 AB
60	1,50 D	2,13 BC	2,47 A	2,97 A	1,28 D	1,85 CD	2,53 B	2,76 A
70	1,93 D	2,87 BC	3,37 A	3,97 A	1,83 D	2,56 C	3,23 B	3,07 BC
CVp (%) ³	14,55							
CVs (%)	19,84							

¹Médias seguidas de mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ²D1 e D2 correspondem a populações de 31.250 e 46.875 plantas ha⁻¹, e N0, N1, N2 e N3 às doses de 0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio, respectivamente. ³CVp e CVs: coeficiente de variação da parcela (população x dose de N) e subparcela (Época).

As curvas de acúmulos de N em função dos tratamentos encontram-se na Figura 21, sendo que todas as curvas foram ajustadas ao mesmo modelo e apresentaram coeficiente de determinação próximo de 1.

Metade do acúmulo de nitrogênio no repolho foi observado, em média, aos 52 e 46 DAT, respectivamente para a menor e maior densidades populacionais, isto demonstra que grande quantidade de N (outra metade do total acumulado) ocorreu em 18 e 24 dias para as mesmas densidades. Destaca-se que maior incremento da área foliar e da matéria seca da parte aérea também foi observado no terço final, sendo que as datas da matéria seca da parte aérea e do acúmulo de nitrogênio foram muito próximas (Figura 21).

O acúmulo de N na parte aérea (g/planta) do repolho 'Red Jewel' aumentou diariamente até atingirem as máximas estimadas pelas equações de ajuste de 1,92 (D1N0); 2,86 (D1N1); 3,37 (D1N2); 3,96 (D1N3); 1,83 (D2N0); 2,49 (D2N1); 3,16 (D2N2) e 3,08 g/planta (D2N3). Não foram encontrados trabalhos na literatura que

mencionem os acúmulos de nitrogênio em híbridos de repolho roxo. Entretanto, comparando-se aos de repolho verde, verifica-se que as quantidades acumuladas de N estão abaixo das determinadas para o híbrido 'Astrus' (2,3 a 5,4 g/planta), e próximos aos observados por OLIVEIRA et al. (2003) (2,45 g/planta).

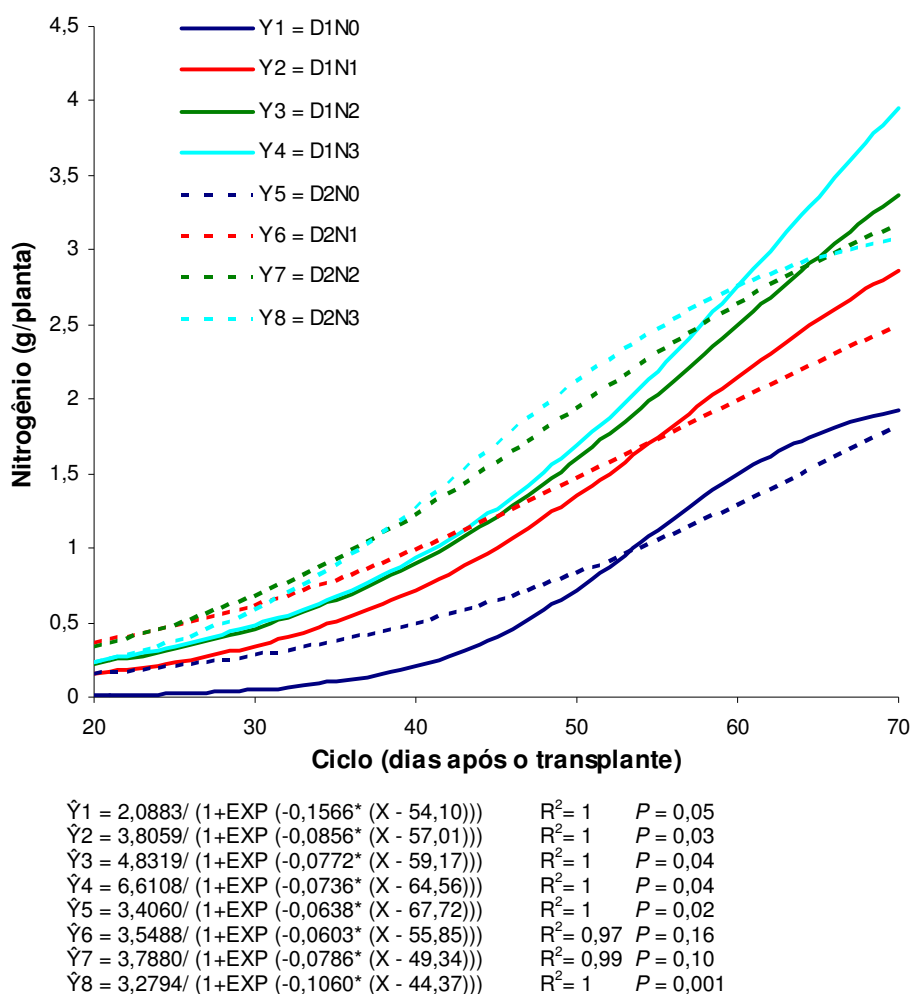


Figura 21. Nitrogênio na matéria seca da parte aérea do repolho, híbrido Red Jewel, nas doses 0 (N0), 100 (N1), 200 (N2) e 300 kg ha⁻¹ (N3) de N e densidades de 31.250 (D1) e 46.875 (D2) plantas por hectare, no decorrer do ciclo. UNESP – Jaboticabal (SP) - 2008.

As quantidades anteriormente apresentadas denotam que menor densidade resultou em maior acúmulo. No entanto, as quantidades expressas em kg ha⁻¹ são 60,26 (D1N0); 89,5 (D1N1); 105,3 (D1N2); 123,7 (D1N3); 85,6 (D2N0); 116,6 (D2N1); 148,3 (D2N2) e 144,2 (D2N3). Portanto, as quantidades acumuladas por cultura mais adensada são maiores. Também nota-se que doses de N fornecidas às plantas, dentro de uma mesma densidade populacional, proporcionaram aumento na quantidade acumulada.

O acúmulo de fósforo foi influenciado significativamente ($p < 0,01$) pela interação entre tratamentos e época de coleta (Tabela 20). Assim como o observado para nitrogênio, aos 20 DAT, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. Também muito semelhantes ao N foram às diferenças observadas entre os tratamentos aos 40, 60 e 70 DAT. Ao final do cultivo os maiores acúmulos de fósforo foram observados em menor densidade populacional e 200 e 300 kg ha⁻¹ de N (Tabela 24).

Tabela 24. Fósforo na matéria seca da parte aérea¹ (g/planta) do repolho, híbrido Red Jewel, no decorrer do ciclo em função dos tratamentos e épocas de coleta. UNESP – Jaboticabal (SP) - 2008.

Época (dias)	D1N0 ²	D1N1	D1N2	D1N3	D2N0	D2N1	D2N2	D2N3
20	0,02 A ¹	0,02 A	0,03 A	0,03 A	0,03 A	0,05 A	0,04 A	0,05 A
40	0,04 D	0,14 BCD	0,18 ABCD	0,21 ABC	0,11 CD	0,21 ABC	0,29 A	0,27 AB
60	0,34 C	0,51 B	0,58 AB	0,67 A	0,33 C	0,45 BC	0,58 AB	0,57 AB
70	0,50 DE	0,67 BC	0,81 AB	0,91 A	0,45 E	0,58 CDE	0,63 CD	0,63 CDE
CVp (%) ³	16,42							
CVs (%)	26,38							

¹Médias seguidas de mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ²D1 e D2 correspondem a populações de 31.250 e 46.875 plantas ha⁻¹, e N0, N1, N2 e N3 às doses de 0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio, respectivamente. ³CVp e CVs: coeficiente de variação da parcela (população x dose de N) e subparcela (Época).

O maior acúmulo de fósforo foi observado no tratamento D1N3 (0,91 g/planta), sendo 44% maior que o acúmulo apresentado na densidade de 46.785 plantas/ha, com a mesma dose, e 22% superior ao acúmulo apresentado no tratamento sem aplicação de N, na densidade de 31.250 plantas/ha.

As curvas que descrevem os acúmulos de fósforo em função do tratamento encontram-se na Figura 22.

Na densidade de 31.250 plantas/ha metade do acúmulo de fósforo no repolho 'Red Jewel' foi observado no período de 52 a 56 DAT. Na densidade de 46.875 plantas/ha, 50% do valor acumulado nos tratamentos com aplicação de nitrogênio foi verificado entre 42 e 54 DAT, enquanto em plantas que não receberam N foi alcançado mais tardiamente, somente aos 54 DAT (Figura 22). Conforme ocorrido no repolho 'Astrus', metade do acúmulo de fósforo no repolho 'Red Jewel' ocorreu em datas muito próximas aos de metade dos acúmulos de nitrogênio.

O fósforo acumulado na parte aérea do repolho apresentou aumento diário, sendo que ao final do cultivo os acúmulos estimados (g/planta) foram 0,57 (D1N0); 0,67 (D1N1); 0,81 (D1N2); 0,91 (D1N3); 0,49 (D2N0); 0,57 (D2N1); 0,63 (D2N2) e 0,62 (D2N3) (Figura 22). Ainda que superiores aos relatados por OLIVEIRA et al. (2003), 0,46 g/planta, os acúmulos relatados para o repolho 'Red Jewel' são inferiores aos apresentados no presente trabalho para o 'Astrus', que teve maior acúmulo de 1,25 g/planta no tratamento D1N2.

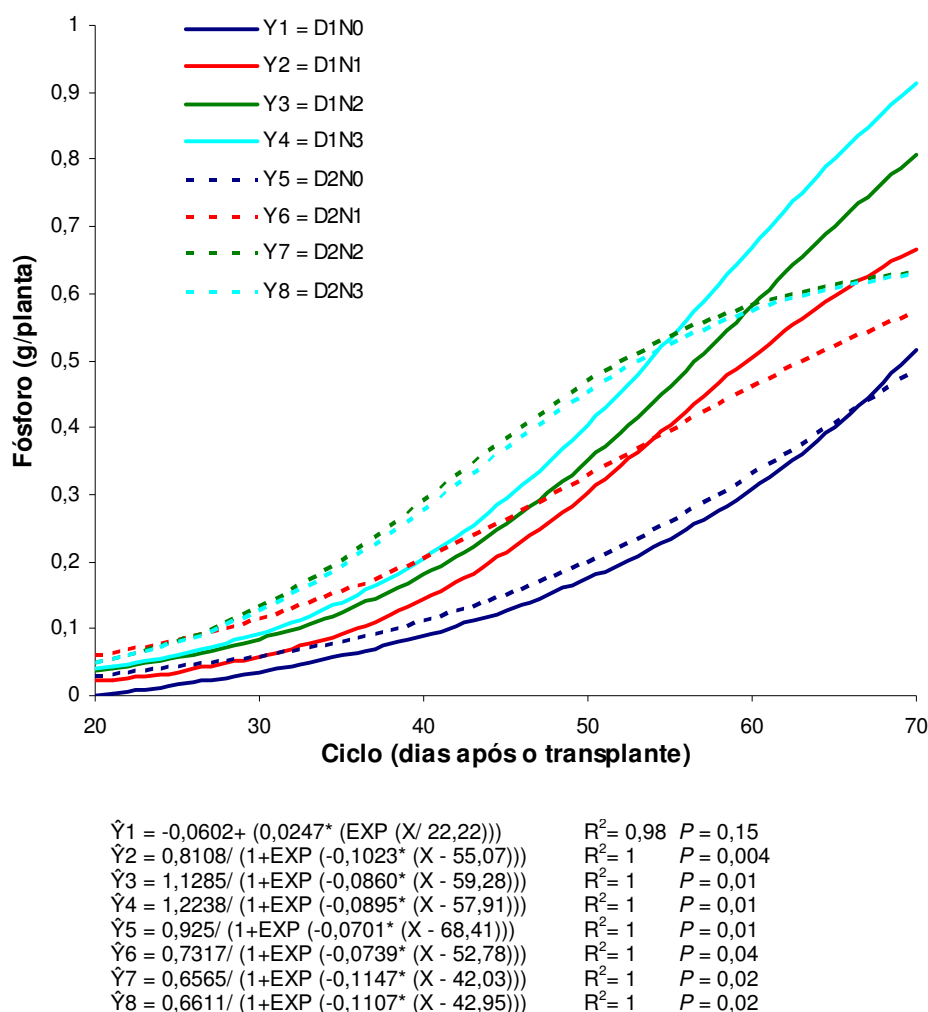


Figura 22. Fósforo na matéria seca da parte aérea do repolho, híbrido Red Jewel, nas doses 0 (N0), 100 (N1), 200 (N2) e 300 kg ha⁻¹ (N3) de N e densidades de 31.250 (D1) e 46.875 (D2) plantas por hectare, no decorrer do ciclo. UNESP – Jaboticabal (SP) - 2008.

Embora os acúmulos expressos por planta demonstrem maiores quantidades de fósforo nos tratamentos com menor densidade de plantio, em kg ha⁻¹, as quantidades de P foram superiores nos tratamentos mais adensados, sendo: 16,16 (D1N0); 20,8 (D1N1); 25,2 (D1N2); 28,6 (D1N3); 22,9 (D2N0); 26,8 (D2N1); 29,6 (D2N2) e 29,5 (D2N3).

O acúmulo de potássio apresentou interação significativa ($p<0,01$) entre tratamentos e época de coleta (Tabela 25).

Tabela 25. Valores de F e significância dos acúmulos de potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S) em repolho, híbrido Red Jewel, em função dos fatores avaliados. UNESP – Jaboticabal (SP). 2008.

C. Variação	Valores de F			
	K	Ca	Mg	S
Blocos	0,49 ^{ns}	0,78 ^{ns}	2,74 ^{ns}	0,91 ^{ns}
Ciclo (C)	288,97**	334,24**	860,13**	508,97**
(E x N)	19,03**	13,90**	10,34**	18,40**
Interação (C) X (E x N)	3,08**	4,29**	1,70 ^{ns}	4,83**

ns – não significativo ($p<0,05$), ** significativo ($p<0,01$).

Aos 20 DAT o que até então vinha se caracterizando apenas como uma tendência na MSPA, N e P, apresenta-se de forma significativa para potássio, ou seja, os tratamentos com aplicação de N na maior densidade demonstram maior acúmulo em relação aos demais. Aos 40 DAT, os tratamentos na maior densidade de plantio com aplicação de N não mais apresentaram acúmulos significativamente superiores aos tratamentos na menor densidade com adubação de N. Aos 60 DAT, os tratamentos que mais acumularam potássio foram os D1N2, D1N3, D2N1, D2N2 e D2N3, não diferindo entre si, enquanto que ao final do cultivo, conforme observado nos acúmulos da MSPA, N e P, plantas com 200 e 300 kg ha⁻¹ de N, na menor densidade de plantio, apresentaram maior acúmulo de potássio, 3,05 g/planta. Esta quantidade foi 94% maior do que o acumulado por plantas da mesma densidade de plantio (31.250 plantas/ha), sem aplicação de N (Tabela 26).

Tabela 26. Potássio na matéria seca da parte aérea¹ (g/planta) do repolho, híbrido Red Jewel, no decorrer do ciclo em função dos tratamentos e épocas de coleta. UNESP – Jaboticabal (SP) - 2008.

Época (dias)	D1N0 ²	D1N1	D1N2	D1N3	D2N0	D2N1	D2N2	D2N3
20	0,07 B ¹	0,08 B	0,10 B	0,11 B	0,07 B	0,16 A	0,15 A	0,14 A
40	0,20 B	0,50 AB	0,74 AB	0,75 AB	0,33 B	0,69 AB	1,08 A	0,99 A
60	1,23 BC	1,31 BC	1,91 A	2,19 A	0,96 C	1,61 AB	1,99 A	1,63 AB
70	1,57 C	2,07 BC	2,47 AB	3,05 A	1,67 C	2,38 B	2,52 AB	2,30 B
CVp (%) ³	19,94							
CVs (%)	23,86							

¹Médias seguidas de mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ²D1 e D2 correspondem a populações de 31.250 e 46.875 plantas ha⁻¹, e N0, N1, N2 e N3 às doses de 0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio, respectivamente. ³CVp e CVs: coeficiente de variação da parcela (população x dose de N) e subparcela (Época).

As curvas que descrevem o acúmulo de potássio em função dos tratamentos encontram-se na Figura 23 e apresentam coeficientes de determinação próximos de 1.

Metade do acúmulo de potássio foi verificada no período de 49 a 55 DAT na densidade de 31.250 plantas/ha. Na densidade de 46.875 plantas/ha as doses de 0 e 100 kg de N resultaram os 50% de acúmulo, em média, aos 54 DAT. Entretanto, as doses de 200 e 300 kg de N resultaram nesta marca mais precocemente, aos 46 DAT (Figura 23).

Seguindo a mesma evolução observada para os nutrientes já apresentados, o potássio também apresentou incremento diário na matéria seca da parte aérea (g/planta) do repolho 'Red Jewel' até o final do cultivo, atingindo os valores máximos de 1,56 (D1N0); 2,07 (D1N1); 2,45 (D1N2); 3,04 (D1N3); 1,66 (D2N0); 2,37 (D2N1); 2,46 (D2N2) e 2,28 g/planta (D2N3) (Figura 23). Diferente do ocorrido para N e P, os acúmulos de potássio na maior densidade de plantio foram, em média, maiores do que na menor densidade de plantio. Este desempenho também difere do observado no

‘Astrus’, constituindo-se em importante diferença entre os híbridos quanto à adubação. Os valores de acúmulo de potássio estão abaixo dos relatados por OLIVEIRA et al. (2003), que na dose de 36 t ha⁻¹ de cama aviária verificaram acúmulo de 3,15 g/planta de potássio.

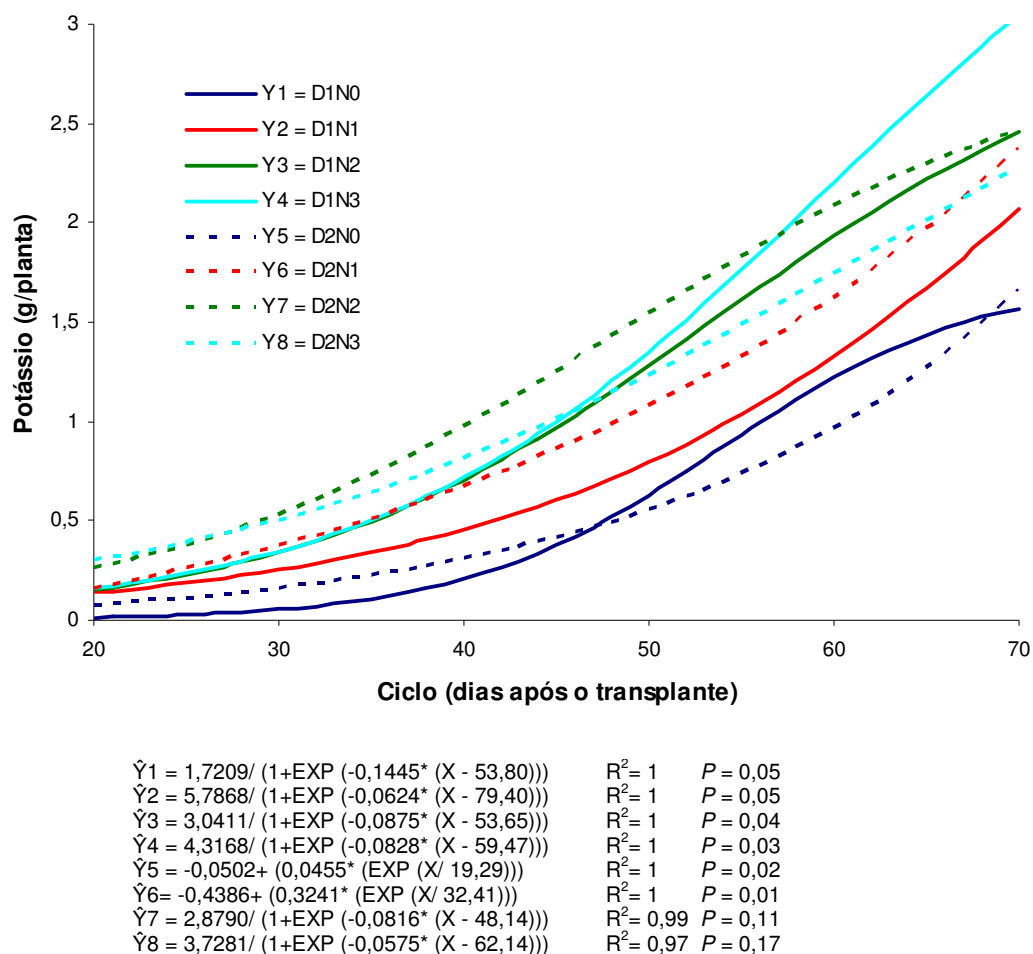


Figura 23. Potássio na matéria seca da parte aérea do repolho, híbrido Red Jewel, nas doses 0 (N0), 100 (N1), 200 (N2) e 300 kg ha⁻¹ (N3) de N e densidades de 31.250 (D1) e 46.875 (D2) plantas por hectare, no decorrer do ciclo. UNESP – Jaboticabal (SP) - 2008.

As quantidades de potássio na parte aérea do repolho ‘Red Jewel’ expressas em kg ha⁻¹ foram 49,05 (D1N0); 64,61 (D1N1); 76,69 (D1N2); 95,12 (D1N3); 77,9 (D2N0);

111,2 (D2N1); 115,5 (D2N2) e 106,8 (D2N3), e apresentam maiores quantidades de K no tratamento mais adensado, o que já era esperado em função do maior acúmulo em g/planta no mesmo adensamento e do maior número de plantas/ha.

O acúmulo de cálcio na matéria seca da parte aérea sofreu efeito significativo ($p < 0,01$) da interação entre tratamentos e época de coleta (Tabela 25). Aos 20 DAT, planta sob maior densidade de plantio com adubação de 300 kg ha⁻¹ que não diferiu de plantas também adubadas com N na mesma densidade, acumulou Ca em quantidade significativamente maior do que plantas com ou sem aplicação de N, na menor densidade de plantas. Aos 70 DAT, conforme já observado para MSPA, N, P e K, planta sob menor adensamento e com maior dose de nitrogênio (D1N3) apresentou maior acúmulo de N (4,48 g/planta), não diferindo dos tratamentos na mesma densidade com 100 e 200 kg ha⁻¹ de N. O maior acúmulo para o tratamento D1N3 foi 57% maior do que o acumulado por planta que não recebeu N em adubação, na menor densidade de plantio (Tabela 27).

Tabela 27. Cálcio na matéria seca da parte aérea¹ (g/planta) do repolho, híbrido Red Jewel, no decorrer do ciclo em função dos tratamentos e épocas de coleta. UNESP – Jaboticabal (SP) - 2008.

Época (dias)	D1N0 ²	D1N1	D1N2	D1N3	D2N0	D2N1	D2N2	D2N3
20	0,08 B ¹	0,08 B	0,12 B	0,11 B	0,12 B	0,17 AB	0,15 AB	0,21 A
40	0,25 C	0,75 BC	0,96 ABC	1,10 ABC	0,65 BC	1,27 AB	1,66 A	1,60 A
60	1,64 C	2,71 AB	2,63 AB	3,45 A	2,11 BC	2,56 ABC	3,32 A	2,91 AB
70	2,85 CD	3,67 ABC	4,20 AB	4,48 A	2,06 D	2,90 CD	3,49 BC	3,09 C
CVp(%) ³	20,47							
CVs (%)	22,01							

¹Médias seguidas de mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ²D1 e D2 correspondem a populações de 31.250 e 46.875 plantas ha⁻¹, e N0, N1, N2 e N3 às doses de 0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio, respectivamente. ³CVp e CVs: coeficiente de variação da parcela (população x dose de N) e subparcela (Época).

Plantas adubadas com N, de culturas com maior densidade de plantio, diferiram em quantidade de cálcio acumulado, de plantas que não receberam adubação nitrogenada, assim como para os acúmulos de MSPA, N, P e K.

As curvas de acúmulo de cálcio ajustadas em função dos tratamentos estão demonstradas na Figura 24.

As densidades apresentaram ajustes distintos para acúmulo de Ca. Na menor densidade, houve grande incremento no terço final do cultivo, sem sinal de desaceleração de acúmulo, enquanto, na maior densidade, a partir dos 55 DAT percebe-se uma redução na taxa de incremento na quantidade de cálcio acumulado diariamente. Metade do acúmulo de cálcio no repolho 'Red Jewel' foi observado, em média, aos 54 (51 a 58) e 42 (40 a 44) DAT, respectivamente, nas densidades de 31.250 e 46.875 plantas/ha.

De acordo com as equações de ajuste (Figura 24), as quantidades de cálcio, expressas em g/planta, foram máximas no final do ciclo e correspondem a 2,85 (D1N0); 3,66 (D1N1); 4,19 (D1N2); 4,47 (D1N3); 2,06 (D2N0); 2,87 (D2N1); 3,48 (D2N2) e 3,07 g/planta (D2N3). As quantidades acumuladas de cálcio pelo 'Red Jewel' são muito altas, embora menores que as observadas para o 'Astrus'.

As quantidades acumuladas de Ca pela cultura, expressas em kg ha⁻¹, foram 89,2 (D1N0); 114,5 (D1N1); 131,0 (D1N2); 139,8 (D1N3); 96,9 (D2N0); 134,4 (D2N1); 163,2 (D2N2) e 144,1 (D2N3). Conforme já relatado para outros nutrientes, maiores acúmulos ocorreram na maior densidade populacional.

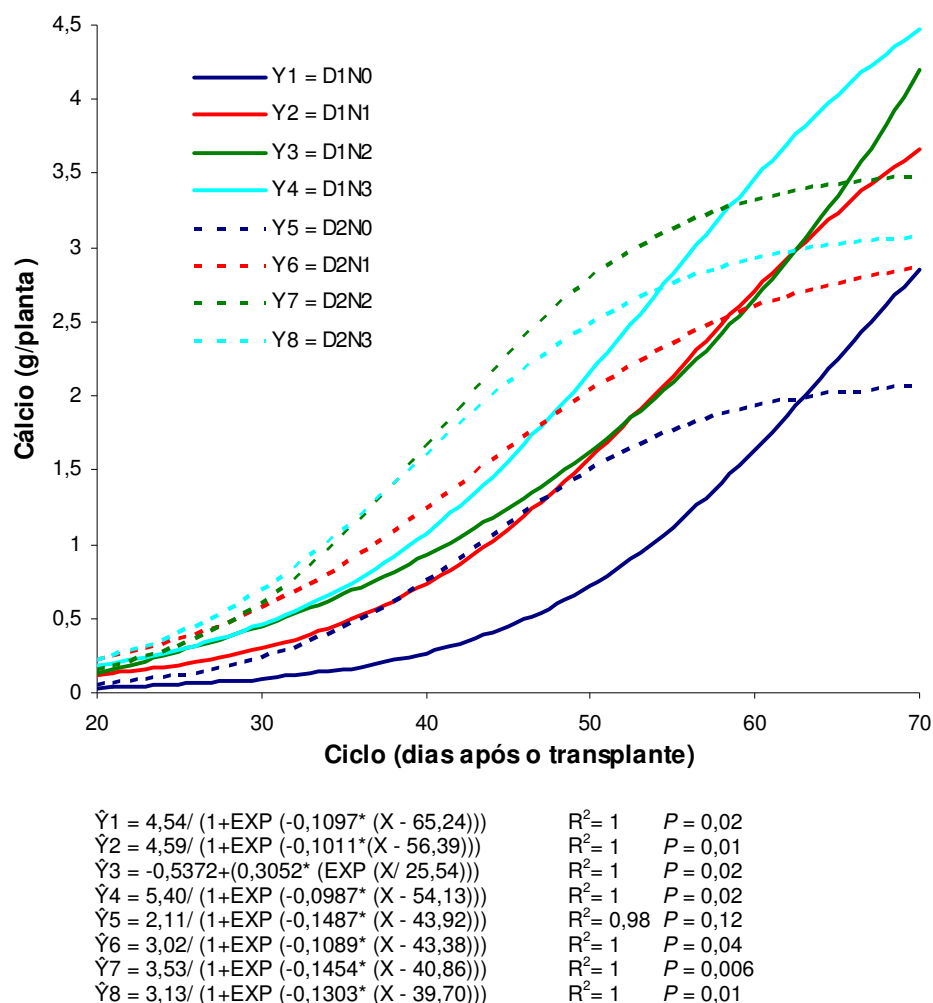


Figura 24. Cálcio na matéria seca da parte aérea do repolho, híbrido Red Jewel, nas doses 0 (N0), 100 (N1), 200 (N2) e 300 kg ha⁻¹ (N3) de N e densidades de 31.250 (D1) e 46.875 (D2) plantas por hectare, no decorrer do ciclo. UNESP – Jaboticabal (SP) - 2008.

O acúmulo de magnésio, assim como a área foliar, não apresentou efeito significativo ($p < 0,05$) da interação entre os tratamentos e época de coleta. Observou-se efeitos isolados dos fatores no acúmulo de magnésio (Tabela 25). Ao contrário do verificado para outros nutrientes, o acúmulo de Mg não diferiu entre condições de cultivo mais divergentes entre si do que observado para os outros nutrientes. Ou seja,

os acúmulos de Mg maiores em plantas sob maior densidade de plantio, adubadas com N, não diferiram de acúmulos em plantas adubadas com 200 e 300 kg ha⁻¹ de N, na menor densidade de plantio (Tabela 28).

Tabela 24. Magnésio na matéria seca da parte aérea (g/planta) do repolho, híbrido Red Jewel, no decorrer do ciclo em função dos tratamentos e épocas de coleta. UNESP – Jaboticabal (SP) - 2008.

Tratamentos	D1N0 ²	D1N1	D1N2	D1N3	D2N0	D2N1	D2N2	D2N3
	0,158 D ¹	0,221 BCD	0,249 ABC	0,293 A	0,182 CD	0,284 AB	0,296 A	0,264 AB
CVp (%) ³	22,96							
CVs (%)	13,96							

¹Médias seguidas de mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ²D1 e D2 correspondem a populações de 31.250 e 46.875 plantas ha⁻¹, e N0, N1, N2 e N3 às doses de 0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio, respectivamente. ³CVp e CVs: coeficiente de variação da parcela (população x dose de N) e subparcela (Época).

Na Figura 25, tem-se as curvas representativas das evoluções do acúmulo de Mg na MSPA de 'Red Jewel' no decorrer do ciclo. Para acúmulo de 50% do magnésio total na parte aérea o intervalo observado foi de 44 a 58 DAT. Plantas na condição D1N1 acumularam 50% do total aos 58 DAT, o que dentre os nutrientes até então discutidos foi o mais tardio e no tratamento D2N2 aos 44 DAT.

Assim como nos demais nutrientes apresentados, o magnésio demonstrou aumento contínuo no seu acúmulo, sendo que ao final do ciclo as quantidades acumuladas encontravam se máximas foram 0,37 (D1N0); 0,44 (D1N1); 0,52 (D1N2); 0,58 (D1N3); 0,36 (D2N0); 0,54 (D2N1); 0,51 (D2N2) e 0,45 g/planta (D2N3) (Figura 25).

Em função do maior número de plantas por área, quando expressas em kg ha⁻¹ de Mg observaram-se maiores acúmulos na densidade de 46.875 plantas/ha. As

quantidades acumuladas, pela cultura, expressas em kg ha^{-1} , foram: 11,69 (D1N0); 13,91 (D1N1); 16,30 (D1N2); 18,16 (D1N3); 16,9 (D2N0); 25,8 (D2N1); 23,7 (D2N2) e 21,23 (D2N3).

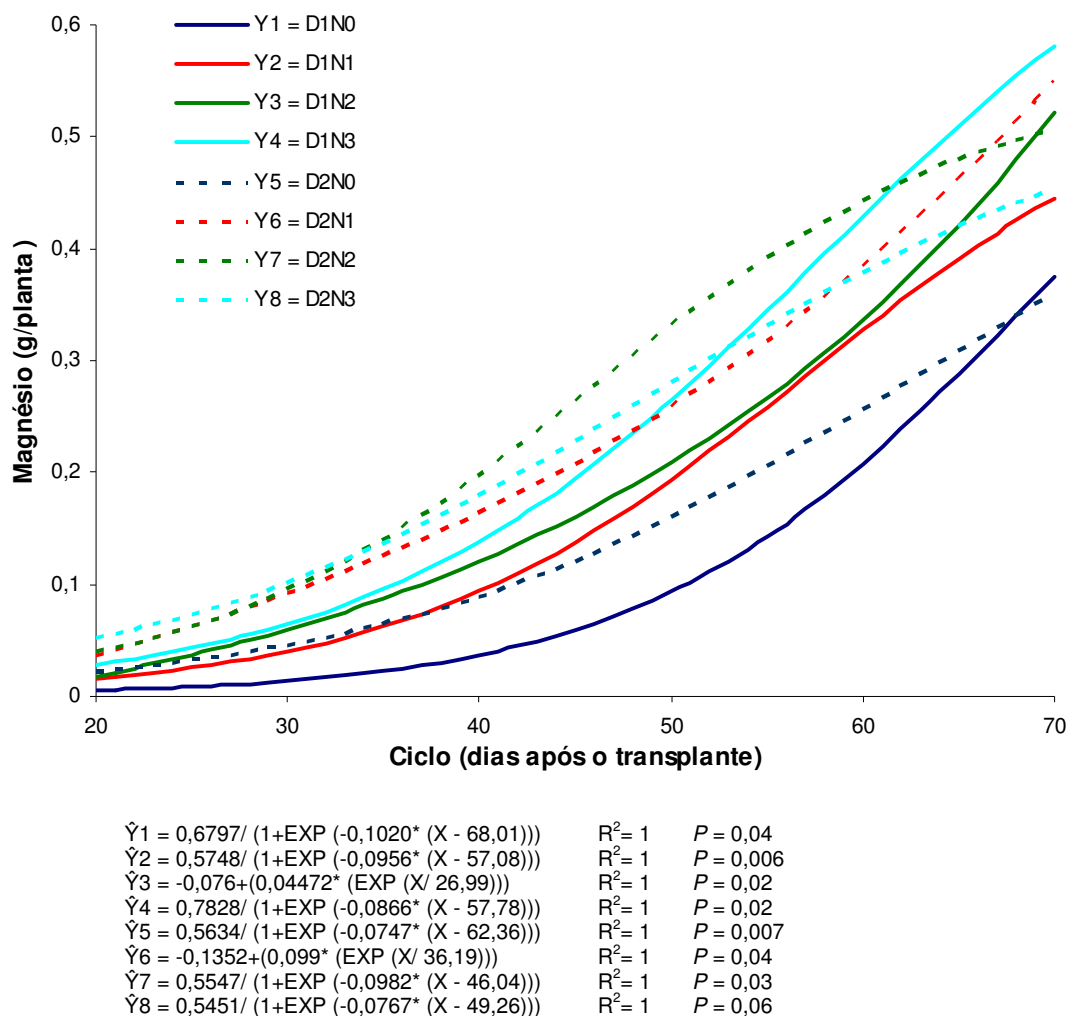


Figura 25. Magnésio na matéria seca da parte aérea do repolho, híbrido Red Jewel, nas doses 0 (N0), 100 (N1), 200 (N2) e 300 kg ha^{-1} (N3) de N e densidades de 31.250 (D1) e 46.875 (D2) plantas por hectare, no decorrer do ciclo. UNESP – Jaboticabal (SP) - 2008.

O acúmulo de enxofre foi influenciado significativamente ($p < 0,01$) pela interação dos fatores tratamentos e época de coleta (Tabela 25). Diferença significativa entre os tratamentos só foi verificada aos 40, 60 DAT e ao final do cultivo, novamente, a menor densidade de plantio com aplicação de 300 kg ha^{-1} acumulou maior quantidade de nutriente, neste caso enxofre, $0,61 \text{ g/planta}$, entretanto não diferindo do tratamento D1N2 ($0,53 \text{ g/planta}$) (Tabela 29).

Tabela 29. Enxofre na matéria seca da parte aérea (g/planta) do repolho, híbrido Red Jewel, no decorrer do ciclo em função dos tratamentos e épocas de coleta. UNESP – Jaboticabal (SP) - 2008.

Época (dias)	D1N0 ²	D1N1	D1N2	D1N3	D2N0	D2N1	D2N2	D2N3
20	0,01 A ¹	0,01 A	0,02 A	0,02 A	0,02 A	0,03 A	0,03 A	0,04 A
40	0,04 D	0,10 BCD	0,14 ABCD	0,14 ABCD	0,09 CD	0,17 ABC	0,22 A	0,21 AB
60	0,29 C	0,42 AB	0,44 AB	0,51 A	0,28 C	0,36 BC	0,50 A	0,44 AB
70	0,34 D	0,48 BC	0,53 AB	0,61 A	0,33 D	0,39 CD	0,44 BCD	0,40 CD
CVp(%) ³	17,19							
CVs (%)	17,48							

¹Médias seguidas de mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ²D1 e D2 correspondem a populações de 31.250 e 46.875 plantas ha^{-1} , e N0, N1, N2 e N3 às doses de 0, 100, 200 e 300 kg ha^{-1} de nitrogênio, respectivamente. ³CVp e CVs: coeficiente de variação da parcela (população x dose de N) e subparcela (Época).

Plantas adubadas com N, de culturas com maior densidade de plantio, não diferiram, em quantidades de enxofre acumulado, de plantas que não receberam adubação nitrogenada, enquanto que na menor densidade ocorreu o contrário.

As curvas que descrevem os acúmulos de enxofre apresentaram coeficiente de determinação próximos de 1 e estão apresentadas na Figura 26. Metade do acúmulo de enxofre foi verificado, em média, aos 49 DAT (49 a 51 dias) na densidade de 31.250 plantas/ha. Na densidade de 46.875 plantas/ha o tratamento sem aplicação de N alcançou os 50% aos 48 DAT enquanto nas demais doses de N isto ocorreu aos 41DAT

(Figura 26). A precocidade no acúmulo de nutriente em tratamentos mais adensados com aplicação de N também foi observada nos acúmulos de Mg e Ca.

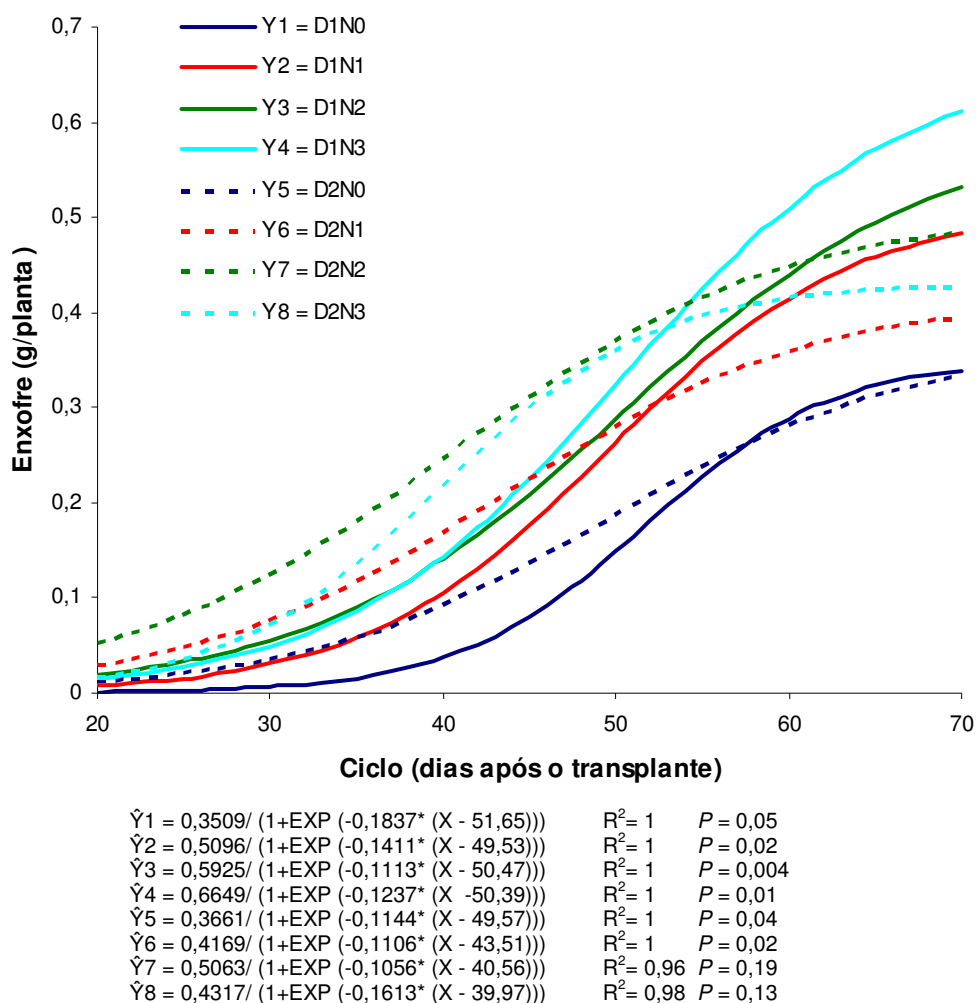


Figura 25. Enxofre na matéria seca da parte aérea do repolho, híbrido 'Red Jewel', nas doses 0 (N0), 100 (N1), 200 (N2) e 300 kg ha⁻¹ (N3) de N e densidades de 31.250 (D1) e 46.875 (D2) plantas por hectare, no decorrer do ciclo. UNESP – Jaboticabal (SP) - 2008.

Os acúmulos de enxofre ao final do cultivo do repolho 'Red Jewel' de acordo com as equações de ajuste foram 0,34 (D1N0); 0,48 (D1N1); 0,53 (D1N2); 0,61 (D1N3); 0,33 (D2N0); 0,39 (D2N1); 0,48 (D2N2); e 0,43 g/planta (D2N3) (Figura 26). Observa-se maior acúmulo de enxofre na menor densidade de plantio com aplicação de nitrogênio em relação a maior densidade de plantio, também com aplicação de nitrogênio. Nos tratamentos sem aplicação de N, na maior e menor densidade de plantio, os acúmulos foram muito parecidos com diferença de aproximadamente 3%.

As quantidades de S expressas em kg ha⁻¹ foram 10,6 (D1N0); 15,1 (D1N1); 16,6 (D1N2); 19,1 (D1N3); 15,6 (D2N0); 18,5 (D2N1); 22,7 (D2N2) e 20,1 (D2N3). Nota-se que os acúmulos na densidade de 46.785 plantas/ha são muito maiores do que na cultura sob menor adensamento.

Considerando o apresentado para todos os macronutrientes (Tabelas 23, 24, 26, 27, 28 e 29) as ordens decrescentes de acúmulo, conforme condição de cultivo encontram-se na Tabela 30. Como verificado no repolho verde, a primeira posição para cálcio deve-se, provavelmente, ao teor do nutriente no solo, 38 mmol_c dm⁻³, considerado muito alto por RAIJ et al. (1997). Apesar do elevado teor de Ca no solo, realizou-se calagem para elevar a saturação por bases a 80%, conforme orientação de TRANI et al. (1997).

Diferentemente da seqüência constatada, MALAVOLTA et al. (1976) citam como os três nutrientes mais acumulados o N, K, S, FURLANI et al. (1978) citam a mesma seqüência inicial reportada por MALAVOLTA et al. (1976) e complementam a seqüência decrescente com Ca, P e Mg.

Tabela 30. Seqüência decrescente de acúmulo de macronutrientes na planta de repolho 'Red Jewel', ao fim do cultivo, em função dos tratamentos avaliados.

Tratamentos	Seqüência
D1N0 ¹	Ca > N > K > P > S > Mg
D1N1	Ca > N > K > P > S > Mg
D1N2	Ca > N > K > P > S > Mg
D1N3	Ca > N > K > P > S > Mg
D2N0	Ca > N ≈ K > P > S > Mg
D2N1	Ca > N ≈ K > P > S > Mg
D2N2	Ca ≈ N > K > P > S > Mg
D2N3	Ca = N > K > P > S > Mg

¹D1 e D2 correspondem a populações de 31.250 e 46.875 plantas ha⁻¹, e N0, N1, N2 e N3 às doses de 0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio, respectivamente.

²Sinal ≈ corresponde ao acúmulo do nutriente em quantidade não superior a 10% do outro nutriente em comparação, = corresponde ao acúmulo do nutriente em quantidade não superior a 1% do outro.

4.2.1.3 Exportação de macronutrientes

Em percentagem do total acumulado pela cultura, os nutrientes mais exportados foram N, P e K (Tabela 31), muito provavelmente devido à própria mobilidade que apresentam na planta. Os resultados observados para N, P e K assemelham-se aos de HARA & SONODA (1979), que constatarem maiores quantidades de N, P e K nas folhas internas do repolho do que nas folhas externas ao produto comercial. As quantidades de Ca também foram relevantes, mas os percentuais não atingiram um terço do total. HARA & SONODA (1979) também verificaram que a quantidade de Ca

presente em folhas do repolho foi muito pequena em relação ao acumulado pela planta toda.

Tabela 31. Quantidades exportadas de macronutrientes no repolho (produto comercial) em função dos tratamentos e percentual (entre parênteses) do total acumulado pela planta, híbrido Red Jewel, UNESP – Jaboticabal (SP), 2008.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
g/repolho (produto comercial)						
D1N0	0,69	0,21	0,48	0,56	0,09	0,07
D1N1	1,26	0,36	0,79	0,87	0,13	0,13
D1N2	1,63	0,45	0,86	1,32	0,18	0,16
D1N3	2,13	0,53	1,22	1,25	0,21	0,18
D2N0	0,74	0,21	0,49	0,35	0,09	0,07
D2N1	1,26	0,31	0,75	0,79	0,14	0,13
D2N2	1,63	0,31	0,73	0,80	0,16	0,15
D2N3	2,12	0,33	0,72	0,62	0,17	0,18
kg ha ⁻¹						
D1N0	21,4 (35%)	6,7 (41%)	15,0 (30%)	19,8 (20%)	2,7 (25%)	2,3 (22%)
D1N1	39,4 (44%)	11,2 (54%)	24,7 (38%)	27,2 (24%)	3,9 (26%)	4,1 (27%)
D1N2	50,9 (48%)	14,1 (56%)	26,7 (34%)	41,2 (32%)	5,6 (34%)	5,0 (30%)
D1N3	66,4 (54%)	16,6 (58%)	38,1 (40%)	38,2 (28%)	6,4 (33%)	5,6 (25%)
D2N0	34,7 (40%)	9,8 (43%)	22,9 (29%)	16,2 (17%)	4,0 (25%)	3,3 (21%)
D2N1	56,5 (48%)	14,5 (54%)	35,2 (54%)	37,0 (28%)	6,3 (34%)	6,1 (33%)
D2N2	65,9 (44%)	14,3 (48%)	33,9 (29%)	37,4 (23%)	7,7 (34%)	6,8 (30%)
D2N3	70,6 (49%)	15,4 (52%)	33,7 (32%)	29,0 (20%)	7,5 (37%)	8,4 (42%)

D1 e D2 correspondem a populações de 31.250 e 46.875 plantas ha⁻¹, e N0, N1, N2 e N3 às doses de 0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio, respectivamente.

As exportações de Mg foram, em média, percentualmente maiores em culturas mais adensadas, no entanto mais próximas do que as observadas para o 'Astrus' na maior e menor densidade de plantio (Tabela 31). Maiores exportações em plantas sob cultivo mais adensados podem ser atribuídos à menor AF nestas plantas do que sob

menor densidade. Como não foi verificada influência da densidade de plantio sobre a AF, provavelmente houve menor competição, minimizando os efeitos observados no repolho verde. Menor área foliar, menor quantidade de clorofilas, porfirinas magnesianas e, conseqüentemente, menor proporção de Mg presente nas folhas externas ao repolho, responsáveis pela fotossíntese da planta, e folhas internas do repolho e caule.

Quanto ao enxofre, exceção ao tratamento mais adensado com aplicação de 300 kg ha⁻¹ de N, os percentuais de exportação de enxofre foram muito próximos entre si. Considerando que o enxofre é um nutriente pouco móvel na planta, os percentuais observados, como o cálcio, podem ser considerados normais.

4.2.2 Número de folhas externas e internas

O número de folhas externas (NFE) não foi influenciado significativamente pela interação dos fatores, apenas pela densidade de plantio isoladamente (Tabela 32).

Para o NFE, a menor população apresentou o maior número de folhas por planta (14,25 folhas/planta), duas folhas a mais do que na maior densidade de plantas (12,25 folhas/planta), um aumento de 14%. Estes resultados estão próximos ao número de folhas externas encontradas no repolho 'Astrus', 15,58 e 12,58 folhas/planta na menor e maior densidade populacional, respectivamente.

O menor número de folhas do repolho como resultado da menor área disponível às plantas também foi observado por outros autores com repolho verde, STEPANOVIC et al. (2000) e ATHANÁZIO & MAISTROVICZ (2007).

Tabela 32. Valores de F, significâncias e coeficientes de variação das características avaliadas, número de folhas externas (NFE), número de folhas internas (NFI) do repolho, híbrido Red Jewel, em função dos fatores densidades de plantio e doses de nitrogênio. UNESP - Jaboticabal (SP) - 2008.

Causas de Variação	NFE	NFI
Densidade de plantio (D)	14,3488 **	6,5490 *
Nitrogênio (N)	0,8968 ^{NS}	4,7048 *
D x N	1,4614 ^{NS}	0,5032 ^{NS}
C.V.(%)	9,76	9,28

* significativo a 5%, ** significativo a 1%, ^{NS} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Conforme já mencionado para o 'Astrus', a densidade populacional relaciona-se diretamente com a intensidade de competição entre plantas por espaço e fatores de crescimento, principalmente, luminosidade. Plantas de repolho sob menor densidade dispunham de 0,32 m² por planta enquanto na cultura mais adensada, cerca de 0,21 m², o que permitiu àquelas melhor aproveitamento dos recursos do meio, por conseguinte, maior número de folhas.

Houve ajuste para NFE em resposta ao aumento nas doses de N somente para a maior densidade populacional. O NFE diminuiu 15,7% com fornecimento de N às plantas (Figura 27), sendo verificadas 13,3 folhas/planta quando não se aplicou N e 11,2 folhas/planta na dose de 300 kg ha⁻¹. Este resultado é contraditório ao que se sabe do efeito do N no crescimento das plantas. Contudo, o resultado, pelo menos para NFE na menor densidade, ratificou o que havia sido observado para NFE do 'Astrus', para o qual também não se constatou ajuste polinomial significativo para descrever a resposta do híbrido ao aumento de N.

O NFI também não foi influenciado significativamente pela interação dos fatores, entretanto foi influenciada por densidade de plantio e doses de N isoladamente (Tabela 32).

Quanto ao efeito da densidade no NFI, observou-se semelhança ao verificado para NFE, sendo que a menor população de plantas apresentou 29,75 folhas/planta, 2,75 folhas a mais do que na maior densidade de plantas, um aumento de aproximadamente 10%. Observa-se que no 'Red Jewel', em relação as densidades populacionais, o NFE apresentou menor redução porcentual do que NFI no espaçamento mais adensado.

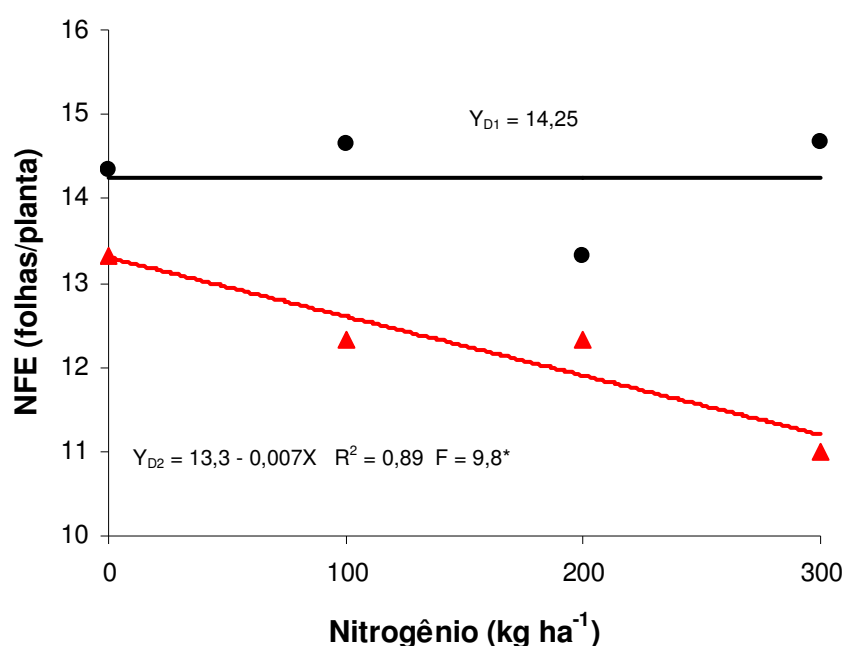


Figura 27. Número de folhas externas (NFE) de repolho, híbrido Red Jewel, para as densidades populacionais de 31.250 plantas/ha (D1) e 46.875 plantas/ha (D2), em função da dose de nitrogênio aplicada ao solo. UNESP – Jaboticabal (SP) - 2008

Ao contrário do verificado para NFE, houve ajuste significativo do NFI mediante aumento de N na menor densidade de plantio, não se constatando ajuste na maior densidade (Figura 28), semelhante ao observado para o 'Astrus'.

Na menor densidade verificou-se aumento linear do NFI com aumento das doses de nitrogênio fornecida à planta. A dose de 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio proporcionou o maior número de folha (33,2 folhas/planta), enquanto sem aplicação de N constatou-se plantas com 26,3 folhas, cerca de 21% menos (Figura 28).

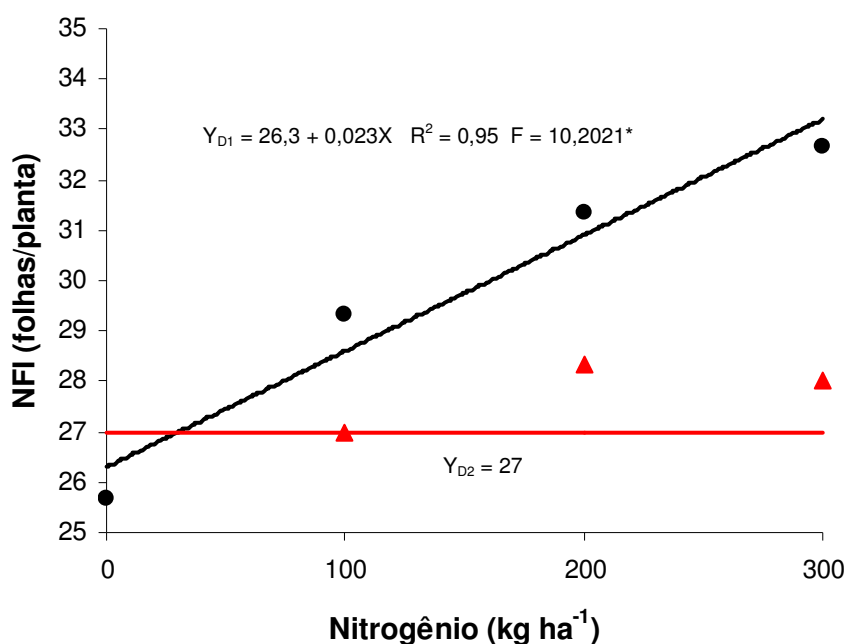


Figura 28. Número de folhas internas (NFI) de repolho, híbrido Red Jewel, para as densidades populacionais de 31.250 plantas/ha (D1) e 46.875 plantas/ha (D2), em função da dose de nitrogênio aplicada ao solo. UNESP – Jaboticabal (SP) - 2008

As reduções percentuais ocorridas nos NFI dos híbridos Red Jewel e Astrus foram semelhantes, o que pode evidenciar a importância similar do N para os dois híbridos.

4.2.3 Matéria seca da folha externa e interna

A característica matéria seca das folhas externas (MSFE) foi influenciada significativamente pelos fatores doses de nitrogênio e de densidade populacional, mas não pela interação dos fatores (Tabela 33).

Tabela 33. Valores de F, significâncias e coeficientes de variação das características avaliadas, matéria seca da folha externa (MSFE) e matéria seca da folha interna (MSFI), do repolho, híbrido Red Jewel, em função dos fatores densidades de plantio e doses de nitrogênio. UNESP - Jaboticabal (SP). 2008.

Causas de Variação	MSFE	MSFI
Densidades de plantio (D)	19,3669 **	13,1345 **
Nitrogênio (N)	8,6910 **	39,7925 **
D x N	2,6871 ^{NS}	4,5285 *
C. V.(%)	10,87	13,95

* significativo a 5%, ** significativo a 1%, ^{NS} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Houve incremento linear para a MSFE em função do aumento das doses de nitrogênio na menor densidade e quadrático na maior (Figura 29). A maior dose de nitrogênio, na menor densidade, foi responsável pela maximização da produção de MSFE (67,96 g/planta), sendo que na ausência de adubação nitrogenada a produção de MSFE foi de 44,96 g/planta, uma redução de 33,8%. Em relação ao repolho verde, o

híbrido Red Jewel apresentou maior resposta a adubação nitrogenada, uma vez que, o híbrido Astrus apresentou maximização do MSFE com 187 kg de N ha⁻¹, na menor densidade.

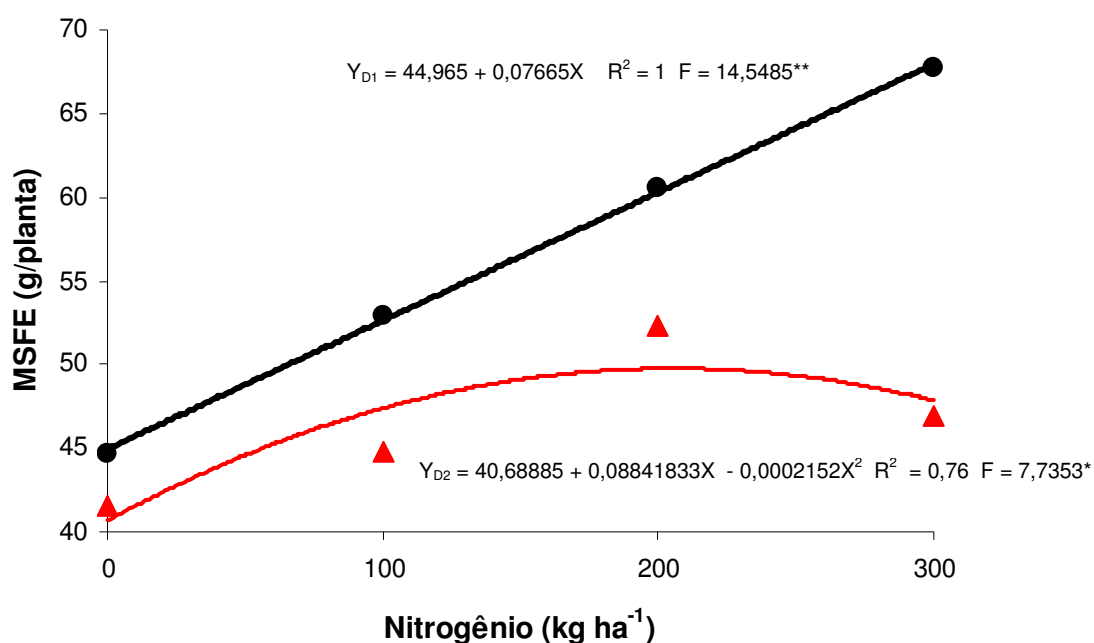


Figura 29. Matéria seca das folha externa (MSFE) de repolho, híbrido Red Jewel, para as densidades populacionais de 31.250 plantas/ha (D1) e 46.875 plantas/ha (D2), em função da dose de nitrogênio aplicada ao solo. UNESP – Jaboticabal (SP) - 2008

Ainda que não observada semelhança no comportamento quanto à resposta a adubação nitrogenada, confirmada pela ausência de correlação significativa (Tabela 34), a redução na MSFE na maior densidade populacional (46,5 g/planta) em relação a menor densidade (56,4 g/planta), aproximadamente 18% foi muito próxima da relatada para NFE (14%).

Tabela 34. Coeficiente de correlação de Pearson e significância entre as características acúmulo de nitrogênio na parte aérea (ANPA); número de folhas externas e internas (NFE e NFI); diâmetro do caule na inserção das folhas (DCI); diâmetro transversal e longitudinal da “cabeça” (DTR e DLR); matéria fresca repolho (MFR); matéria seca das folhas externas, internas e caule (MSFE, MSFI, MSC), do repolho híbrido Red Jewel. UNESP – Jaboticabal (SP). 2008.

	ANPA	NFE	NFI	DCI	DTR	DLR	MFR	MSFE	MSFI
NFE	0,07 ^{ns}								
NFI	0,66**	-0,18 ^{ns}							
DCI	0,82**	0,18 ^{ns}	0,60**						
DTR	0,92**	-0,09 ^{ns}	0,69**	0,73**					
DLR	0,86**	-0,16 ^{ns}	0,57**	0,66**	0,94**				
MFR	0,91**	0,00 ^{ns}	0,58**	0,76**	0,95**	0,93**			
MSFE	0,88**	0,40 ^{ns}	0,52**	0,81**	0,76**	0,68**	0,76**		
MSFI	0,93**	-0,02 ^{ns}	0,78**	0,80**	0,90**	0,84**	0,89**	0,77**	
MSC	0,81**	0,06 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,63**	0,71**	0,64**	0,69**	0,71**	0,71**

ns – não significativo ($p < 0,05$), * significativo ($p < 0,05$), ** significativo ($p < 0,01$).

A matéria seca da folha interna (MSFI) foi influenciada significativamente pelos fatores doses de nitrogênio e densidade populacional e pela interação destes fatores (Tabela 29). A MSFI apresentou ajuste linear em ambas as densidades populacionais (31.250 e 46.875 plantas/ha). Na ausência de adubação nitrogenada, praticamente não houve diferença entre MSFI das plantas nas duas densidades populacionais. A partir de 32 kg ha⁻¹ de N, verificou-se que o espaçamento menos adensado, que até então era inferior ao mais adensado apresenta um maior incremento de MSFI em plantas de cultura menos adensada, atingindo na maior dose 58,3 gramas por planta, 29% a mais do que o maior adensamento (41,6 g/planta) (Figura 30).

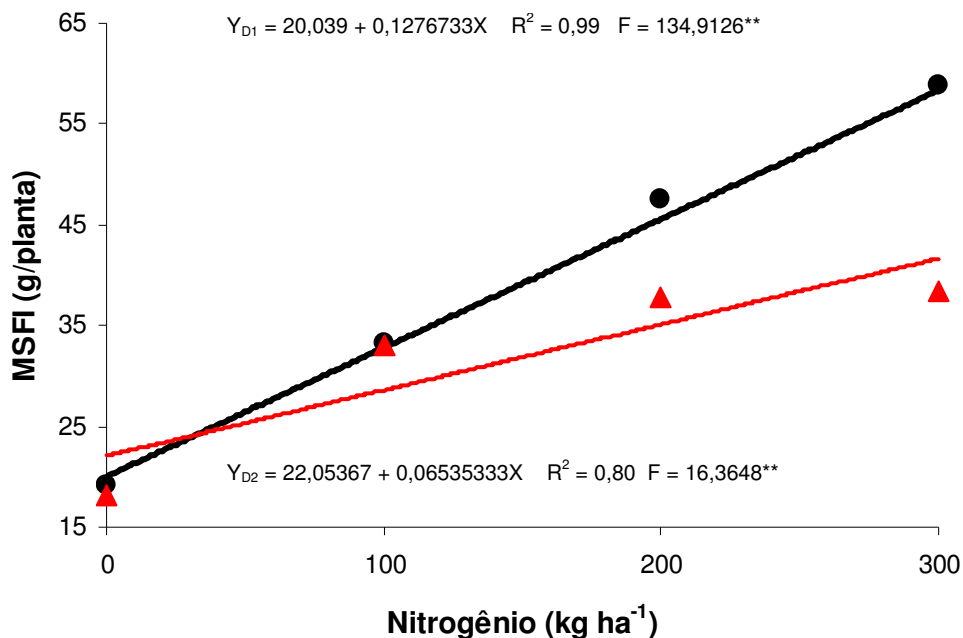


Figura 30. Matéria seca da folha interna (MSFI) de repolho, híbrido Red Jewel, para as densidades populacionais de 31.250 plantas/ha (D1) e 46.875 plantas/ha (D2), em função da dose de nitrogênio aplicada ao solo. UNESP – Jaboticabal (SP) - 2008.

Ao contrário do observado para NFE e MSFE, a MSFI apresentou correlação significativa com o NFI ($r = 0,780$) (Tabela 34).

O comportamento da MSFI no repolho ‘Red Jewel’ assemelha-se ao do repolho ‘Astrus’, ou seja, observa-se que espaçamentos mais adensados proporcionaram menores tamanhos de “cabeças” em função da menor área disponível para crescimento da planta.

4.2.4 Diâmetro e matéria seca do caule

Não houve efeito significativo da interação dos fatores no diâmetro do caule na inserção (DCI), entretanto houve influência significativa das doses de nitrogênio e densidade de plantio isoladamente (Tabela 35).

Tabela 35. Valores de F, significâncias e coeficientes de variação das características avaliadas, diâmetro do caule na inserção do repolho (DCI) e matéria seca do caule (MSC) do repolho, híbrido Red Jewel, em função dos fatores densidades de plantio e doses de nitrogênio. UNESP - Jaboticabal (SP) - 2008.

Causas de Variação	DCI	MSC
Densidade de plantio (D)	10,0518**	1,7485 ^{NS}
Nitrogênio (N)	15,7057 **	9,0864 **
D x N	1,5014 ^{NS}	2,4759 ^{NS}
C. V.(%)	5,37	17,47

** significativo a 1%, ^{NS} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Na menor densidade de plantio obteve-se o maior DCI (33,12 mm), enquanto na maior densidade o diâmetro do caule foi de 30,89 mm, uma redução de, aproximadamente, 7%. A mesma redução ocorreu no repolho 'Astrus' embora este tenha apresentado diâmetros maiores.

Ainda que não observada interação significativa entre os fatores, quando realizou-se a análise de regressão polinomial, verificou-se resposta linear do DCI à adubação nitrogenada em ambas as densidades populacionais, sendo o máximo diâmetro (36,49 mm) alcançado na dose de 300 kg de N ha⁻¹, um aumento de aproximadamente 22% em relação a ausência de adubação com N. Observa-se que no

tratamento mais adensado este aumento em relação a menor e maior dose de N foi muito próximo (20%) (Figura 31).

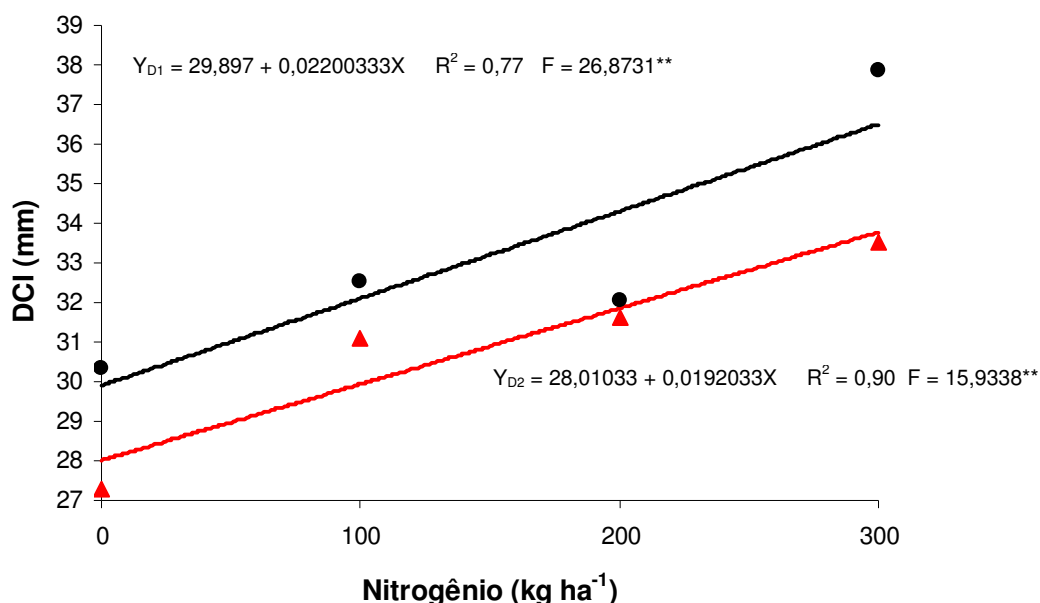


Figura 30. Diâmetro do caule na inserção (DCI) de repolho, híbrido Red Jewel, para as densidades populacionais de 31.250 plantas/ha (D1) e 46.875 plantas/ha (D2), em função da dose de nitrogênio aplicada ao solo. UNESP – Jaboticabal (SP) - 2008

Embora as diferentes densidades populacionais apresentem o mesmo modelo de ajuste (linear) às doses de N, tem-se que a amplitude de 1,2 mm em plantas sob menor densidade populacional sem aplicação de N aumenta para 2,7 mm na maior dose (300 kg ha⁻¹ de N), ou seja, sob menor densidade, o incremento do DCI do repolho é maior do que sob elevada densidade de plantio.

A MSC não foi influenciada significativamente pela interação dos fatores, mas foi influenciada pela dose de nitrogênio (Tabela 35).

A máxima MSC (9,7 g/planta) no maior adensamento foi obtida na dose de 300 kg ha⁻¹ de N aplicada no solo, sendo esta 86% maior que a MS obtida sem a aplicação de nitrogênio (5,5 g/planta). Na densidade de 46.875 plantas/ha não observou-se ajuste das médias de DCI mediante aumento do N aplicado (Figura 32).

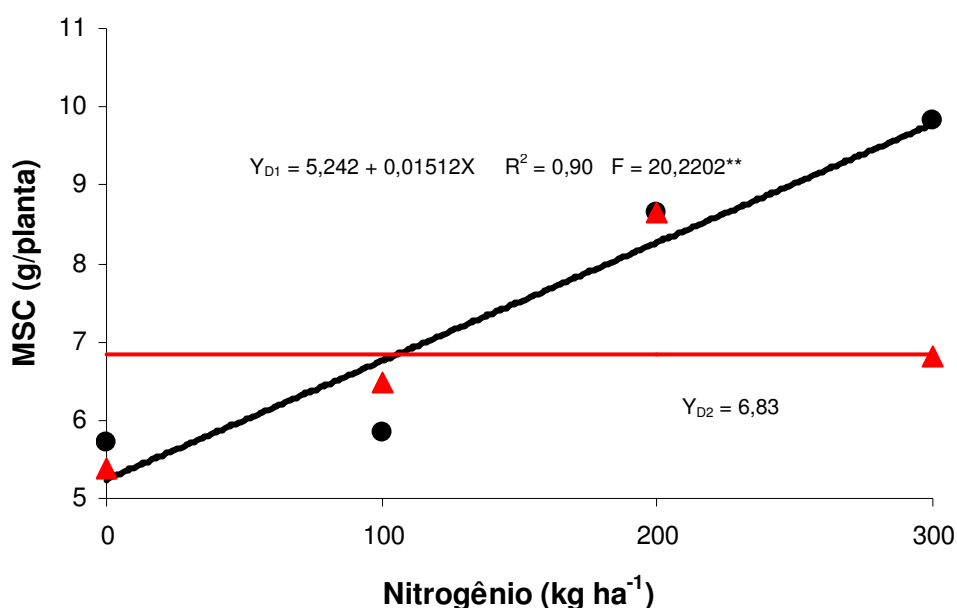


Figura 32. Matéria seca do caule (MSC) de repolho, híbrido Red Jewel, para as densidades populacionais de 31.250 plantas/ha (D1) e 46.875 plantas/ha (D2), em função da dose de nitrogênio aplicada ao solo. UNESP – Jaboticabal (SP) - 2008

A MSC está relacionada com o DCI e desta forma é esperado que os mesmos apresentem respostas semelhantes, tanto em relação à adubação com nitrogênio quanto à densidade de plantas. A redução na MSC na maior densidade populacional (6,8 g/planta) em relação a menor densidade (7,5 g/planta), aproximadamente 10% foi muito próxima da relatada para DCI (7%).

O incremento das doses de N aumentou o DCI e MSC, provavelmente isto ocorreu devido a função estrutural do nitrogênio.

Como observado no repolho 'Astrus' a MSC e DCI são as características que mais apresentaram correlação com as demais (Tabela 34), demonstrando mais uma vez a importância desta parte da planta no seu crescimento e desenvolvimento através do suprimento adequado de água e nutrientes a planta.

4.2.5 Diâmetro transversal e longitudinal da cabeça

Não houve efeito significativo da interação doses de nitrogênio e densidade de plantio sobre o diâmetro transversal (DTR), verificando-se apenas efeito isolado do fator dose de nitrogênio (Tabela 36).

Na densidade de 31.250 plantas/ha o DTR foi máximo (139,17 mm) na dose de 287 kg ha⁻¹ de N, enquanto que na densidade de 46.785 plantas/ha o máximo DTR (128,86 mm) foi constatado na dose de 222 kg ha⁻¹ (Figura 33). A máxima DTR (128,86 mm) observada na densidade de 46.875 plantas/ha é semelhante às relatadas por PORTO et al. (2007) para o mesmo híbrido e densidade de plantio (125 mm).

Observa-se ainda que nas doses 0 e 100 kg ha⁻¹ de N as densidades de plantio praticamente não apresentavam diferença, sendo que a partir deste ponto, provavelmente em função de uma menor competição entre as plantas, a menor densidade populacional apresenta maiores incrementos (Figura 33)

Tabela 36. Valores de F, significâncias e coeficientes de variação das características avaliadas, diâmetro transversal (DTR), diâmetro longitudinal (DLR) do repolho, híbrido Red Jewel, em função dos fatores densidade de plantio e doses de nitrogênio. UNESP - Jaboticabal (SP) - 2008.

Causas de Variação	DTR	DLR
Densidade de plantio (D)	2,3486 ^{NS}	0,1385 ^{NS}
Nitrogênio (N)	49,1346 ^{**}	31,6634 ^{**}
D x N	2,2304 ^{NS}	1,7360 ^{NS}
C. V.(%)	5,69	4,24

* significativo a 5%, ** significativo a 1%, ^{NS} não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

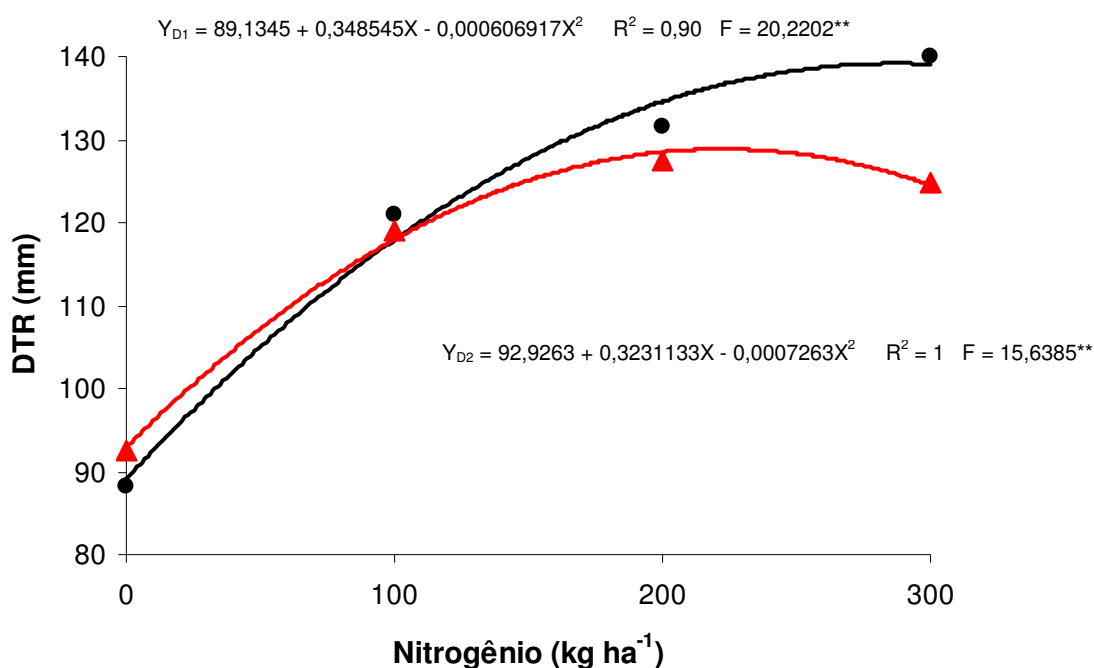


Figura 33. Diâmetro transversal do repolho (DTR) híbrido Red Jewel, para as densidades populacionais de 31.250 plantas/ha (D1) e 46.875 plantas/ha (D2), em função da dose de nitrogênio aplicada ao solo. UNESP – Jaboticabal (SP) – 2008

Conforme observado para o DTR, não houve efeito significativo da interação doses de nitrogênio e densidade de plantio sobre o diâmetro longitudinal (DLR), verificando-se apenas efeito isolado do fator dose de nitrogênio (Tabela 36). No entanto, quando submetidas à análise por regressão polinomial a DTR em resposta às adubações nitrogenadas, foi ajustada à equações de modelo quadrático em ambas densidades de plantio.

A dose de 253 kg ha⁻¹ proporcionou a máxima DLR (116,3 mm), na menor densidade de plantio, já na maior densidade de plantio a dose de 225 kg ha⁻¹ foi a responsável pela sua máxima DLR (113,6 mm). Conforme observado para DTR a redução na dose de nitrogênio aplicado nas diferentes densidades de plantio (11%) foi inferior a constatada no DLR (2,1%). No entanto, destaca-se que a diferença entre as mesmas foi menor na DLR. Nota-se ainda que, até a dose de 146 kg ha⁻¹ de N, a menor densidade populacional era inferior a maior, sendo que doses superiores a estas proporcionaram a inversão da tendência (Figura 34).

Ao contrário do descrito pra a DTR, a DLR observada no presente trabalho foi inferior a reportada por PORTO et al. (2007), que no cultivo do híbrido Red Jewel no espaçamento de 0,4 x 0,4 m (em quincôncio) obteve 129 mm de DLR.

Estudo semelhantes com densidades populacionais e doses de nitrogênio realizado por AQUINO et al. (2005b), para o repolho 'Kenzan', também demonstram que os diâmetros transversal e longitudinal aumentaram de forma quadrática com o incremento das doses de nitrogênio.

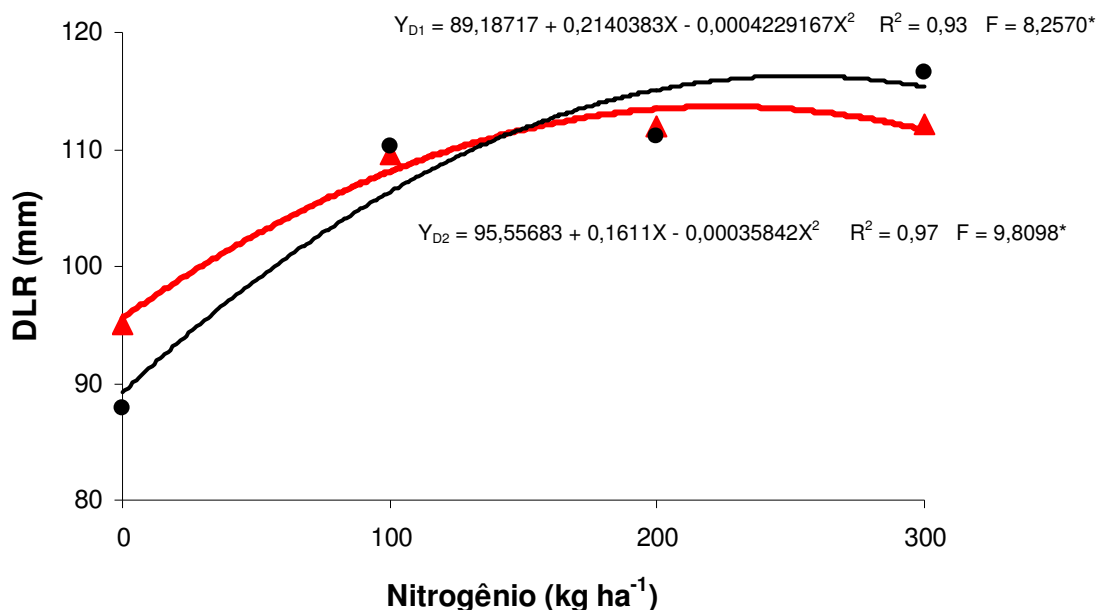


Figura 34. Diâmetro longitudinal do repolho (DLR), híbrido Red Jewel, para as densidades populacionais de 31.250 planta/ha (D1) e 46.875 plantas/ha (D2), em função da dose de nitrogênio aplicada ao solo. UNESP – Jaboticabal (SP) – 2008

4.2.6 Matéria fresca de repolho e produtividade

Efeito significativo não foi observado para a interação dos fatores em relação a matéria fresca do repolho (MFR), no entanto houve influência das doses de nitrogênio isoladamente (Tabela 37).

A maior MFR (822 g/planta) foi obtida com a dose de 300 kg ha⁻¹ de N na densidade de 31.250 plantas/ha. Na densidade de 46.875 plantas/ha a maior MFR (644,4g/planta) foi obtida na dose 220 kg ha⁻¹. Observa-se ainda que até a dose de 195 kg ha⁻¹ (640,07 g/planta) as densidades apresentaram MFR muito próximas. A partir da

dose em questão plantas sob maior competição intraespecífica apresentaram redução na MFR (Figura 35).

Tabela 37. Valores de F, significâncias e coeficientes de variação das características avaliadas, matéria fresca do repolho (MFR), produtividade do repolho, híbrido Red Jewel, em função dos fatores densidade de plantio e doses de nitrogênio. UNESP - Jaboticabal (SP) - 2008.

Causas de Variação	MFR	Produtividade
Densidade de plantio (D)	1,4285 ^{NS}	15,3676**
Nitrogênio (N)	19,2136**	21,1001**
D x N	1,7783 ^{NS}	1,4156 ^{NS}
C.V.(%)	20,37	18,97

** significativo a 1%, ^{NS} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

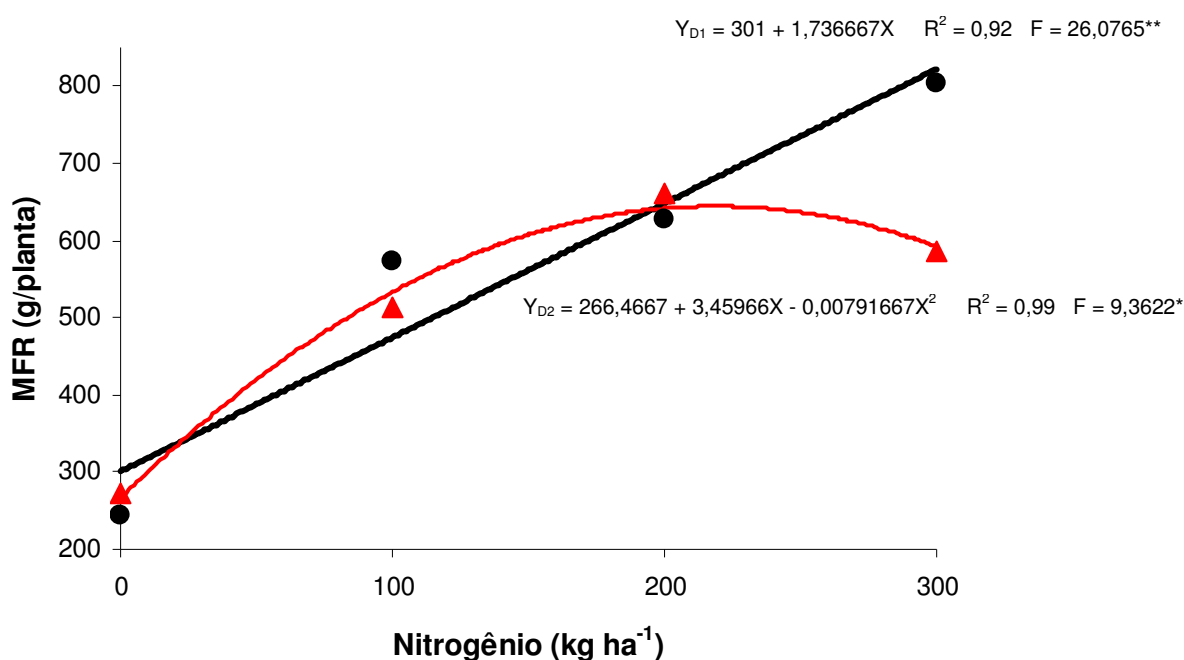


Figura 35. Matéria fresca do repolho (MFR), de repolho, híbrido Red Jewel, para as densidades populacionais de 31.250 plantas/ha (D1) e 46.875 plantas/ha (D2), em função da dose de nitrogênio aplicada ao solo. UNESP – Jaboticabal (SP) - 2008

Conforme observado no DLR, a MFR obtida no presente trabalho foi inferior a observada por PORTO et al. (2007), que relataram também para 'Red Jewel' MFR de 718 gramas por planta na densidade de 41.875 plantas/ha. ou seja uma diferença de 12,5%.

A produtividade do repolho não foi influenciada significativamente pela interação entre os fatores, mas foi influenciada pela densidade populacional e doses de N isoladamente (Tabela 37).

Na população de 46.875 plantas/ha obteve-se produtividade de 23,8 t ha⁻¹, enquanto na população de 31.250 plantas/ha a produtividade foi de 17,5 t ha⁻¹, redução de aproximadamente 26%. Como mencionado anteriormente, resultados semelhantes foram encontrados por AQUINO et al. (2005a) trabalhando com diferentes espaçamentos e doses de nitrogênio para o repolho, híbrido 'Kenzan', os quais relataram maior produtividade na maior população de plantas por área.

A máxima produtividade (30,21 t ha⁻¹) foi obtida na densidade de 46.875 plantas/ha com a dose de 218,5 kg ha⁻¹ de N, 17,6% superior a maior produtividade (25,68 t ha⁻¹) observada no tratamento menos adensado (Figura 36). Embora o DLR e MFR tenham sido inferiores aos relatados por PORTO et al. (2007), 15 e 12,5%, respectivamente, a produtividade, ainda que menor, não apresentou diferença superior a 4,1%.

A dose econômica, maior densidade populacional, foi de 201,7 kg ha⁻¹ proporcionando uma produtividade de 30,11 t ha⁻¹. Semelhante ao ocorrido para o repolho 'Astrus' a dose econômica praticamente não proporciona redução na produtividade.

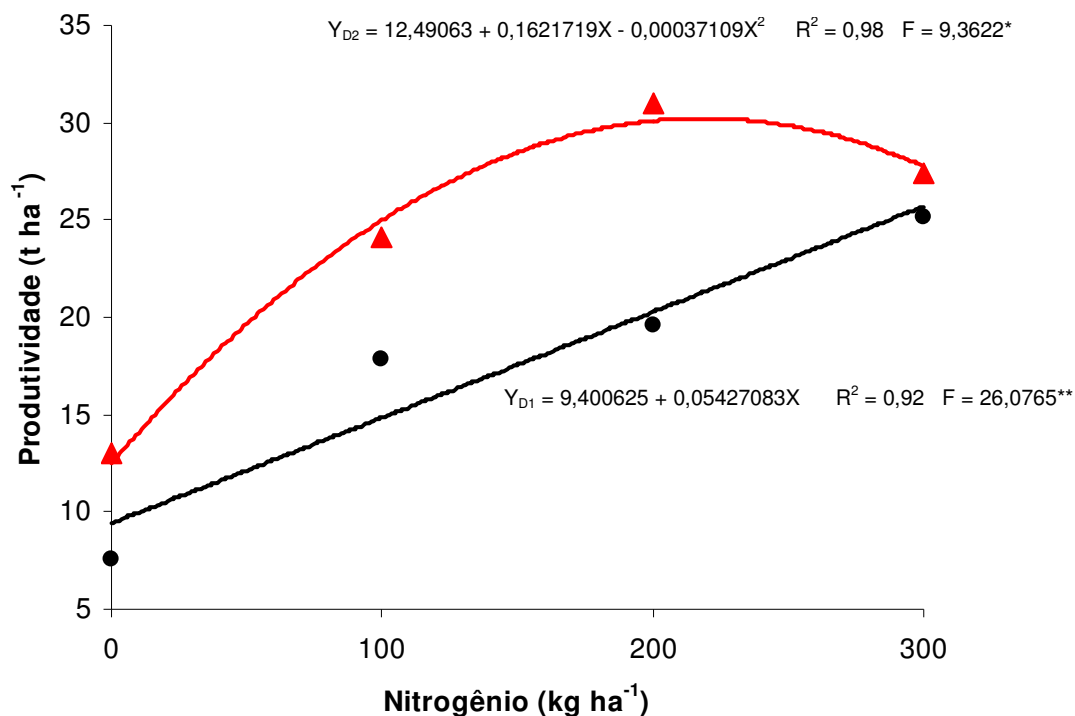


Figura 36. Produtividade do repolho, de repolho, híbrido Red Jewel, para as densidades populacionais de 31.250 plantas/ha (D1) e 46.875 plantas/ha (D2), em função da dose de nitrogênio aplicada ao solo. UNESP – Jaboticabal (SP) - 2008.

Embora a produção tenha sido maior, principalmente na maior dose de N, na densidade de 31250 plantas ha⁻¹ a porcentagem de incremento na produção de D1 em relação a D2 (38%) foi menor que a porcentagem do número de plantas a mais no tratamento mais adensado (50%). Sempre que fato semelhante ocorrer as produtividades serão maiores nos menores espaçamentos.

5 CONCLUSÕES

- Todas as características estudadas no híbrido Astrus, e todas, com exceção do NFE na maior densidade, do híbrido Red Jewel respondem a adubação nitrogenada.
- Considerando as tendências do mercado consumidor e a produtividade, a maior densidade de plantio e 300 kg ha⁻¹ de N é a melhor combinação para o híbrido Astrus, enquanto para o 'Red Jewel' é a maior densidade e 201,7 kg ha⁻¹ de N.
- Os híbridos de repolho apresentam a mesma seqüência de acúmulo de macronutrientes (Ca, N, K, P, S e Mg), com exceção do magnésio, em relação ao qual o repolho 'Astrus'; que apresenta maior demanda pelo nutriente, sendo o quarto mais acumulado.
- Os nutrientes mais exportados em ambos os híbridos, são nitrogênio, fósforo e potássio.

- O período de 40 a 60 DAT é responsável pela metade do acúmulo dos macronutrientes na planta de repolho, em ambos os híbridos.

REFERÊNCIAS

ANDRIOLI, I.; CENTURION, J. F. Levantamento detalhado dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27, 1999, Brasília. **Anais**. Brasília, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. 32p.

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 do espaçamentos e doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p. 266-270, abr.- jun. 2005a.

AQUINO, L. A.; PUIATTI, M.; PEREIRA, P. R. G.; PEREIRA, F. H. F.; LADEIRA, I. R.; CASTRO, M. R .S. Efeito de espaçamento e doses de nitrogênio sobre as características qualitativas da produção do repolho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.1, p. 100-104, jan.- mar. 2005b.

ARAÚJO, A. P.; MACHADO, C.T.T. Caracteres radiculares associados à absorção de fósforo. In:_____. **Nutrição Mineral de plantas**:. Viçosa: UFV, 2006. p. 257-270.

BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; GALLO, J.R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: IAC, 1983, 48p.

BORA, G. C.; DEKA, B. C.; SHADEQUE, A. Effect of different levels of nitrogen and spacing on head yield of cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*). **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 62, n. 8, p. 527-528, 1992.

CEAGESP. Cotações – Preços no atacado (repolho verde e roxo). Disponível em: <http://www.ceagesp.gov.br/cotacoes/?grupo=3&data=21%2F05%2F2008&consultar=Consultar&grupo_nome=Verduras>. Acesso em: 15 maio 2008.

ESTAÇÃO AGROCLIMATÓLOGICA. Resenha meteorológica do período 1971-2000. Jaboticabal: Departamento de Ciências Exatas, FCAV – UNESP. 2003. Disponível em: www.fcav.unesp.br/departamento/exatas/estacao/resenha>. Acesso em: 10 maio 2008.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1994. 227p.

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

FILGUEIRA, F. A. R. Brassicáceas: couves e outras culturas. In:_____. **Novo Manual de Olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000. p. 269-285.

FURLANI, A.M.C.; FURLANI, P.R.; BATAGLIA, O.C. Composição mineral de diversas hortaliças. **Bragantia**, Campinas, v. 37, p. 33-44, 1978.

FURTADO, S. C. **Nitrogênio e fósforo na produção e nutrição mineral de alface americana cultivada em sucessão ao feijão após pousio da área**. 2001. 78 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

GUIRAL, E. A. Y.; PRESSOTI, L. E.; PAULA, C. M. de; CECILIO FILHO, A. B. Efeito de doses de nitrogênio na cultura da couve-chinesa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, suplemento 2, jul. 2002. CD-ROM.

HARA, T.; SONODA, Y. The role of macronutrients for cabbage-head formation. Growth performance of a cabbage plant, and potassium nutrition in the plant. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v. 25, n. 1, p. 103-111, 1979.

KOWAL, J. J.; BARKER, A, V. Growth and composition of cabbage as affected by nitrogen nutrition. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 12, p. 113-120, 1979.

LARCHER, W. Utilização de carbono e produção de matéria seca. In: LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, 1986. p. 74-160.

LÉDO, F. J. S.; SOUZA, J. A.; SILVA, M. R. Avaliação de cultivares e híbridos de repolho no Estado do Acre. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 138-140, jul. 2000.

LUCCHESI, A. A.; MINAMI, K. Produtividade do rabanete (*Raphanus sativus* L.) relacionado com densidade de população. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 33, p. 577-583, 1976.

MAY, A. CECÍLIO FILHO, A. B. Crescimento e produtividade da cultura do rabanete em função da época de semeadura na consorciação com alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, Suplemento, p. 535-536, jul. 2000.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola** - nutrição mineral de plantas e fertilidade do solo. São Paulo: Ceres, 1976. 528p.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola**: adubos e adubações. 3. ed. São Paulo, 1981. 569 p.

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

MUNDSTOCK, C. M. **Densidade de semeadura de milho para o Rio Grande do Sul.**

Porto Alegre: UFRGS, 1977. 35p. (Boletim Técnico).

MURAYAMA, S. **Horticultura.** 2. ed. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, Campinas.1983. 321 p.

NOGUEIRA, F. D.; FAQUIN, V.; PAULA, M. B. de. Solos, calagem e adubação para brássicas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n. 98. p. 21-29, fev. 1983.

OLIVEIRA, F.L.; RIBAS, R.G.T.; JUNQUEIRA, R.M.; PADOVAN, M.P. ; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L.; RIBEIRO, R.L.D. Uso do pré-cultivo de *Crotalaria juncea* e de doses crescentes de “cama” de aviário na produção do repolho sob manejo orgânico. **Agronomia**, Rio de Janeiro, v. 37, n.2, p.60-66, 2003.

PACHECO, D. D. **Índices de disponibilidade de nitrogênio, teores de nitrato e vitamina C, composição mineral e produção de repolho em resposta a doses de nitrogênio, de composto orgânico e de molibdênio.** 1996. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UFV, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

PAULA, C. M. de. **Crescimento e produtividade de cultivares de almeirão em função de densidade de plantio em dois ambientes de cultivo.** 2002. 49 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

PECK, N. H. Cabbage plant responses to nitrogen fertilization. **Agronomy Journal**, v. 73, p. 679-784, 1981.

PRADO, R. M. Nitrogênio. In: _____. Nutrição de plantas: apostila didática do curso de graduação em agronomia. Jaboticabal: Funep, 2004. cap. 3, p. 37-58, 2004.

RAIJ, B.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, S.; BATAGLIA, O.C. **Análise química do solo para fins de fertilidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1987, 170p.

RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

REGHIN, M.Y.; OTTO, R.F.; OLINIK, J.R. Produtividade do repolho em função do tipo de muda e do espaçamento. Porto Seguro: 47º Congresso Brasileiro de Olericultura. 2007. **Horticultura Brasileira – Trabalhos CBO**. Disponível em: <<http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/Info.aspx?idevento=1&idmenu=27>> Acesso em: 20 maio 2008.

SAKATA SEED SUDAMERICA LTDA. Repolho Híb. F1 Red Jewel. Disponível em: <http://www.sakata.com.br/index.php?buscar_por=REPOLHO&action=busca&filtro=todos>. Acesso em: 20 maio 2008.

SCHARPH, H. C. Nutrient influences on the nitrate contents of vegetables. **The Fertiliser Society**, n. 313, 1991. 24 p.

SEBER, G. A. F. **Linear regression analysis**. New York: John Wiley & Sons, 1977. 465p.

SEMINIS VEGETABLE SEEDS. Repolho Híb. F1 Astrus. Disponível em: <http://www.seminis.com.br/products/repolho/astrus_plus.asp>. Acesso em: 20 maio 2008.

SILVA JÚNIOR, A. A. Adubação mineral e orgânica em repolho. II . Concentração de nutrientes na folha e precocidade. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.5, n.1, p. 15-17, 1987.

SILVA JUNIOR, A. A.; MIURA, L.; YOKOYAMA, S. Repolho: novas cultivares de verão. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.1, n.3, p.47-49, 1988.

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

TORRES, A. N. L. **Produção e qualidade de variedades de repolho e cenoura**. 1999. 72 f. Dissertação (Dissertação de mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

TRANI, P. E.; GRANJA, N. P.; BASSO, L. C.; DIAS, D. C. F. S.; MINAMI, K. Produção e acúmulo de nitrato pela rúcula afetados por doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 12, n. 1, p. 25-29, 1994.

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; AZEVEDO, J. A.; TAVARES, M. Brócolos, couve-flor e repolho. In: RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. p.175-179. (Boletim Técnico 100).

TRANI, P. E.; GROPPPO, G. A.; SILVA, M. C. P.; MINAMI, K.; BURKE, T. J. Diagnóstico sobre a produção de hortaliças no Estado de São Paulo. **Horticultura Brasileira**, v. 15, n. 1, p. 19-24, 1999.