

LOPES, WAR; NEGREIROS, MZ; MORAIS, PLD; SOARES, AM; LUCENA, RRM; SILVA, OMP; GRANGEIRO, LC. 2016. Caracterização físico-química de bulbos de alho submetido a períodos de vernalização e épocas de plantio. *Horticultura Brasileira* 34: 231-238. DOI - <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620160000200013>

Caracterização físico-química de bulbos de alho submetido a períodos de vernalização e épocas de plantio

Welder AR Lopes; Maria Z Negreiros; Patrícia LD Moraes; Alinne M Soares; Rafaella RM Lucena; Otaciana MP Silva; Leilson C Grangeiro

Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), Mossoró-RN, Brasil; welder.lopes@hotmail.com; zuleide@ufersa.edu.br; plmoraes@hotmail.com; alinne_menezes@hotmail.com; rafaelarayane@hotmail.com; otaciana_silva@yahoo.com.br; leilson@ufersa.edu.br

RESUMO

Com o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes períodos de vernalização e épocas de plantio sobre as características físico-químicas de bulbos de alho Roxo Pérola de Caçador, realizou-se um experimento em Baraúna-RN, de maio a outubro de 2012. O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados completos, com três repetições. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas, sendo as parcelas representadas pelas épocas de plantio (22 de maio, 5 de junho e 23 de junho) e as subparcelas pelos períodos de vernalização pré-plantio do alho-semente ($4\pm 1^\circ\text{C}$ durante 50, 55, 60, 65 e 70 dias, e umidade relativa de 70%). Foram avaliados: diâmetro de bulbo (DB), sólidos solúveis (SS), açúcares solúveis totais, acidez titulável (AT), pH, relação sólidos solúveis: acidez titulável (SS/AT), pungência, sólidos totais e índice industrial. De acordo com os resultados observados, sugere-se o plantio da cultivar Roxo Pérola de Caçador, para a região de Baraúna-RN, durante o mês de maio, utilizando-se a vernalização pré-plantio por 62 a 64 dias. Tal combinação possibilitou a produção de bulbos com melhor qualidade, considerando-se a avaliação conjunta dos atributos sólidos solúveis, açúcares totais e pungência. Os maiores teores de açúcares solúveis totais, assim como DB e SS foram obtidos no plantio de maio; a acidez titulável aumentou com o tempo de vernalização nos plantios de junho, quando houve redução na relação SS/AT; e de um modo geral, todos os tratamentos possibilitaram elevados teores de sólidos totais e pungência simultâneos, com boas perspectivas para a industrialização.

Palavras-chave: *Allium sativum*, frigorificação, sólidos solúveis, pungência, índice industrial.

ABSTRACT

Physico-chemical characterization of garlic bulbs submitted to vernalization periods and planting dates

In order to evaluate the effects of different vernalization periods and planting dates on the physico-chemical characteristics of garlic bulbs of 'Roxo Pérola de Caçador', an experiment was carried out in Baraúna, Rio Grande do Norte State, Brazil, between May and October 2012. The experimental design was a randomized complete block design with three replications. Treatments were arranged in a split-plot design with planting dates in the plots (May 22, June 5 and June 23) and vernalization periods in the split-plots (50, 55, 60, 65 and 70 days at $4\pm 1^\circ\text{C}$, and 70% of relative humidity). We evaluated bulb diameter (DB), soluble solids (SS), total soluble sugars, titratable acidity (AT), pH, SS/AT ratio, pungency, total solids and industrial index. According to the observed results, it is suggested to plant 'Roxo Pérola de Caçador' garlic in Baraúna region during the month of May, using the pre-plant vernalization during 62-64 days. This combination enabled the production of bulbs with better quality, considering the joint evaluation of soluble solids, total sugars and pungency attributes. The highest content of total soluble sugars, as well as DB and SS were obtained when planting the bulbs in May; titratable acidity increased with time of vernalization in June plantations, when there was a reduction in SS/AT; and in general, all treatments resulted in high total solids content and pungency with good prospects for industrialization.

Keywords: *Allium sativum*, cold storage, soluble solids, pungency, industrial index.

(Recebido para publicação em 15 de julho de 2014; aceito em 14 de setembro de 2015)
(Received on July 15, 2014; accepted on September 14, 2015)

O Brasil é o segundo maior consumidor e o maior importador mundial de alho. Apesar da crescente oferta do produto no mercado interno, a produção brasileira é insuficiente para atender a demanda nacional (Souza & Macêdo, 2009).

Seguindo a tendência nacional, atualmente o Rio Grande do Norte depende da importação de alho para

atender a sua demanda interna. No entanto, até o final da década de 1980, mesmo com área limitada de cultivo e quantidade produzida, o estado conseguia abastecer parte da sua demanda na época da safra. O cultivo, de baixo nível tecnológico, era realizado principalmente no leito do rio Mossoró. Dessa forma, a época de plantio dependia do abaixamento do nível das suas águas, o

que ocorria muitas vezes, nos meses de agosto e setembro quando as temperaturas elevadas comprometiam a produção e a qualidade dos bulbos produzidos (Souza, 1994 apud Soares, 2013).

Com o emprego de técnicas de cultivo, como a vernalização, criou-se uma ferramenta que possibilita manejar a cultura, particularmente no que se refere à época de plantio e colheita,

pois o seu uso diminui as exigências em fotoperíodo e possibilita o cultivo da hortaliça em regiões onde as condições de fotoperíodo e temperatura insuficientes naturalmente impedem a bulbificação das cultivares tardias ou nobres (Resende *et al.*, 2011; Souza & Macêdo, 2009).

Nos últimos anos é crescente o número de pesquisas que buscam incrementos em produtividade na cultura do alho em função dos tratamentos culturais empregados (Fiorese & Vicelli, 2009; Macêdo *et al.*, 2011; Resende *et al.*, 2011; Souza *et al.*, 2011). No entanto, aquelas relacionadas aos efeitos da vernalização e/ou épocas de plantio sobre qualidade pós-colheita não são encontradas com a mesma frequência.

Devido à crescente exigência do mercado consumidor de alimentos, é indispensável que as práticas utilizadas em pré-plantio, como a vernalização, e durante a fase de campo possibilitem que o alho chegue ao mercado com qualidade para o consumo.

Entre as características físico-químicas utilizadas para avaliar a qualidade do alho destacam-se o teor de sólidos solúveis, açúcares solúveis totais, pungência, acidez titulável, sólidos totais, índice industrial, dentre outros (Chitarra & Chitarra, 2005; Soares, 2013). Chagas *et al.* (2003), reportando-se a Carvalho *et al.* (1991), informam que é importante a determinação do teor de sólidos solúveis, pois nessa fração encontram-se os açúcares responsáveis pelo sabor característico do alho. Nesse caso, faz-se necessário o uso de bulbos com altos teores de sólidos solúveis, uma vez que esses constituintes são os responsáveis por um maior rendimento industrial.

Diante disso, objetivou-se avaliar o efeito de períodos de vernalização e épocas de plantio sobre a caracterização físico-química do alho cv. Roxo Pérola de Caçador produzido em Baraúna-RN.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado entre maio e outubro de 2012, com 3 ciclos produtivos, na Fazenda Santa Luzia, município de Baraúna-RN (5°5'50"S,

37°33'1"O, altitude 120 m). A região possui fotoperíodo com pouca variação, em torno de 12 horas, durante todo o ano. O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo BSwH', isto é, seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma chuvosa que vai, geralmente, de fevereiro a maio e uma seca, de junho a janeiro. O município de Baraúna está localizado na Chapada do Apodi. Durante a condução do experimento, realizou-se o monitoramento climático da região, a partir do qual se fez a seguinte caracterização de cada ciclo produtivo: média das temperaturas mínimas: 21,0; 22,1 e 21,5°C; temperaturas médias diárias: 27,3; 28,1 e 27,7°C, médias das temperaturas máximas: 33,8; 35,3 e 35,1°C; e umidade relativa média: 56,5%, 55,2% e 54,2%, durante o primeiro, segundo e terceiro cultivos, respectivamente.

O solo da área experimental foi classificado como Cambissolo Háplico de textura média (Embrapa, 2013), cuja análise química apresentou as seguintes características: pH H₂O= 5,80, P= 2,7 mg/dm³, K= 216,0 mg/dm³, Na= 5,8 mg/dm³, Ca= 4,69 cmol_c/dm³, Mg= 0,93 cmol_c/dm³, Al= 0,0 cmol_c/dm³ e MO= 7,79 g/kg.

O delineamento experimental utilizado foi parcelas subdivididas em blocos casualizados, com três repetições, sendo as parcelas representadas pelas épocas de plantio: 22 de maio, 5 de junho e 23 de junho, e as subparcelas, pelos períodos de vernalização pré-plantio do alho-semente: 50, 55, 60, 65 e 70 dias.

A cultivar empregada foi Roxo Pérola de Caçador. É uma cultivar de alho nobre, de ciclo tardio, com bulbos redondos e grandes, túnica de coloração branca, de sete a nove bulbilhos com película de cor rósea ou roxa.

Os bulbos-sementes passaram pelo processo de vernalização em câmara frigorífica à temperatura de 4±1°C e umidade relativa de 70%. A entrada dos bulbos de cada tratamento na câmara frigorífica foi feita de modo que o plantio dos bulbilhos das subparcelas ocorresse na mesma data, conforme as épocas de plantio.

As subparcelas foram constituídas

por canteiros de 0,2 m de altura, 1,0 m de largura e 2,0 m de comprimento, com cinco linhas de plantio. Os bulbilhos foram plantados a uma profundidade de 5 cm, com espaçamento de 20 cm entre linhas e 10 cm entre plantas. A área útil de cada subparcela foi constituída pelas três fileiras centrais, descartando-se duas plantas na extremidade de cada fileira, resultando numa área de 1,08 m² e 54 plantas úteis.

No preparo do solo realizou-se uma aração e uma gradagem, seguido do levantamento dos canteiros. Baseada na análise do solo, foi realizada a adubação de plantio com 30 kg/ha de N (sulfato de amônio), 60 kg/ha de P₂O₅ (superfosfato simples), 20 kg/ha de K₂O (cloreto de potássio), 15 kg/ha de Mg (sulfato de magnésio), 7 kg/ha de Zn (sulfato de zinco), 1,7 kg/ha de B (ácido bórico) e 40 t/ha de Pole Fertil[®], à base de esterco bovino e de galinha decompostos, com 1% de N total, 15% de C orgânico, 50% de umidade, pH 6,0 e CTC de 80 mmol_c/dm³.

As adubações de coberturas foram realizadas em duas aplicações, uma aos 30 dias após o plantio (DAP), com as fontes ureia (30 kg/ha de N) e cloreto de potássio (20 kg/ha de K₂O), e outra aos 60 dias utilizando ureia (30 kg/ha de N).

Devido à suscetibilidade da cultivar ao superbrotamento recomenda-se submeter as plantas a estresse hídrico antes da segunda adubação de cobertura (Macêdo *et al.*, 2006). No entanto, devido às características climáticas da região (temperaturas elevadas e baixa umidade relativa) o estresse não foi realizado com a suspensão total da irrigação como recomendado, mas utilizando-se metade (3 mm) da lâmina de irrigação diária recomendada durante os períodos de 45-49 e 55-59 dias após o plantio (DAP).

O sistema de irrigação utilizado foi o de microaspersão, com vazão de 27 L/h para uma pressão de 200 KPa, sendo dois microaspersores por subparcela. A fim de monitorar a umidade do solo durante a condução do experimento, foram instalados tensiômetros a 15 e 30 cm de profundidade, em duas repetições.

As capinas foram realizadas sempre que necessário de modo que as plantas permanecessem sempre no limpo. Visan-

do a prevenção e controle de doenças como mancha púrpura, foram realizadas pulverizações com produtos à base de Mancozeb (Manzate[®], 2,5 g do princípio ativo/L da solução) em intervalos de sete dias. O controle de pragas, como tripes e/ou ácaros foi efetuado mediante pulverizações alternadas em intervalos de quinze dias com produto à base de Clorfernapir (Pirate[®], 0,5 mL do princípio ativo/L da solução) ou Deltametrina (Decis, 0,3 mL do princípio ativo/L da solução).

A irrigação foi suspensa três dias antes da colheita, quando as plantas apresentaram sinais de maturação, caracterizadas pelo amarelecimento e seca de 2/3 da parte aérea. A colheita foi realizada manualmente, pela manhã. As plantas colhidas foram submetidas ao processo de “pré-cura”, permanecendo por três dias expostas ao sol, de forma que as folhas de uma planta cobrissem os bulbos de outra, protegendo desta forma, da radiação solar direta. Em seguida realizou-se a cura, onde as plantas permaneceram por um período de 35 dias em local sombreado, seco e arejado. Após o processo de cura, realizou-se a limpeza dos bulbos.

Posteriormente à limpeza, o material foi encaminhado ao Laboratório de Pós-colheita da UFERSA para as realizações das análises. Os diâmetros dos bulbos foram medidos, e em seguida realizou-se a debulha. De cada subparcela útil retirou-se uma amostra de 100 bulbilhos. Os bulbilhos foram descascados, e com o auxílio de um processador, foram triturados até atingir uma consistência pastosa e homogênea, a partir da qual foram realizadas as análises. Para as determinações feitas diretamente no suco, o material foi filtrado em tecido *fait*, 100% poliéster.

Foram analisados: 1) Teor de sólidos solúveis (SS): determinado, em duplicata, com leitura em refratômetro digital (modelo PR-100, Palette, AtagoCo, Ltd. Japan) com compensação automática de temperatura. Os resultados foram expressos em % (AOAC, 2002). 2) Teor de açúcares solúveis totais (AST): quantificado em triplicata, por meio do método da Antrona (Solução de Antrona + ácido sulfúrico), descrito por Yemm & Willis (1954). Diluiu-se 0,5 g da pasta

de alho em água destilada, em balão volumétrico, até o volume de 100 mL. Em seguida, filtrou-se o material para obtenção do extrato. Em um tubo de ensaio, foram adicionados 30 µL do extrato e 970 µL de água destilada. Posteriormente, os tubos foram levados para banho de gelo, onde permaneceram enquanto adicionava-se a solução de antrona (2 mL). Em seguida, os tubos foram agitados e retornados imediatamente para o banho de gelo, e posteriormente, submetidos ao banho-maria em ebulição por 8 minutos; resfriou-se em água gelada. Utilizou-se solução de glicose nas concentrações de 0, 10, 20, 30, 40 e 50 µg/L para obtenção da curva padrão. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 620 nm e os resultados expressos em g/100 g de pasta (%). 3) Acidez titulável (AT): utilizou-se 1 g de pasta de alho, em duplicata, diluída para o volume de 50 mL com água destilada e duas gotas de fenolftaleína alcoólica a 1%. Realizou-se a titulação com solução de NaOH 0,1N, até o ponto de viragem caracterizada pela cor rósea, os resultados foram expressos em mEq H₃O⁺/100 g (IAL, 2005). 4) Potencial hidrogeniônico (pH): determinado com auxílio de potenciômetro com ajuste automático de temperatura, devidamente padronizado com soluções tampões pH= 7,0 e pH= 4,0 (IAL, 2005). 5) Relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT): determinado pela relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável. 6) Pungência: estimada por meio da determinação do ácido pirúvico, utilizando-se o reagente 2,4-dinitrofenilhidrazina (DNPH), pelo método colorímetro descrito por Schwimmer & Weston (1961). Em erlenmeyer, adicionou-se 0,2 mL do suco do alho, 1,5 mL de ácido tricloroacético a 5% e 18,3 mL de água destilada, para obtenção do extrato. Agitou-se o material. Em tubo de ensaio, adicionou-se 1 mL do extrato, 1 mL da solução de 2,4-dinitrofenilhidrazina (DNPH) e 1 mL de água destilada. O material foi agitado em vórtex. Posteriormente, os tubos de ensaio foram levados ao banho-maria a 37°C durante 10 minutos. Resfriou-se o material em banho de gelo e adicionaram-se 5 mL de NaOH 0,6 N, por tubo de ensaio. Agitou-se em vórtex,

e manteve-se em repouso por cinco minutos para desenvolver a coloração amarela. As absorbâncias foram lidas em espectrofotômetro a 420 nm. O piruvato de sódio foi usado como padrão. O cálculo de pungência foi realizado a partir da elaboração da curva padrão do piruvato de sódio em sete concentrações (0,0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2 mmol/L). Os resultados foram obtidos em µmoles de ácido pirúvico/mL de suco de alho.

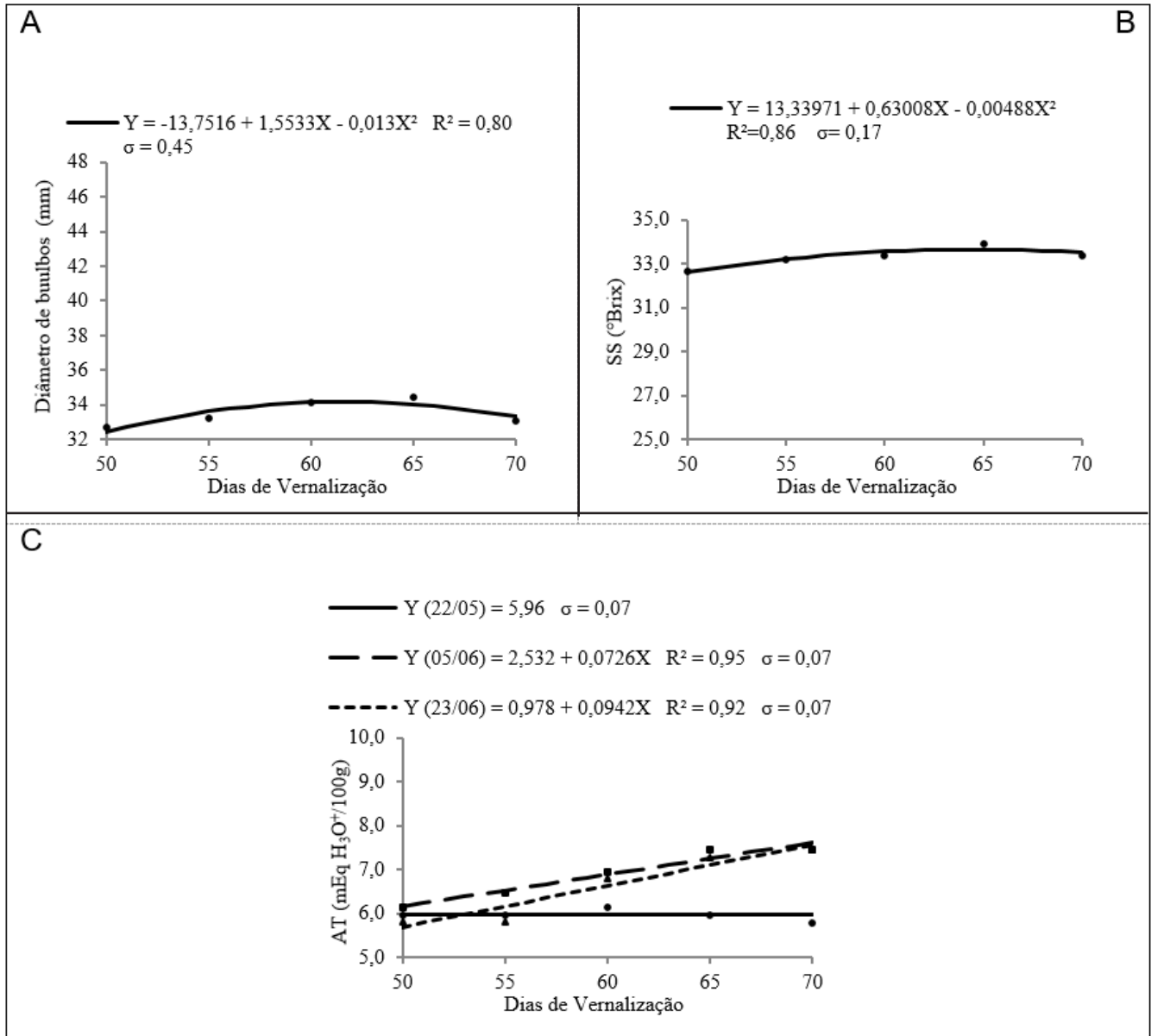
Para determinação de sólidos totais (ST), foram debulhados 10 bulbos de cada subparcela; os bulbilhos obtidos foram levados a uma estufa com circulação forçada de ar, com temperatura de 65°C até atingirem massa seca constante. Os sólidos totais foram calculados pela diferença entre 100 e o teor de umidade dos bulbilhos (IAL, 2005). O índice industrial foi calculado pela fórmula: II=(sólidos totais x ácido pirúvico)/100, de acordo com Carvalho *et al.* (1991).

Os dados foram submetidos a testes de normalidade e homogeneidade e análises de variância, sendo as médias referentes às épocas de plantio, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, pelo *software* Sisvar[®] v. 5.3 (Ferreira, 2008), e as médias referentes aos períodos de vernalização, quando ajustadas a um modelo matemático, comparadas através de análises de regressões, obedecendo-se o nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste F, utilizando do *software* Table Curve 2D v 5.01 (Jandel Scientific, 1991).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa entre épocas de plantio e períodos de vernalização para os atributos acidez titulável (Pr>F= 0,0000), pH (Pr>F= 0,0000), relação sólidos solúveis/acidez titulável (Pr>F= 0,0000), pungência (Pr>F= 0,0012), sólidos totais (Pr>F= 0,0211) e índice industrial (Pr>F= 0,0077). Para o diâmetro de bulbos (Pr>F_{época} = 0,0106; Pr>F_{vern} = 0,0454) e sólidos solúveis (Pr>F_{época} = 0,0195; Pr>F_{vern} = 0,0006) houve efeito isolado das épocas de plantio e dos períodos de vernalização, e para açúcares solúveis totais (Pr>F=

Figura 1. Diâmetro de bulbos (A), sólidos solúveis (B) e acidez titulável (C) de alho nobre em função dos períodos de vernalização e épocas de plantio. Os símbolos representam as médias de três repetições e três épocas de plantio (A e B) e de três repetições em cada época de plantio (C). As linhas representam os valores estimados de acordo com as equações apresentadas {bulb diameter (A), soluble solids (B) and titratable acidity (C) of noble garlic depending on periods of vernalization and planting dates. The symbols represent the average of three replications and three planting dates (A and B) and three replications in each planting season (C). The lines represent the estimated values according to the equations presented}. Baraúna, UFRS, 2012.



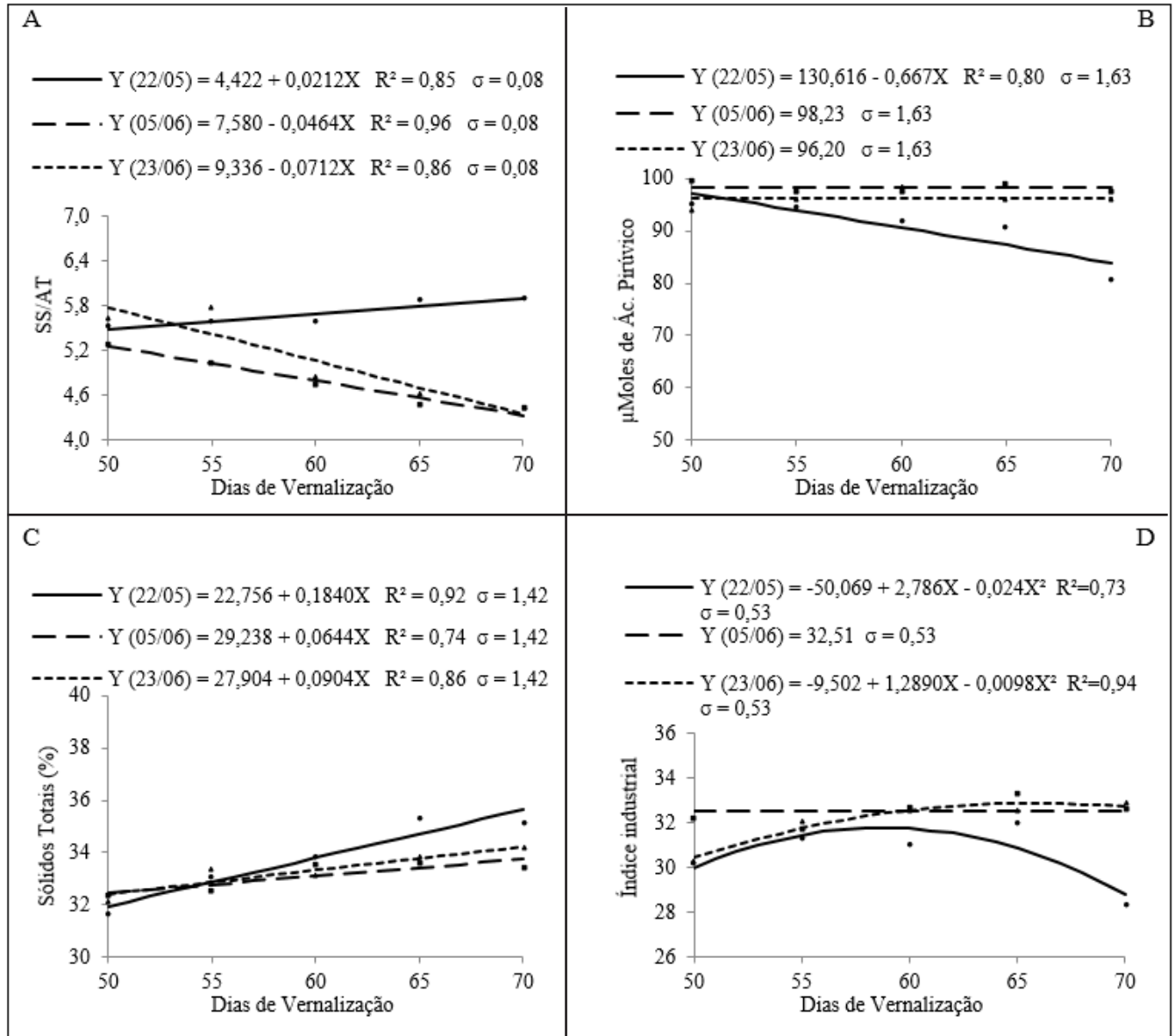
0,0006) houve efeito apenas das épocas de plantio.

Verificou-se aumento no diâmetro de bulbos (DB) com o aumento do tempo de vernalização, até o máximo estimado de 34,2 mm, vernalizado por 62 dias, decrescendo posteriormente até quando vernalizado por 70 dias (Figura 1A). O acúmulo de horas de frio em pré-plantio, promoveu alterações fisiológicas nos bulbilhos-semente, acarretando

aumento no diâmetro dos bulbos, e consequentemente na produção, com efeitos deletérios sobre esta característica quando prolongou-se o tempo de armazenamento em pré-plantio além dos 62 dias. Comparando as épocas de plantio, verifica-se que no plantio de maio, os bulbos apresentaram maior diâmetro em comparação aos demais (Tabela 1). Essa diferença observada, para essa característica, entre as épocas

de plantio, pode estar associada à influência dos fatores climáticos. Nos plantios de junho foram registradas temperaturas diárias mais elevadas, em média 28,1 e 27,7°C, durante os ciclos da cultura. Enquanto no plantio de maio as temperaturas médias diárias foram mais amenas, em média 27,3°C, o que provavelmente favoreceu a obtenção de bulbos com maior diâmetro, embora com a mesma classificação comercial,

Figura 2. Relação SS/AT (A), pungência (B), sólidos totais (C) e índice industrial (D) de alho nobre em função dos períodos de vernalização e épocas de plantio. Os símbolos representam as médias de três repetições, as linhas representam os valores estimados de acordo com as equações mostradas {SS/AT ratio (A), pungency (B), total solids (C) and industrial index (D) of noble garlic depending on periods of vernalization and planting dates. The symbols represent the average of three replications, the lines represent the estimated values according to the presented equations}. Baraúna, UFERSA, 2012.



classe 3 (>32-37 mm), de acordo com a portaria N° 242 de 17/09/1992 do MAPA. Entretanto, a vernalização foi capaz de sobrepor o efeito das condições climáticas durante os cultivos, viabilizando a produção de alho em Baraúna. Para obtenção de bulbos com melhor padrão comercial deve-se investir no aprimoramento do processo de vernalização e sistemas de produção (irrigação, adubação, densidade populacional, entre outros), incluindo, principalmente, a expansão para as microrregiões serranas

do estado.

O teor de sólidos solúveis (SS) aumentou com o tempo de vernalização até 64 dias, quando estimou-se a média de 33,65%, decrescendo posteriormente (Figura 1B). Com relação às épocas de plantio, observa-se que o plantio em maio proporcionou SS superior ao plantio em 5 de junho, ambos não diferindo do plantio em 23 de junho (Tabela 1). Os maiores valores de SS, observados no plantio de maio em relação aos plantios de junho podem estar relacionados às

temperaturas mais amenas registradas durante o primeiro período, o que resultou em maior altura e número de folhas por planta (dados não apresentados) e em incremento na fotossíntese líquida. Tais condições promoveram teores mais elevados de SS e bulbos com maior diâmetro, em relação aos plantios de junho, desejáveis para a qualidade do alho. Sabe-se que os sólidos solúveis são constituídos de açúcares e outras substâncias dissolvidas na seiva vacuolar, como vitaminas, fenólicos, pectinas e ácidos

Tabela 1. Diâmetro de bulbos (DB), sólidos solúveis (SS) e açúcares solúveis totais (AST) de alho nobre vernalizado, em função das épocas de plantio {bulb diameter (DB), soluble solids (SS) and total soluble sugars (AST) of vernalized noble garlic, depending on planting dates}. Baraúna, UFERSA, 2012.

Plantio	DB (mm)	SS (%)	AST(%)
22/mai	34,5 a	33,91 a	20,66 a
05/jun	32,9 b	32,82 b	12,88 c
23/jun	33,0 b	33,20 ab	17,20 b
CV 1 (%)	2,34	1,83	9,96
CV 2 (%)	4,01	1,51	9,85

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (means followed by the same letter, in the column, do not differ by Tukey test 5%).

orgânicos (Chitarra & Chitarra, 2005). No caso do alho, aproximadamente 60% dos sólidos solúveis são constituídos por açúcares. Com base nesses resultados, pode-se inferir que o plantio no mês de maio seria mais adequado para o município de Baraúna, pois resultou em melhor desempenho produtivo (dados não apresentados) e qualitativo do alho Roxo Pérola de Caçador vernalizado por 64 dias.

Para os açúcares solúveis totais, assim como o diâmetro de bulbos e os sólidos solúveis, a maior média foi observada para o plantio em maio (Tabela 1). Tal informação associada ao fato de

que no plantio em maio foram observadas plantas com maior altura e número de folhas fotossinteticamente ativas, em campo, em comparação às demais épocas de plantio (dados não apresentados), pode explicar a maior concentração de açúcares no bulbo das plantas cultivadas nesta época. Assim como para os SS, os valores médios de AST estão dentro da faixa esperada para a cultura, e corroboram com Chagas *et al.* (2003) que observaram médias entre 8,42 e 16,39%, ao avaliar sete cultivares de alho em Lavras-MG, e Prati *et al.* (2010) que observaram média de 12,03% de AST entre as cultivares avaliadas.

Tabela 2. pH e relação SS/AT de alho nobre submetido a períodos de vernalização e épocas de plantio (pH and SS/AT ratio of noble garlic under vernalization periods and planting dates). Baraúna, UFERSA, 2012.

Plantio	Vernalização (dias)				
	50	55	60	65	70
pH					
22/mai	5,84 BCb	5,82 BCb	5,87 Ba	5,76 Cc	6,03 Aa
05/jun	6,02 Aa	5,87 Bab	5,91 Ba	6,04 Aa	5,89 Bb
23/jun	5,87 Ab	5,94 Aa	5,96 Aa	5,91 Ab	5,93 Ab
CV 1 (%)	1,04				
CV 2 (%)	0,56				
SS/AT					
22/mai	5,52 ab	5,59 a	5,58 a	5,87 a	5,91 a
05/jun	5,29 b	5,05 b	4,75 b	4,47 b	4,42 b
23/jun	5,64 a	5,77 a	4,86 b	4,61 b	4,44 b
CV 1 (%)	1,89				
CV 2 (%)	2,83				

Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (means followed by the same letter, capital in the lines and small in the columns, do not differ by Tukey test 5%).

Não foram observadas diferenças significativas para a acidez titulável (AT) em função do tempo de vernalização, para o plantio de maio, com média observada de 5,96 mEq H₃O⁺/100 g. Para os plantios em junho, houve comportamento linear crescente, com mínimos estimados de 6,16 e 5,68 mEq H₃O⁺/100 g aos 50 dias de vernalização (DV), e máximos de 7,61 e 7,57 mEq H₃O⁺/100 g, aos 70 DV, respectivamente (Figura 1C). Cabe ressaltar que a acidez é um fator importante para industrialização; quanto mais elevada a acidez, melhor é a característica industrial do alho (Chagas *et al.*, 2003). Sabe-se que o aumento no tempo de vernalização, causa uma modificação hormonal no alho-planta, isso reflete no seu comportamento no campo, acelera o metabolismo e antecipa o ciclo da cultura (Reghin & Kimoto, 1998), consequentemente, o processo de maturação dos bulbos acontece mais rapidamente nas plantas oriundas de alho semente que foi submetido a maiores tempos de vernalização. Desse modo, os resultados obtidos estão em acordo, em parte, com Oliveira *et al.* (2003), que afirmam que a acidez aumenta com o amadurecimento do alho. Os valores médios de acidez constatados no presente trabalho corroboram com os obtidos na região por Soares (2013) que observou valores médios de AT entre 5,33 e 7,76 mEq H₃O⁺/100 g ao avaliar as cultivares Amaranthe, Branco Mossoró, Cateto Roxo, Catiguá, Caturra, Centenário, Chileno PR, Chinês Real, Gravatá, Mexicano e Morano Arequipeno no município de Governador Dix-sept Rosado-RN.

Não foi possível encontrar uma curva resposta ajustada que represente o comportamento da variável pH em função dos períodos de vernalização. No desdobramento da interação épocas de plantio x períodos de vernalização (Tabela 2) constata-se que a variação de pH, embora significativa, foi pequena: de 5,76 a 6,04. Existem relatos na literatura sobre essa pequena variação de pH para alguns produtos agrícolas, o que pode ser explicado pela capacidade tamponante de alguns ácidos, o que permite que ocorram grandes variações na acidez titulável, com pequenas variações no pH (Chitarra & Chitarra, 2005).

Tabela 3. Pungência, sólidos totais e índice industrial de alho nobre submetido a períodos de vernalização e épocas de plantio (pungency, total solids and industrial index of noble garlic under vernalization periods and planting dates). Baraúna, UFERSA, 2012.

Plantio	Vernalização (dias)				
	50	55	60	65	70
Pungência (µMoles/mL de ácido pirúvico)					
22/mai	95,38 a	94,54 a	91,70 b	90,77 b	80,59 b
05/jun	99,40 a	97,44 a	97,52 a	99,10 a	97,68 a
23/jun	94,09 a	96,23 a	98,31 a	96,20 ab	96,16 a
CV 1 (%)	2,50				
CV 2 (%)	2,98				
Sólidos totais (%)					
22/mai	31,65 a	33,06 a	33,85 a	35,28 a	35,14 a
05/jun	32,37 a	32,55 a	33,52 a	33,63 b	33,44 b
23/jun	32,17 a	33,35 a	33,11 a	33,84 ab	34,18 ab
CV 1 (%)	3,31				
CV 2 (%)	1,77				
Índice industrial					
22/mai	30,19 a	31,25 a	31,04 a	32,01 a	28,33 b
05/jun	32,17 a	31,71 a	32,69 a	33,33 a	32,65 a
23/jun	30,28 a	32,09 a	32,54 a	32,56 a	32,87 a
CV 1 (%)	3,69				
CV 2 (%)	2,92				

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (means followed by the same letter, in the column, do not differ by Tukey test 5%).

Observou-se comportamentos distintos para relação SS/AT em função dos períodos de vernalização (DV) em cada época de plantio. Para o plantio em maio houve comportamento linear crescente com o tempo de vernalização, com médias variando de 5,48 a 5,90 na SS/AT dos 50 aos 70 DV. Enquanto para os plantios em 05 e 23 de junho foram observados comportamentos lineares decrescentes nessa relação, com o aumento do tempo de vernalização, com máximos de 5,26 e 5,78 aos 50 DV e mínimos de 4,33 e 4,35 aos 70 DV, respectivamente (Figura 2A). As reduções na relação SS/AT em função dos DV, para os plantios de junho, ocorreram principalmente devido ao aumento da acidez nessas épocas de plantio em função dos DV (Figura 1C). Analisando as épocas de plantio em cada período de vernalização (Tabela 2), verifica-se que o plantio de maio apresentou relação SS/AT superior ao de 5 junho aos 55, 60, 65 e 70 DV, e superior ao plantio de 23

de junho aos 60, 65 e 70 DV. A relação SS/AT é importante na determinação da qualidade do alho, pois reflete o balanço entre açúcares e ácidos, determinando o sabor do produto (Chitarra & Chitarra, 2005). Os valores da relação SS/AT condizem com os encontrados para alho de boa qualidade cultivado na região por Soares (2013) que obteve médias entre 3,96 e 6,16 para essa característica.

Observou-se ajuste linear decrescente com aumento do tempo de vernalização para a pungência do alho cultivado em maio, com máximo estimado de 97,27 µmoles de ácido pirúvico/mL aos 50 DV, e mínimo de 83,93 µmoles aos 70 DV (Figura 2B). Durante os segundo e terceiro plantios, não foram observadas diferenças, com médias de 98,23 e 96,20 µmoles de ácido pirúvico/mL, respectivamente. Analisando-se as épocas de plantio em cada período de vernalização, aos 50 e 55 DV não foram observadas diferenças entre as épocas de plantio; além disso, o plantio

em 5 de junho proporcionou pungência superior ao plantio de maio, aos 60, 65 e 70 DV (Tabela 3). Sabe-se que o grau de pungência no alho é proporcional ao teor de ácido pirúvico formado (Chagas *et al.*, 2003; Vargas *et al.*, 2010; Soares, 2013) no entanto, não se verificou uma relação direta entre a pungência e a acidez titulável (AT), pois outros ácidos também compõem a AT.

Os resultados obtidos no presente trabalho sugerem não haver relação direta entre os valores de pungência e a produção, uma vez que, o plantio em maio se mostrou mais adequado para o cultivo do alho, em todos os períodos de vernalização, resultando em maior produção total de bulbos (dados não apresentados). Entretanto, o alho produzido nos plantios de junho, também apresentou valores de pungência mais elevados ou próximos aos observados por outros autores (Chagas *et al.*, 2003; Soares, 2013). Desse modo, pode-se inferir que independentemente dos tratamentos com vernalização e épocas de plantio, o alho produzido na região também pode ser recomendado para a indústria. Chagas *et al.* (2003), reportando-se a Feimberg (1973), comentam que, quanto maior a pungência da matéria prima, mais pungente é o produto acabado, o que é desejado pelos consumidores.

Observou-se ajuste linear crescente para o teor de sólidos totais (ST) com o aumento do tempo de vernalização, em todas as épocas de plantio, com mínimos estimados de 31,95, 32,45 e 32,42% aos 50 DV e máximos de 35,63, 33,74 e 34,23%, aos 70 DV, para os plantios em 22 de maio, 5 e 23 de junho, respectivamente (Figura 2C). Analisando as épocas de plantio em cada período de vernalização, foram observadas diferenças de ST aos 65 e 70 DV, quando o plantio em maio proporcionou ST superior ao plantio em 5 de junho, ambos não diferindo do plantio em 23 de junho (Tabela 3). Soares (2013), citando Stringheta & Menezes Sobrinho (1986), afirma que elevados níveis de sólidos totais, acima de 30%, proporcionam maior rendimento industrial, sendo, portanto, uma característica desejável quando se visa o processamento. Chitarra & Chitarra (2005) afirmam que bulbos com

menor umidade, apresentam melhor capacidade de conservação pós-colheita. Os resultados obtidos demonstram que o alho produzido em Baraúna apresenta, além do elevado potencial de armazenamento pós-colheita devido aos altos teores de sólidos totais, também boas perspectivas para a industrialização.

Houve incremento no índice industrial com o aumento do tempo de vernalização até o máximo estimado de 31,78 aos 58 DV, para o plantio em maio, decrescendo posteriormente até 28,78 aos 70 DV para o plantio em 5 de junho. O índice industrial manteve-se constante, com média de 32,51. Para o plantio em 23 de junho, o mínimo estimado ocorreu aos 50 DV (30,45) com crescimento até 65 DV, com média de 32,88 (Figura 2D). Comparando-se as épocas de plantio em cada período de vernalização, só foram observadas diferenças aos 70 DV, quando o plantio em 22 de maio proporcionou índice industrial inferior aos demais, com médias de 28,33, 32,65 e 32,87, respectivamente (Tabela 3). Os dados obtidos são superiores aos observados por Chagas et al. (2003), com médias entre 17,17 a 21,03, bem como às médias de algumas cultivares avaliadas por Soares (2013) que observou índice industrial variando de 25,09 a 33,39. Apesar de não haver uma relação direta, sabe-se que alho com elevados teores de sólidos totais e de ácido pirúvico, simultaneamente, apresenta maior índice industrial. Segundo Schwimmer & Weston (1961) isso irá refletir em maior rendimento e produtos de aroma acentuado, pois o aroma do produto processado, tanto de alho como de cebola, está diretamente relacionado aos teores iniciais de ácido pirúvico dos bulbos.

De acordo com os resultados observados, sugere-se o plantio da cultivar Roxo Pérola de Caçador, para a região de Baraúna durante o mês de maio, utilizando-se a vernalização pré-plantio por 62 a 64 dias. Tal combinação possi-

bilidou a produção de bulbos com melhor qualidade, considerando-se a avaliação conjunta dos atributos sólidos solúveis, açúcares totais e pungência. Os maiores teores de açúcares solúveis totais, assim como DB e SS foram obtidos no plantio de maio; a acidez titulável aumentou com o tempo de vernalização nos plantios de junho, quando houve redução na relação SS/AT; e de um modo geral, todos os tratamentos possibilitaram elevados teores de sólidos totais e pungência simultâneos, com boas perspectivas para a industrialização.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro concedido para a realização do projeto de pesquisa, bem como à Marx Wilder Fernandes, diretor da Fazenda Santa Luzia, pelo apoio logístico.

REFERÊNCIAS

- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. 2002. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry*. Washington: AOAC, 1115p.
- CARVALHO, VD; CHALFOUN, SM; ABREU, CMP; CHAGAS, SJR. 1991. Tempo de armazenamento na qualidade do alho cv. Amaranço. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 26: 1679-1684.
- CHAGAS, SJR; RESENDE, GM; PEREIRA, LV. 2003. Características qualitativas de cultivares de alho no sul de Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia* 1584-1588.
- CHITARRA, MIF; CHITARRA, AB. 2005. *Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio*. Lavras: UFLA. 785p.
- EMBRAPA. 2013. *Sistema brasileiro de classificação de solos* Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 353p.
- FERREIRA, DF. 2008. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium* 6: 36-41.
- FIORESE, EJ; VIECELLI, CA. 2009. Tratamento termoterápico sobre seis cultivares de alho. *Cultivando o Saber* 2: 26-31.
- IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 2005. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. São Paulo. 533p.
- JANDEL SCIENTIFIC. 1991. *Table Curve: curve fitting software*. California: Corte Madera: 280p.
- MACÊDO, FS; SEDOGUCHI, ET; SOUZA, RJ; CARVALHO, JG. 2011. Produtividade de alho vernalizado em função de fontes e doses de fósforo. *Ciência Rural* 41: 379-383.
- MACÊDO, FS; SOUZA, RJ; PEREIRA, GM. 2006. Controle de superbrotaamento e produtividade de alho vernalizado sob estresse hídrico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 41: 629-635.
- OLIVEIRA, CM; SOUZA, RJ; MOTA, JH; YURI, JE; RESENDE, GM. 2003. Determinação do ponto de colheita na produção de alho. *Horticultura Brasileira* 21: 510-513.
- PRATI, P; FOLTRAN, DE; HENRIQUE, CM; MARTINS, CPCC. 2010. Alterações físico-químicas em pastas de alho. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*. 11: 191-195.
- REGHIN, MY; KIMOTO, T. 1998. Dormência, vernalização e produção de alho após diferentes tratamentos de frigidificação de bulbilhos-semente. *Horticultura Brasileira* 16: 73-79.
- RESENDE, JTV; MORALES, RGF; RESENDE, FV; FARIA, MV; SOUZA, RJ; MARCHESI, A. 2011. Garlic vernalization and planting dates in Guarapuava. *Horticultura Brasileira* 29: 193-198.
- SCHWIMMER, S; WESTON, WJ. 1961. Enzymatic development of pyruvic acid in onion as a measure of pungency. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 9: 303-304.
- SOARES, AM. 2013. *Avaliação de cultivares de alho no município de Governador Dix-sept Rosado-RN*. Mossoró: UFERSA. 104p (Dissertação mestrado).
- SOUZA, RJ; MACÊDO, FS. 2009. *Cultura do alho: tecnologias modernas de produção*. Lavras: UFLA. 181p.
- SOUZA, RJ; MACÊDO, FS; CARVALHO, JG; SANTOS, BR; LEITE, LVR. 2011. Absorção de nutrientes em alho vernalizado proveniente de cultura de meristemas cultivado sob doses de nitrogênio. *Horticultura Brasileira* 29: 498-503.
- VARGAS, VCS; GONZÁLEZ, RE; SANCE, MM; BURBA, JL; CAMARGO, AB. 2010. Efecto de la interacción genotipo-ambiente sobre la expresión del contenido de allicina y ácido pirúvico en ajo (*Allium sativum*). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo*. 42: 15-22.
- YEMM, EW; WILLIS, AJ. 1954. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. *Biochemical Journal* 57: 508-514.