

## **FONTES DE ADUBAÇÃO E ESTRESSE SALINO NA PRODUTIVIDADE DO MILHO**

Murilo de Sousa Almeida<sup>1</sup>, Geocleber Gomes de Sousa<sup>2</sup>, Jose Manuel dos Passo Lima<sup>3</sup>,  
Andreza Silva Barbosa<sup>4</sup>, Mireli Germano Pedrosa<sup>5</sup>, Susana Churka Blum<sup>6</sup>

**RESUMO:** O milho é uma das culturas mais importantes do mundo, seja do ponto de vista econômico, seja do ponto de vista social, porém alguns fatores podem interferir na sua produtividade como a qualidade da água e as fontes e/ou formas de adubação. O trabalho tem como objetivo avaliar a produtividade da cultura do milho irrigada com água salina submetida a diferentes formas de adubação. O experimento foi realizado na área experimental da Unidade de Produção de Mudas Auroras, pertencente Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, Ceará. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2, correspondente as diferentes fontes de adubação (AVFP = adubação verde com feijão de porco; AVMP = adubação verde com mucuna preta; AOM = adubação organomineral; e ADM = adubação mineral com NPK) e dois níveis de condutividade elétrica da água (A1 = 0,3 e A2 = 2,0 dS m<sup>-1</sup>). As variáveis analisadas foram: número de grãos por espiga, comprimento da espiga e a produtividade. A adubação mineral e a organomineral promoveram maior número de grãos por fileira e o comprimento da espiga. O uso da adubação mineral proporciona maior produtividade para ambas às águas de irrigação.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Zea mays* L., salinidade, adubação mineral

## **SOURCES OF FERTILIZATION AND SALINE STRESS IN CORN PRODUCTIVITY**

<sup>1</sup> Mestrando em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus/PI, CEP: 64900-000, BR 135, Planalto Horizonte, Email: sousamuriloalmeida@gmail.com

<sup>2</sup> Prof. Doutor em Engenharia Agrícola, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, CEP: 62790-000, Av. Abolição, Redenção/CE, Email: sousagg@unilab.edu.br

<sup>3</sup> Graduando em Agronomia, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, CEP: 62790-000, Av. Abolição, Redenção/CE, Email: passosmanuel@aluno.unilab.edu.br

<sup>4</sup> Mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, CEP: 60.455-760, Campus do Pici Bloco 804, Email: andrezabarbosaunilab@gmail.com

<sup>5</sup> Graduando em Agronomia, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, CEP: 62790-000, Av. Abolição, Redenção/CE, Email: mirelepedrosa@aluno.unilab.edu.br

<sup>6</sup> Prof.º Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, CEP: 62790-000, Av. Abolição, Redenção/CE, Email: sclblum@unilab.edu.br

**ABSTRACT:** Corn is one of the most important crops in the world, whether from an economic or a social point of view, but some factors can interfere with its productivity, such as water quality and sources and/or forms of fertilization. as objective to evaluate the productivity of the corn crop irrigated with saline water submitted to different forms of fertilization. The experiment was carried out in the experimental area of the Aurora Seedling Production Unit, belonging to the University of International Integration of Afro-Brazilian Lusofonia, Redenção, Ceará. The experimental design was completely randomized, in a 4 x 2 factorial scheme, corresponding to the different sources of fertilization (AVFP = green fertilization with pig beans; AVMP = green fertilization with black velvetbean; AOM = organomineral fertilization; and ADM = mineral fertilization with NPK) and two levels of electrical conductivity of water (A1 = 0.3 and A2 = 2.0 dS m<sup>-1</sup>). The variables analyzed were: number of grains per ear, ear length and yield. Mineral and organomineral fertilization promoted greater number of grains per row and ear length. The use of mineral fertilizer provides greater productivity for both irrigation waters.

**KEYWORDS:** *Zea mays* L., salinity, mineral fertilization

## INTRODUÇÃO

O milho é uma das culturas mais importantes do mundo, seja do ponto de vista econômico, seja do ponto de vista social. Destaca-se por ser o grão mais produzido no mundo. O milho produzido no Brasil também tem ganhado importância no cenário do comércio mundial: o país se destaca por ser o segundo maior exportador do grão. Estima-se que a cultura ocupa 17,1 milhões de hectares, com produção de 70 milhões de toneladas de grãos segundo. A produtividade da cultura do milho a nível nacional, concentra-se em 5500 kg ha<sup>-1</sup> e média estadual do Ceará bem abaixo com cerca 1700 kg ha<sup>-1</sup>, porém mesmo com valores abaixo tem expressiva importância nas perspectivas dos produtores de pequeno e médio porte da região. (CONAB, 2021).

Alguns fatores podem ser limitantes para a produção de milho, como a qualidade da água e as fontes e/ou formas de adubação (GOMES et al., 2018). Logo os efeitos do estresse salino, como desordens fisiológicas e toxidez e/ou desequilíbrio nutricional podem ser limitantes para a produção de culturas. Entretanto existem formas de mitigar esse efeito com estratégias de adubação como plantas de cobertura e/ou adubação orgânica, ou mesmo com a própria adubação mineral. Portanto o que pode ser melhor estudado seria a adaptação das plantas a

esses sistemas (PRAZERES et al., 2015), favorecendo a aquisição de nutrientes pelas plantas em condições de salinidade (SOUSA et al., 2021).

Diante disso, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a produtividade da cultura do milho irrigada com água salina submetido a diferentes fontes de adubação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental da Unidade de Produção de Mudas Auroras, pertencente a Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, Ceará. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2 com 5 repetições, sendo o primeiro fator referente a diferentes fontes de adubação (AVFP = adubação verde com feijão de porco; AVMP = adubação verde com mucuna preta; AOM = adubação organomineral e ADM = adubação mineral NPK) e dois níveis de condutividade elétrica da água (A1 = 0,8 e A2 = 2,0 dS m<sup>-1</sup>). Para obtenção dos níveis de fertilidade do solo das unidades experimentais, foram realizadas análises químicas do solo na profundidade de 0,00 – 0,20 m. A textura do solo da área foi classificada como arenosa-franca. (Tabela 1).

**Tabela 1.** Características químicas do solo da área experimental.

Prof (cm)	pH*	MO gkg <sup>-1</sup>	N	H + Al	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	CTC	P** mg/kg <sup>-1</sup>	V %
-----cmolc kg <sup>-1</sup> -----												
0-20	7,6	4,03	0,24	0,33	0,00	2,50	0,30	0,06	0,57	3,76	21	91

Prof= Profundidade; \*pH em água; \*\* Extrator – Mechilh -1, MO= Matéria Orgânica; CTC= Capacidade de troca de cátions; V%= Porcentagem de saturação de bases.

Na estratégia de adubação mineral, adotou-se a recomendação de (COELHO, 2006), na qual compreende-se 140 kg ha<sup>-1</sup> de N, 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 90 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, com uso de ureia (45% de N), o superfosfato simples (18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e o cloreto de potássio (60% de K<sub>2</sub>O). Para todas as formas adotou-se um stand de 10.000 plantas, levando em conta a densidade do solo e o volume de solo colocado em cada vaso e as quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio presentes na análise do solo.

Para as estratégias de adubação verde foram semeadas em março 2020 colocando 4 sementes por vaso, realizando o desbaste aos 15 dias após a semeadura (DAS) deixando duas plantas por vaso. Aos 70 DAS, na época do florescimento foi realizado o corte, análise da matéria fresca e matéria seca com período de 72 horas em estufa a 65° graus e posteriormente a deposição do material nos vasos, houve reposição de fósforo e potássio na mesma proporção da adubação mineral. Para a estratégia organomineral a recomendação de adubação foi dividida, metade com adubo orgânico onde ocorreu à confecção do biofertilizante onde foi usado esterco

fresco de origem bovina e água, fazendo uso da proporção 1:1. A combinação foi armazenada em um vaso plástico com capacidade de 100 litros, em que, passou por uma fermentação aeróbia por um período de 30 dias, para posterior uso. E o complemento com a adição de adubo mineral utilizando metade da recomendação já citada.

A semeadura do milho foi realizada em vasos de polietileno com capacidade de 25 litros. As sementes foram semeadas a uma profundidade de 2 cm, colocando-se cinco sementes por vaso. O desbaste foi realizado aos 15 DAS, deixando-se apenas duas plantas por vaso. A condutividade elétrica da água de irrigação de 2,0 dS m<sup>-1</sup>, foi formulada a partir da diluição de sais solúveis (NaCl, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O e MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O), na proporção equivalente de 7: 2: 1 entre Na, Ca e Mg, obedecendo a relação entre condutividade elétrica da água e sua concentração (mmolc L<sup>-1</sup> = EC × 10), conforme metodologia contida em Richards (1954). Para a água de baixa salinidade (0,5 dS m<sup>-1</sup>), foi utilizada água de abastecimento da UPMA.

Aos 102 DAS, foram analisadas as seguintes variáveis: número de grãos por espiga – através da contagem de manual das fileiras da espiga, comprimento de espiga – mediação com régua graduada e produtividade corrigida para 13% de umidade dos grãos. Os resultados referentes às variáveis foram submetidos à análise variância (ANOVA), e quando se demonstraram significativos pelo teste F, foram submetidos ao teste de médias pelo teste de Tukey, por meio do programa estatístico ASSISTAT 7.7 Beta.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no resumo de análise de variância (Tabela 2), observou-se resposta significativa diferentes formas de adubação para as variáveis número de grãos por fileira, comprimento da espiga e produtividade final a 1 e 5% de significância.

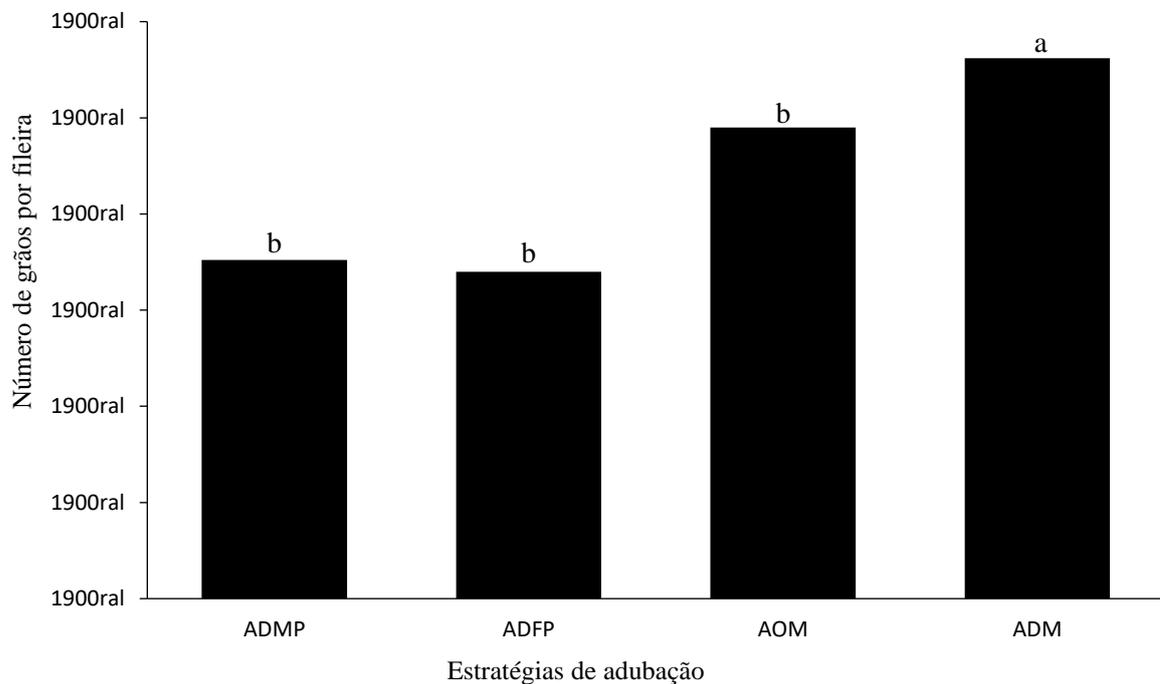
**Tabela 2.** Resumo da análise de variância (ANOVA) número de grãos por fileira (NGF), comprimento da espiga (CE) e produtividade final (PROD) das plantas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e diferentes estratégias de adubações.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio		
		NGF	CE	PRDD
Adubação (F1)	3	13,28**	22,69**	4,9544**
Água (F2)	1	2,619 <sup>ns</sup>	2,1056 <sup>ns</sup>	2,777 <sup>ns</sup>
F1 x F2	3	0,82 <sup>ns</sup>	2,7138 <sup>ns</sup>	9,7572**
Tratamentos	7	6,424*	11,1889**	4,1303**
Resíduo	32	21,98	1,781	6067,63
Total	39			
CV (%)		21,51	9,19	20,9

\* Significativo pelo teste F a 1%; \*\* Significativo pelo teste F a 5%; 'ns' não significativo; CV=coeficiente de variação; GL=Graus de liberdade.

Em relação ao número de grãos por espiga (Figura 1) houve uma superioridade da estratégia de adubação mineral em cerca de 15% em comparação as outras adubações na cultura do milho. A resposta da cultura ao adubo mineral é observada nos parâmetros produtivos, sendo

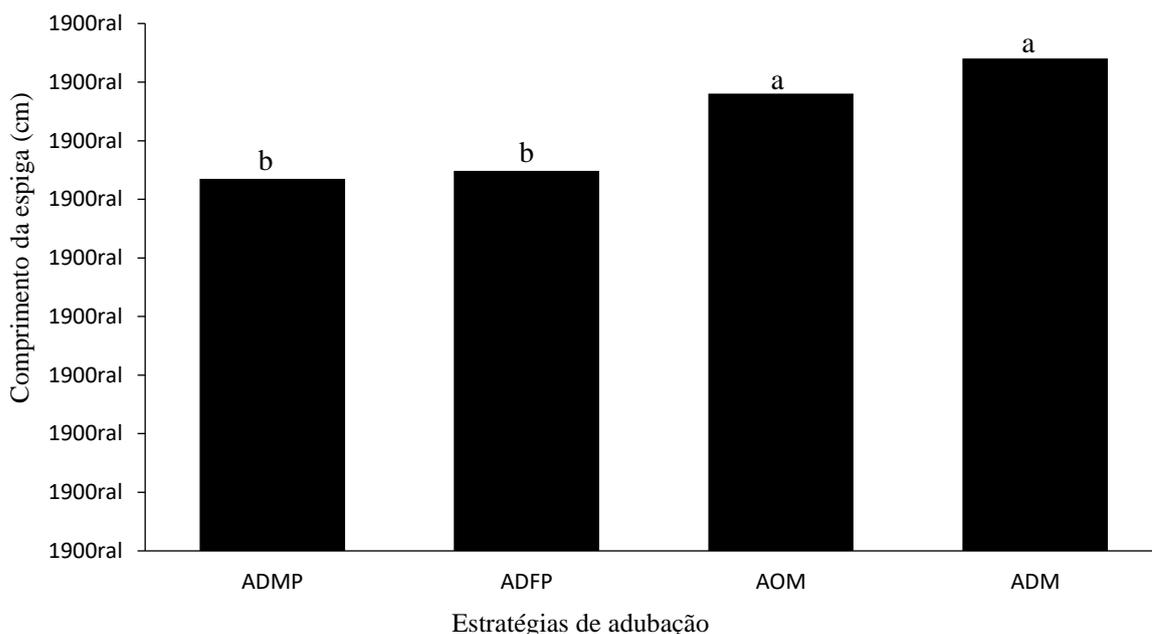
o produto final (espiga) um órgão sensível acerca de qual melhor manejo para produtividades esperadas.



**Figura 1.** Número de grãos por fileira (NGF) em função das estratégias de adubações. Colunas seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de tukey. ( $P < 0,05$ ).

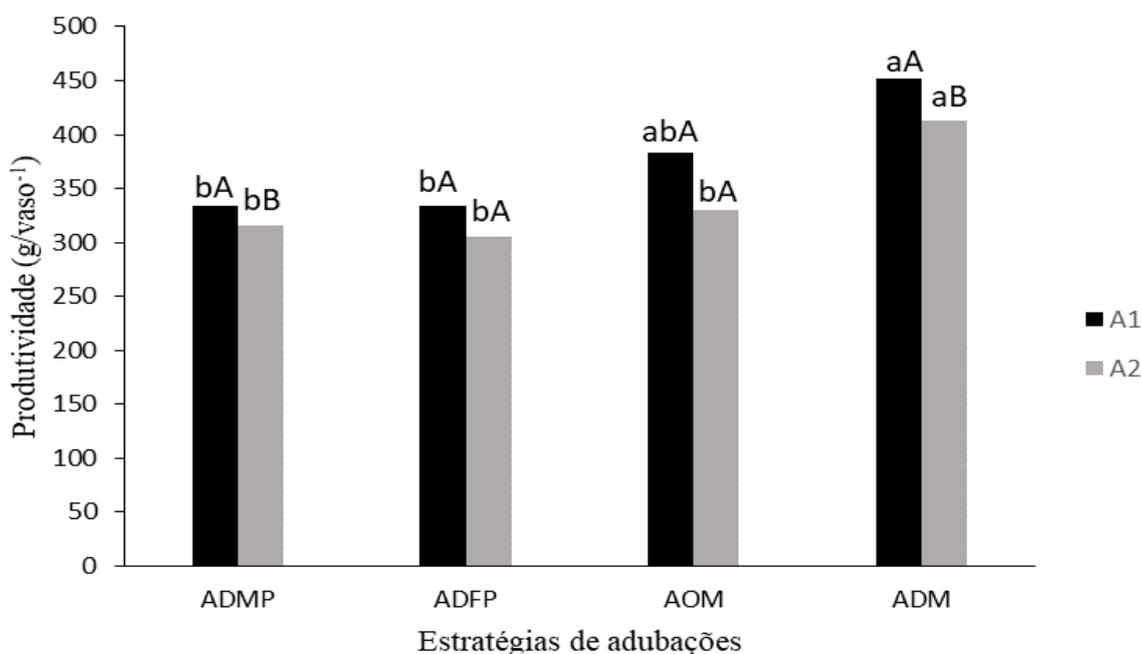
De forma contrária, Valderrama et al. (2011) afirmam que o número de fileiras por espiga é uma característica genética do genótipo, não sendo afetada por fatores externo. Entretanto, de forma similar a esse trabalho Mortate et al. (2017) ressaltam que a correta adubação na fase de formação de grãos e também da definição do tamanho de espiga que podem ser observados no estágio vegetativo V12 condiz que as práticas assertivas com adubação mineral são benéficas para esse parâmetro de produção.

Para o comprimento da espiga (Figura 2) houve uma superioridade das estratégias de adubação mineral e organomineral em cerca de 30% a mais em comparação as outras adubações. Em conformidade com Frazão et al. (2019), na cultura do milho, os adubos organominerais podem ser elevar parâmetros de produção em função da maior adição de matéria orgânica que auxiliar na disponibilização de nutrientes e os adubos minerais contendo moléculas na já na forma inorgânica de mais rápida absorção pelas plantas e consequentemente maior comprimento da espiga.



**Figura 2.** Comprimento da espiga em função das estratégias de adubações. Colunas seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de tukey. ( $P < 0,05$ ).

Para a produtividade houve diferença significativa entre as estratégias de adubação mineral e condutividades elétricas de água (Figura 3). A utilização do adubo mineral associada a rápida ionização dos nutrientes na solução do solo associada a remoção dos íons nos estádios vegetativos podem ser respostas para superioridade dessa estratégia com uso de água de menor salinidade.



**Figura 3.** Produtividade do milho (PROD) em função de estratégias de adubações e condutividade de elétrica da água. Colunas seguidas pelas mesmas letras minúsculas em uma mesma estratégia de adubação água não diferem

entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) e colunas seguidas mesmas letras maiúsculas na condutividade elétrica água não diferem entre si pelo teste de F ( $p < 0,05$ ).

De forma similar, Ribeiro et al. (2018), em um trabalho conduzido adubação mineral com ureia em cobertura, também observaram produtividades elevadas em comparação a outras estratégias de adubação. Ferreira et al. (2021) observou que a produção de pinha irrigadas com água de diferentes condutividades elétricas e adubadas com estratégia mineral se comportou de forma divergente, de forma que maiores valores de condutividade de água causaram efeitos negativos na produção da cultura.

## CONCLUSÕES

A adubação mineral e a organomineral promoveram maior número de grãos por fileira e o comprimento da espiga. O uso da adubação mineral proporciona maior produtividade em ambas às águas de irrigação.

## REFERÊNCIAS

COELHO, A. M. **Nutrição e Adubação do Milho**. Circular Técnica n. 78, Embrapa – CNPUV, 2006.

FERREIRA, F. N.; LIMA, G. S. D.; GHEYI, H. R.; SÁ, F. V. D. S.; DIAS, A. S.; PINHEIRO, F. W. Photosynthetic efficiency and production of *Annona squamosa* L. under salt stress and fertilization with NPK. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, p. 446-452, 2021.

FRAZÃO, J. J.; BENITES, V. de M.; RIBEIRO, J. V. S.; PIEROBON, V. M.; LAVRES, J. Agronomic effectiveness of a granular poultry litter-derived organomineral phosphate fertilizer in tropical soils: Soil phosphorus fractionation and plant responses. **Geoderma**, v. 337, p. 582-593, 2019.

MORTATE, R. K.; NASCIMENTO, E. F.; GONÇALVES, E. G. de S.; LIMA, M. W. de P. Resposta do milho (*Zea mays* L.) à adubação foliar e via solo de nitrogênio. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 5, n. 1, p. 1-6, 2018.

PRAZERES, S. S.; LACERDA, C. F. de.; BARBOSA, F. E. L.; AMORIM, A. V.; ARAUJO, I. C. da S.; CAVALCANTE, L. F. Crescimento e trocas gasosas de plantas de feijão-caupi sob

irrigação salina e doses de potássio. **Revista Agro@ mbiente On-line**, v. 9, n. 2, p. 111-118, 2015.

RIBEIRO, R. H.; BESEN, M. R.; FIOREZE, S. L.; PIVA, J. T. Management of nitrogen fertilization in maize cultivated in succession to black oats in a temperate climate. **Comunicata Scientiae**, v. 9, n. 2, p. 202-210, 2018.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. LWW, 1954.

SOUSA, H. C.; SOUSA, G. G. D.; LESSA, C. I.; LIMA, A. F. D. S.; RIBEIRO, R. M.; RODRIGUES, F. H. D. C. Growth and gas exchange of corn under salt stress and nitrogen doses<sup>1</sup>. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, p. 174-181, 2021.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, p. 254-263, 2011.