

Inoculante na cultura do trigo

Thiago Ferracini Segalla^{1*}; Norma Schlickmann Lazaretti

¹Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

*thiagosegalla@outlook.com

Resumo: O trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento inicial do trigo a partir da inoculação com *Azospirillum brasilense*, em cultivo protegido. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na fazenda escola do Centro Universitário da Faculdade Assis Gurgacz em Cascavel/PR, teve início em abril de 2023, e término no mês de maio. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado. Com 4 tratamentos sendo eles: T1- testemunha, T2- 50 % da dose recomendada, T3- 100 % da dose, T4- 150 % da dose recomendada que é 100ml de *Azospirillum brasilense* a cada 50kg de semente de trigo. Cada tratamento com 5 repetições totalizando 20 unidades experimentais. A aplicação do inoculante realizada no tratamento da semente, antes de ser plantada, sem deixar a semente tratada armazenada em nenhum local para evitar interferências de armazenamento no resultado do experimento. Os parâmetros avaliados foram o tamanho da parte aérea e radicular, massa seca da parte aérea e radicular das plantas. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram analisadas pela análise de regressão com auxílio do programa estatístico SISVAR. Nas condições deste experimento não foi possível observar diferenças significativas nas análises de tamanho parte aérea e radicular e massa seca da parte aérea, somente na análise de massa seca do sistema radicular, onde a testemunha na ausência da inoculação teve o melhor resultado.

Palavras-Chave: *Triticum aestivum*, desenvolvimento, germinação.

Inoculum in wheat crop

Abstract: The present work aimed to verify the effectiveness of different inoculation dosages on the initial development of wheat. The experiment was conducted in a greenhouse at the farm school of the Assis Gurgacz University Center in Cascavel, PR, beginning in April 2023 and concluding in May. The experimental design used was completely randomized, with four treatments: T1 - control, T2 - 50% of the recommended dose, T3 - 100% of the dose, and T4 - 150% of the recommended dose, which is 100ml of *Azospirillum brasilense* per 50kg of wheat seed. Each treatment had five replications, totaling 20 experimental units. The inoculant application was carried out on the seeds before planting, without storing the treated seeds in any location to avoid storage-related interference in the experiment's results. The evaluated parameters included the size of the above-ground and root parts, dry mass of the above-ground and root parts of the plants. The data were subjected to analysis of variance (ANOVA), and the means were analyzed through regression analysis using the statistical program SISVAR. Among the variables analyzed, there were no significant differences in the above-ground and root part analyses and the dry mass of the above-ground part. Only in the analysis of dry mass of the root system, an increase in root size occurred with the 150% dosage.

Keywords: *Triticum aestivum*, production, germination

Introdução

O trigo é um cereal de alto valor energético, sendo constituinte de diversos alimentos de importância nas dietas humanas e de animais, podendo ser utilizado como cultura de inverno, é muito importante na atualidade para o homem do campo, diante disso os produtores rurais enxergam a necessidade de aumentar a produtividade e reduzir os custos de produção. E assim como as outras grandes culturas com um bom manejo traz grandes produtividades.

A produção brasileira de trigo em 2022 foi de cerca 9,6 milhões de toneladas de trigo, aumento de 23,7% em relação com a safra anterior (CONAB, 2022) e redução de 9,8% em relação as previsões iniciais para a safra 23/23 (CONAB, 2023). Ainda assim, o Brasil não consegue sustentar o consumo interno do país necessitando importar o produto, sendo que a quantia produzida no Brasil representa menos que 50% do consumo (CONAB 2021).

O trigo é uma planta pertencente à família *poaceae* considerado como base da alimentação da civilização, sendo utilizado na fabricação de pães, bolos e massas. Desde os primórdios da humanidade o trigo é utilizado como base para diversos tipos de alimentos, sendo uma das primeiras plantas a ser domesticada pelo homem (STEMPKOWSKI *et al.*, 2022).

O trigo é uma cultura importante e parceira da soja na sustentabilidade da agricultura, os benefícios do trigo indireto e direto ainda compensam as safras frustradas e os ganhos são maiores que manter áreas em descanso (PIRES, 2017). A cultura do trigo no inverno vem sendo para os produtores uma estratégia com dupla projeção, utilizado como forragens e grãos, assim podendo potencializar os recursos naturais no outono e inverno (FOLCHINI *et al.*, 2022).

Segundo Bashan *et al.* (2014) e Calvo; Nelson; Kloepper. (2014), os inoculantes são produtos que podem contribuir para melhorar o rendimento da cultura acompanhado dos tratamentos culturais exiliando incrementos na produtividade, a utilização do inoculante promove a planta um melhor desenvolvimento em seu crescimento, aumentando o contato da raiz com o solo permitindo que a planta tenha melhor uso do sistema radicular absorvendo maior quantidade de água e nutrientes. O uso da inoculação com o gênero *Azospirillum brasilense* tende a prover parte da adubação nitrogenada (BINOTO, 2013; ALVES *et al.*, 2017, MUMBACH *et al.*, 2017; PEREIRA *et al.*, 2017).

O uso do *Azospirillum brasiliense* tem função na fixação de nitrogênio, além disso ajuda no desenvolvimento da planta pois tem função na solubilização de fósforo, além de produzir hormônios promotores do crescimento em planta entre os hormônios estão (auxinas, giberela e

citocinina), as bactérias presentes no inoculante também estimulam o metabolismo das raízes ajudando na absorção de água e nutrientes (SPAEPEN *et al.*, 2009).

O trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento inicial do trigo a partir da inoculação com *Azospirillum brasilense*, em cultivo protegido.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em casa de vegetação no Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz em Cascavel-PR, nos meses de abril a maio de 2023. Segundo Aparecido *et al.* (2016) o clima de Cascavel e todo o oeste paranaense é temperado úmido com verões quentes.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e cinco repetições por tratamento, totalizando assim as 20 unidades experimentais sendo composto por: T1 - testemunha; T2 - 50% da dosagem; T3 - 100% da dosagem; T4 - 150% da dosagem recomendada do inoculante. Sendo a dosagem do *Azospirillum brasilense* 100 mL a cada 50 kg de semente, no tratamento da semente do trigo.

O experimento foi conduzido em vasos, cada vaso com 4 plantas, com uma mistura de areia e solo em uma proporção de 50% de cada, posteriormente realizado tratamento da semente, foi colocado em um recipiente 1 kg de semente para cada tratamento sendo utilizado no recipiente referente a 50% da dosagem a utilização de 1 mL de inoculante, para a dosagem de 150% foi utilizado 3 mL e na de 100% 2 mL de *Azospirillum brasilense* no tratamento das sementes, foi semeado em vasos, e houve um acompanhamento por aproximadamente 35 dias para ser analisado os desenvolvimentos iniciais do trigo em resposta à diferentes dosagens de inoculação com *Azospirillum brasilense*.

Foram avaliados os seguintes parâmetros: tamanho da parte aérea e radicular, massa seca da parte aérea e radicular das plantas.

Após 35 dias da semeadura os demais parâmetros foram avaliados, o primeiro passo foi realizar o arranque das plantas dos vasos, elas foram lavadas em água corrente e posteriormente medidas, as medidas foram obtidas com uso de régua milimétrica. Para as medidas de altura das plantas foi medido do coleto até a parte final da parte aérea e para as medidas de raiz foi medido do início da raiz até o início da formação do colmo da planta.

O rendimento de massa seca das plantas foram obtidos após secagem das mesmas em estufa de secagem com circulação de ar forçado, na temperatura de 70 °C, por 48 horas, para tal procedimento foram utilizados sacos de papel onde as plantas com as raízes ficaram depositadas. Os resultados foram expressos em gramas por planta obtido pela pesagem em balança com quatro casas decimais.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pela análise de regressão com auxílio do programa estatístico SISVAR 5.8 (FERREIRA, 2019).

Resultados e Discussão

Analizando os resultados apresentados na Tabela 1, observou-se que houve diferença significativa apenas na massa seca radicular pelo teste F, com p-valor menos que 0,05, quando o trigo foi submetido a diferentes dosagens de *Azospirillum brasilense*, onde o melhor resultado obtido foi na testemunha na ausência da inoculação. Resultados semelhantes foram obtidos por Hartman e Zimmer (1994), que demonstraram que mesmo as bactérias não oferecendo todo o nitrogênio necessário para gramínea, elas auxiliam o desenvolvimento da parte radicular, formação de pelos radiculares, aumento na taxa de desenvolvimento de raízes secundárias e da superfície radicular, aumentando dessa forma a massa seca de raiz nas plantas inoculadas. Assim como Dalmas (2020) avaliando o desenvolvimento e produtividade de beterraba inoculada com *Azospirillum brasilense* foi encontrado resultados significantes em relação ao desenvolvimento da massa seca radicular.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para as variáveis emergência, tamanho da parte aérea e radicular, massa seca da parte aérea e radicular de trigo em função de diferentes doses de *Azospirillum brasilense*. Cascavel / PR, 2023.

	Tamanho (cm)		Massa Seca (g)	
	Parte aérea	Radicular	Parte aérea	Radicular
Média	40,3	26,5	0,5073	0,2780
C.V. (%)	7,88	10,35	5,58	4,83
P-valor ANOVA	0,7347	0,1113	0,6163	0,0369*

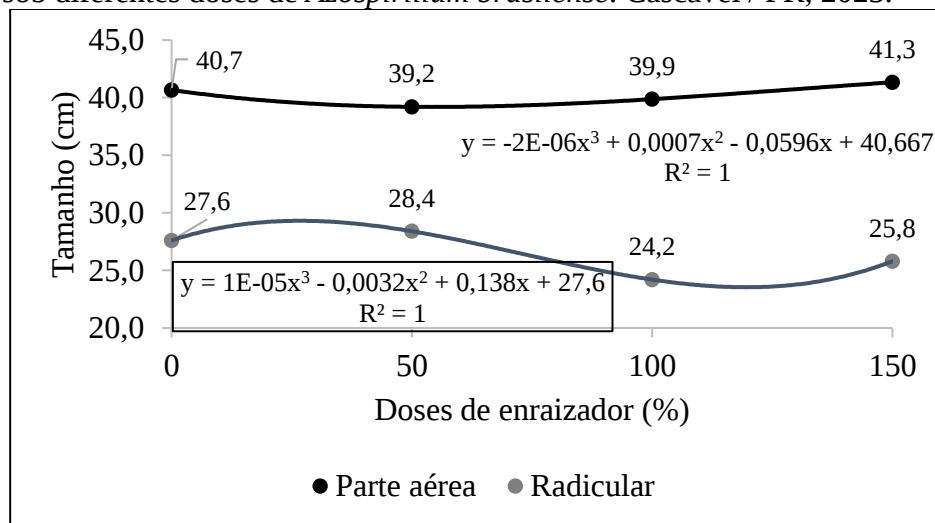
Para a análise de variância da variável das variáveis massa seca da parte aérea e radicular, os resultados de cada repetição foram transformados com “ $y = \text{raiz}(x+0,5)$ ”. C. V.= Coeficiente de variação; * = Significativo pelo teste F ($p>0,05$).

Os resultados obtidos a partir da planta submetida ao tratamento do inoculante não houve resultado significativo na massa seca de parte aérea, Assim como alguns resultados encontrados. Observado os parâmetros avaliou-se que no desenvolvimento de parte aérea (altura de planta) não

houve resultado significativo. Segundo o trabalho de Silva (2023) também trabalhando com *Azospirillum brasilense* na cultura do trigo não foi observado resultado significativo. Domingues Neto *et al.*, (2013) também encontrou os mesmos resultados avaliando o uso de *Azospirillum brasilense* em gramínea e não houve diferença na parte aérea.

Na Figura 1 está a análise de regressão do tamanho da parte aérea e radicular do trigo, onde ambos apresentaram resposta cúbica a utilização do *Azospirillum brasilense*, com melhor resposta de tamanho da parte aérea quando aplicado 150% da dose recomendada pelo fabricante (41,3 cm) aos 35 dias após a semeadura. A inoculação de *Azospirillum brasilense* contribui para o crescimento vegetal devido à excreção de fitormônios oriundos de bactérias associativas (RADWAN *et al.*, 2010). Dados semelhantes ao deste trabalho foram obtidos por Repke *et al.*, (2013) em que avaliando *Azospirillum brasiliense* na cultura do milho observou um aumento significativo na altura da planta.

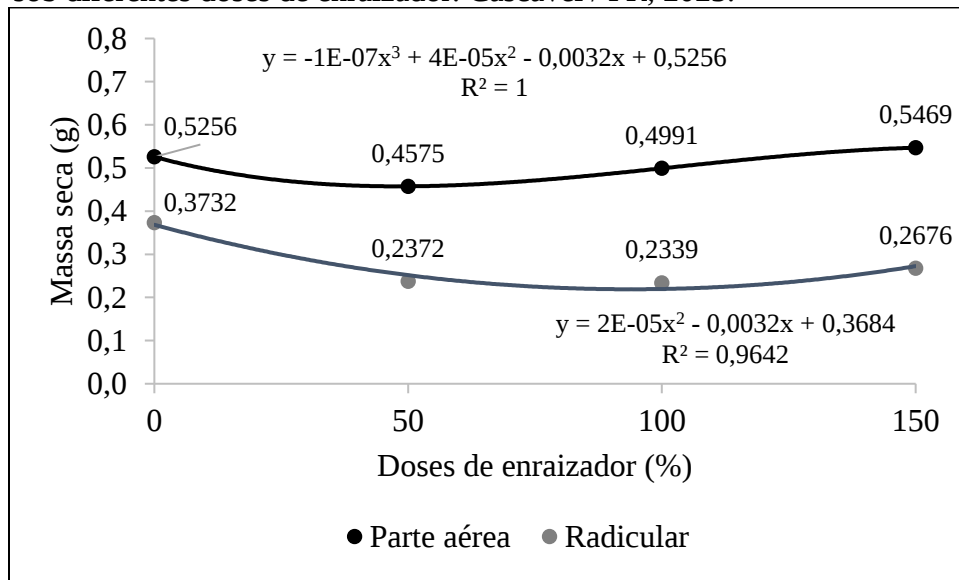
Figura 1 – Análise de regressão do tamanho da parte aérea e radicular (cm) de plantas de trigo sob diferentes doses de *Azospirillum brasilense*. Cascavel / PR, 2023.



No trabalho de Roberto (2010), onde foi avaliado diferentes doses de *Azospirillum brasiliense* na cultura do milho, também não foi encontrado nenhum resultado significativo no aumento da parte radicular da planta. Já Correia (2022) avaliando *Azospirillum brasiliense* no trigo obteve um aumento na fitomassa radicular. Na Figura 2 está a análise de regressão da massa seca da parte aérea e radicular do trigo, onde ambos apresentaram resposta quadrática a utilização do *Azospirillum brasiliense*, e ambos os tratamentos não houveram diferenças significativas. Já Radwan *et al.* (2010) avaliando *Azospirillum brasiliense* nas culturas do milho e do arroz

constatou que a bactéria acumulou um aumento na massa seca da raiz. Zorita (2008) observou que na cultura do trigo com a utilização de *Azospirillum brasilense* foi reportado que as plantas avaliadas apresentaram um crescimento radicular da massa seca mais vigoroso.

Figura 2 – Análise de regressão da massa seca da parte aérea e radicular (g) de plantas de trigo sob diferentes doses de enraizador. Cascavel / PR, 2023.



Estudo realizado por Galeano (2019) avaliando *Azospirillum brasilense* na cultura do milho constatou que a bactéria promoveu um aumento da massa seca da parte aérea. A inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* é uma importante estratégia na busca por sistemas agrícolas mais conservacionistas FUKAMI *et al.* (2016). No entanto, fatores relacionados ao clima, solo, microbiota do solo, cultivares utilizadas e de adubação podem influenciar a resposta do inoculante (JAMES, 2000).

Conclusão

Nas condições deste experimento não foi possível observar diferenças significativas nas análises de tamanho parte aérea e radicular e massa seca da parte aérea, somente na análise de massa seca do sistema radicular, onde a testemunha na ausência da inoculação teve o melhor resultado.

Referências

- APARECIDO, L. E. O.; ROLIM, G. S.; RICHETTI, J.; SOUZA, P. S.; JOHANN, J. A. KOPPEN. Thornthwaite and Camargo climate classifications for climatic zoning in the State of Paraná, Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 40, n. 4, p. 405-417, 2016.
- ALVES, C. J., ARG, O., RAMOS, A. F., GALINDO, F. S., NOGUEIRA, L. M., & RODRIGUES, R. A. Irrigated wheat subjected to inoculation with *Azospirillum brasilense* and nitrogen doses as top-dressing. **Revista brasileira de engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, p. 537 – 542, 2017.
- BASHAN, Y.; DE-BASHAN, L. E.; PRABHU, S. R.; HERNANDEZ, J.- P. Advances in plant growth-promoting bacterial inoculant technology formulations and practical perspectives (1998-2013). **Plant and Soil**, v. 378, n. 1/2, p. 1-33, 2014.
- BINOTTO, I. **Eficiência de *Azospirillum brasilense* em plântulas de quatro cultivares de trigo e sua interação com o tratamento de sementes. Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013. 32p.
- CALVO, P.; NELSON, L.; KLOEPPER, J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant and Soil**, v. 383, n. 1/2, p. 3-41, 2014.
- CAVALLET, L. E.; PESSOA, A. C. S.; HELMICH, J. J.; HELMICH, P. R.; OST, C. F. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum* spp. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.1, p.129-132, 2000.
- CONAB - COMPANHIA BRASILEIRA DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra Brasileira de grãos**. Safra 2022/2023, v. 11. n. 2 – Décimo segundo levantamento. Brasília, novembro, 2023. 111p.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Série Histórica das safras**, Cultivos verão e inverno, Safra 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras> Acesso em: 20 de março 2023.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim de monitoramento agrícola**, Cultivos verão e inverno, Safra 2022/2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/monitoramento-agricola> Acesso em: 19 de março 2023.
- CORREIA, L. B. C. **Ensaio sobre a ação de inoculantes biológicos de *Azospirillum brasilense* em *Triticum aestivum***. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2022. 57p.
- DALMAS, É. JG, MANTELI, C.; COSTA, É. K.; WARZOCHA, HB, E FLORENCIO, J. Desenvolvimento e produtividade de beterraba inoculada via sementes com *Azospirillum brasilense*. **Revista Cultivando o Saber**, v. 13, n. 1, p. 18-29, 2020.
- DOMINGUES NETO, F. J.; YOSHIMI, F. K.; GARCIA, R. D.; MIYAMOTO, Y. R.;

DOMINGUES, M. C. S. Desenvolvimento e produtividade do milho verde safrinha em resposta à aplicação foliar com *Azospirillum brasilense*. **Enciclopédia Biosfera**, v.9, n.17, p.1030-1040, 2013.

EMBRAPA. **Virose em trigo no brasil: Uma visão histórica**, 2022. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1139245/1/RAPP-Viroses.pdf>. Acesso em: 20 de março de 2023.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FOLCHINI, J. A.; SILVEIRA, D. C.; SCHAEFFER, A. H.; FONTANELI, R. S.; BONDAN, C. Doses de nitrogênio na produção de pré-secado e grãos de trigo duplo propósito para nutrição animal. **Alice repositório** (2022). Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1147877>. Acesso em: 21 de março de 2023.

FUKAMI, J.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S.; HUNGRIA, M. Assessing inoculation methods of maize and wheat with *Azospirillum brasilense*. **AMB Express** v. 6, p. 1-13, 2016.

GALEANO, R. M. S.; de SOUZA CAMPELO, A. P.; MACKERT, A.; E DA SILVA BRASIL, M. Desenvolvimento inicial e quantificação de proteínas do milho após inoculação com novas estirpes de *Azospirillum brasilense*. **Journal of neotropical agriculture**, v. 6, n. 2, p. 95-99. 2019.

HARTMAN, A.; ZIMMER, W. Physiology of *Azospirillum* - Plant Associations. **Boca Raton: CRC - Critical Reviews in Plant Science**, p.15-39.1994.

MUMBACH, G. L.; KOTOWSKI, I. E.; SCHNEIDER, F. J. A.; MALLMANN, M. S.; BONFADA, E. B.; PORTELA, V. O.; ... & KAISER, D. R. Resposta da inoculação com *Azospirillum brasilense* nas culturas de trigo e de milho safrinha. **Scientia Agraria**, v. 18, n. 2, p. 97-103, 2017.

PEREIRA, L. C.; PIANA, S. C.; BRACCINI, A. L.; GARCIA, M. M.; FERRI, G. C.; FELBER, P. H.; DAMETTO, I. B. Rendimento do trigo (*Triticum aestivum*) em resposta a diferentes modos de inoculação com *Azospirillum brasilense*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 105-113, 2017.

JAMES, E. Nitrogen fixation in endophytic and associative symbiosis. **Field Crops Research**, v. 65, p. 197- 209, 2000.

PIRES, J. L. F. **A importância do trigo para a sustentabilidade da agricultura brasileira**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/23416523/artigo---a-importancia-do-trigo-para-a-sustentabilidade-da-agricultura-brasileira>>. Acesso em: 22 de março de 2023.

RADWAN, T. E. S. E. D.; MOHAMED, Z. K., & REIS, V. M. Efeito da inoculação de *Azospirillum* e *Herbaspirillum* na produção de compostos indólicos em plântulas de milho e arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 10, p. 987-994, 2010.

RAMOS, A. S.; SANTOS, T. M. C.; SANTANA, T. M.; GUEDES, E. L. F.; MONTALDO, Y. C. Ação do *Azospirillum lipoferum* no desenvolvimento de plantas de milho. **Revista Verde**, v.5, n.4, p.113-117, 2010.

REPKE, R. A.; CRUZ, S. J. S.; SILVA, C. J. D.; FIGUEIREDO, P. G., E BICUDO, S. J. Eficiência da *Azospirillum brasilense* combinada com doses de nitrogênio no desenvolvimento de plantas de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, 214-226, 2013.

ROBERTO, V. M. O.; SILVA, C. D da; LOBATO, P. N. Resposta da cultura do milho à aplicação de diferentes doses de inoculante (*Azospirillum brasilense*) via semente. In: **Congresso Nacional de Milho e Sorgo**. 2010.

SILVA, ANA PAULA DA. Inoculação de *Azospirillum brasilense* para o desenvolvimento de cultivares de trigo. Trabalho de Conclusão do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria, Campus de Frederico Westphalen, RS, 2023. 33p.

ZORITA, M. D.; CANIGGIA, M. V. G. Field performance of a liquid formulation of *Azospirillum brasilense* on dryland wheat productivity. **European Journal of Soil Biology**, p. 1010 – 1016, 2008.