



INOCULAÇÃO DE *Gluconacetobacter diazotrophicus* E SEU EFEITO NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE ARROZ VERMELHO

Luanna Maria Filgueiras Dutra¹; Felipe Montenegro Barbosa²; Alberto Soares de Melo³; Pedro Dantas Fernandes⁴; Marcia Soares Vidal⁵; José Ivo Baldani⁶; Carlos Henrique Salvino Gadelha Meneses⁷

RESUMO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais produzidos e consumidos, caracterizando-se como sendo o principal alimento para mais da metade da população mundial, destacando principalmente nos países em desenvolvimento, tais como o Brasil, desempenhando papel estratégico em níveis econômicos e sociais. Nesse contexto, objetivou-se com o trabalho analisar o efeito no desenvolvimento de plantas de arroz vermelho inoculadas com *Gluconacetobacter diazotrophicus* em ambiente protegido. O Experimento foi realizado no Viveiro Florestal da UEPB e no Laboratório de Ecofisiologia de plantas cultivadas, localizados no Campus I, em Campina Grande – PB, no período compreendido entre 2013 e 2014, com o cultivo de arroz vermelho com sementes inoculadas e não inoculadas com *G. diazotrophicus*, constando de duas condições de inoculação: I1= sementes não inoculadas e I2= sementes inoculadas com a bactéria, dois genótipos (G1= 405 Embrapa Meio Norte e G2 = MNACH0501) tratadas com e sem estresse hídrico e utilizando o delineamento inteiramente casualizado, com 8 tratamentos e 4 repetições e a parcela foi constituída de um lisímetro, semeado-se 40 sementes por lisímetro. As variáveis de crescimento avaliadas foram: o número de folhas totais por touceira (NFTT); número de panículas por touceira (NPT); altura da maior bainha (AB); altura da maior folha (AMF); massa seca das folhas (MSF); massa seca dos colmos (MSC); massa seca das panículas (MSP), em arroz vermelho, sob duas condições de inoculação e sob quatro manejos hídricos. Conclui-se que a inoculação da bactéria *G. diazotrophicus* PAL5 resultou em maior produção de massa seca, assim como o tamanho das plantas de arroz vermelho; *G. diazotrophicus* PAL5 em condições controladas apresentou potencial de uso como biofertilizante para experimentação e seleção a campo.

Palavras-Chave: *Oryza sativa* L.; *Gluconacetobacter diazotrophicus*; Crescimento.



¹Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – PB, Brasil, luannabeserra-uepb@hotmail.com

²Bacharelado do curso de Agroecologia – Universidade Estadual da Paraíba, Lagoa Seca – PB, Brasil, felipeobranco@hotmail.com

³Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – PB, Brasil, alberto@uepb.edu.br

⁴Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – PB, Brasil, pedrodantasfernandes@gmail.com

⁵Laboratório de Genética e Bioquímica, Embrapa Agrobiologia, Rodovia BR 465, km 07, 23890-000, Seropédica, RJ, Brasil, marcia.vidal@embrapa.br

⁶Laboratório de Genética e Bioquímica, Embrapa Agrobiologia, Rodovia BR 465, km 07, 23890-000, Seropédica, RJ, Brasil, ivo.baldani@embrapa.br

⁷Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – PB, Brasil, carlos@ccaa.uepb.edu.br

ABSTRACT

Rice (*Oryza sativa* L.) is one of the most produced and consumed cereals, characterized as being the staple food for over half the world's population, highlighting especially in developing countries, such as Brazil, playing a strategic role in levels economic and social. Within this context, with the work to analyze the effect on the development of red rice plants inoculated with *Gluconacetobacter diazotrophicus* in a protected environment. The experiment was conducted at the Forest Nursery UEPB and Laboratory of Ecophysiology of cultivated plants, located in the Campus I in Campina Grande - PB, in the period between 2013 and 2014, with the cultivation of red rice seeds inoculated and not inoculated with *G. diazotrophicus*, consisting of two conditions of inoculation: I1 = I2 = not inoculated seeds and inoculated with bacteria, two genotypes (G1 = 405 Embrapa Meio Norte and G2 = MNACH0501) treated with and without water stress and using the design entirely seeds randomized design with 8 treatments and 4 replications and the plot consisted of a lysimeter, is sown 40 seeds per lysimeter. The Growth variables evaluated were: total number of leaves per plant (NFTT); number of panicles per plant (NPT); height of the larger sheath (AB); height of largest leaf (AMF); leaf dry weight (MSF); dry mass of stems (DMS); dry mass of panicles (MSP), red rice under two conditions of inoculation at four water management. It was concluded that inoculation of bacteria *G. diazotrophicus* PAL5 resulted in higher dry matter production, as well as the size of the red rice plants; *G. diazotrophicus* PAL5



under controlled conditions showed potential as biofertilizer for experimentation and the selection field.

Keywords: *Oryza sativa L.*; *Gluconacetobacter diazotrophicus*; Growth.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa L.*) é um dos cereais mais produzidos e consumidos, caracterizando-se como sendo o principal alimento para mais da metade da população mundial, destacando principalmente nos países em desenvolvimento, tais como o Brasil, desempenhando papel estratégico em níveis econômicos e sociais, (WALTER, 2009), além de se destacar pela produção e grande área de cultivo.

Aproximadamente 150 milhões de hectares são utilizados para seu cultivo, e destes, 75% crescem em condições de solos alagados (LIESACK et al., 2000). O arroz se adapta a diferentes condições de solo e clima, sendo a espécie que oferece maior potencial para o combate à fome no mundo (KUSS, 2006).

O arroz vermelho ou arroz da terra como é mais conhecido, é de porte alto, folhas verde-claras, decumbentes e pilosas, colmos finos, alta capacidade de perfilhamento e sementes com pericarpo avermelhado, aristas longas, altas taxas de dormência e debulha natural (FONSECA et al., 2013). O pigmento vermelho do grão do arroz é uma proantocianina de grande valor para a alimentação humana, sendo introduzido no Brasil pelos portugueses no século XVI (PEREIRA et al., 2008).

O nitrogênio é avaliado como sendo um dos elementos mais importantes para a produtividade de diversas culturas (GUIMARAES et al., 2003), por ser constituinte de diferentes moléculas como os ácidos nucléicos, aminoácidos, bases nitrogenadas, clorofila, dentre outros (FERREIRA, 2008, MOREIRA & SIQUEIRA, 2006), sendo que é através da utilização de microrganismos que fixam nitrogênio do ar, que o crescimento e o desenvolvimento do vegetal podem ser melhorados, e além disso, estudos revelaram que a aplicação deste microrganismo em plantas de arroz, leva a produção de grãos com maior conteúdo protéico (SILVEIRA, 2008).

Bactérias que se associam às plantas, colonizando suas raízes, são denominadas rizobactérias, e podem ser classificadas de acordo com seus efeitos sobre o crescimento



vegetal: benéficas, deletérias ou neutras (DOBBELAERE et al., 2003). Algumas bactérias quando benéficas propagam no sistema radicular e promovem o crescimento vegetal, sendo denominadas rizobactérias promotoras de crescimento vegetal – plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) (KUSS, 2006). Bastian et al. (1998) verificaram que as bactérias *Herbaspirillum seropedicae* e *Gluconacetobacter diazotrophicus* produzem giberelinas e ácido indol acético (AIA), sendo possível explicar alguns efeitos benéficos destas bactérias dentro da planta. Além da capacidade de fixar biologicamente o Nitrogênio nas plantas, algumas Bactérias diazotróficas endofíticas podem ser consideradas promotoras de crescimento vegetal, visto que ao colonizar as raízes e outros tecidos internos das plantas estimulam o crescimento destas através de diferentes mecanismos tais como produção de hormônios de crescimento como a auxina entre outros (REIS et al., 2000), além de serem capazes de atuar como solubilizadoras de fosfatos, agentes de controle biológico ou mesmo este grupo pode acelerar processos biológicos como a mineralização (SOMERS & VANDERLEYDEN, 2004).

De acordo com Pedrinho (2009), a utilização dos microrganismos na forma de inoculantes biológicos pode ajudar o mercado agrícola, pois é uma das tecnologias mais eficientes em substituir métodos tradicionais de adubação com fertilizantes a base de uréia, e atualmente é utilizado principalmente em culturas de leguminosas. E a fixação biológica de nitrogênio (FBN) tem se mostrado indispensável para a sustentabilidade da agricultura brasileira, haja vista o fornecimento de nitrogênio às culturas com baixo custo econômico e impacto ambiental reduzido (BASHAN e DE-BASHAN, 2005; HUNGRIA et al., 2007).

A *Gluconacetobacter diazotrophicus* pertencente ao filo das Proteobactérias, classe α -proteobacteria, família *Acetobacteraceae*, do gênero *Gluconacetobacter*, e é uma bactéria Gram-negativa, não tem movimento espiralado, com pH ótimo de crescimento na faixa de 4,5-5,8 e com células variando entre (0,7 a 0,8) x (2 a 4) μm , ela utiliza ácido 2-cetoglucônico como uma fonte de carbono, o que favorece a fixação de nitrogênio (MENESES, 2011). Esta bactéria cresce em alta concentração de sacarose (10% sacarose) e pH muito baixo (3,0) e tem a habilidade de fixar nitrogênio em condições microaerofílicas (CAVALCANTE & DOBEREINER, 1988). O pH ótimo



para crescimento está ao redor de 5,5 embora os valores de pH e taxa de respiração possam variar consideravelmente de acordo com as fontes de carbono (STEPHAN et al., 1991).

Analisar o efeito no desenvolvimento de plantas de arroz vermelho inoculadas com *Gluconacetobacter diazotrophicus* em ambiente protegido.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área

O experimento foi realizado no Viveiro Florestal da UEPB, localizado nas seguintes coordenadas: 07° 12' 42,99'' de latitude Sul, 35° 54' 36,27'' longitude Oeste, 521 metros altitude, e analisado no Laboratório de Ecofisiologia de plantas cultivadas, ECOLAB, todos localizados no CAMPUS I, em Campina Grande – PB, no período compreendido entre setembro de 2013 a junho de 2014.

Disposição do experimento

O experimento consistiu dos seguintes tratamentos: inoculação: I1= sementes não inoculadas e I2= sementes inoculadas com a bactéria endofítica *G. diazotrophicus*, um genótipo (G1= 405 Embrapa Meio Norte). Utilizando-se o delineamento inteiramente casualizados, com 4 repetições, e cada parcela constituída por um lisímetro de drenagem. Foram semeadas 70 sementes por lisímetro em sulcos duplos, deixando-se após desbaste 60 plantas por parcela, respectivamente.

Os lisímetros apresentam 100 cm de comprimento, 50 cm de largura e 50 cm de profundidade, instalados na base um sistema de drenagem por meio de tubulação e registro sendo preenchidos com uma camada de 5 cm de brita, mais 5 cm de areia grossa e preencheu-se o restante com material de solo franco-arenoso. A área constitui-se de 32 unidades experimentais divididas para os tratamentos de inoculação e sem inoculação e estresse hídricos.

O solo utilizado foi coletado nos primeiros 20 cm do horizonte A de um solo franco-arenoso (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química da terra utilizada no experimento.



pH em H ₂ O	Al	Ca+Mg	Ca	Mg	P	K	N	M.O.
	cmol _c dm ⁻³				mg dm ⁻³		%	
5,10	0,00	2,30	1,50	0,70	*	31,00	0,12	1,69

*Resultado abaixo de 5 mg dm⁻³

A irrigação foi realizada a partir da semeadura, mantendo-se a umidade do solo próximo à capacidade de campo. Os registros foram abertos a cada dois a três dias para renovação da água. As fases e os estádios do ciclo foram baseados na classificação de Counce et al. (2000).

Processo de Inoculação

Na inoculação, foi utilizada uma estirpe selecionada de *G. diazotrophicus* pela suas características de solubilizar fósforo *in vitro*, produção de AIA e redução de acetileno: *G. diazotrophicus* PAL5. A estirpe foi reativada em tubos de ensaio contendo 5 ml de meio DYGS (2 g de glicose; 1,5 g de Peptona; 2 g de extrato de levedura; 0,5 g de KH₂PO₄.7H₂O; 0,5 g de MgSO₄.7H₂O; para 1L, pH 6,8 (RODRIGUEZ NETO et al., 1986), a 30 °C sob agitação a 150 rpm por 48 horas. Em seguida, foi semeada em placas com meio semi-específico, LGI-P (DÖBEREINER et al., 1995). Após a verificação da pureza, a estirpe foi multiplicada em tubos contendo meio DYGS nas condições citadas anteriormente. As células foram lavadas com solução salina e a densidade óptica (em 600 nm) foi ajustada para 0,9 – 1,5 ml, onde logo após esta ressuspensão bacteriana foi utilizada para inocular Erlenmeyers de 250 ml contendo 50 ml do meio DYGS a 30 °C sob agitação a 150 rpm por 48 horas (figura 4). O número de células viáveis foi determinado pelo método de microgota, no respectivo meio para cada bactéria (SPENCER & RAGOUT, 2001). Adicionou-se 15 ml do caldo bacteriano em sacos de polipropileno contendo 35 g de turfa para produzir o inoculante utilizado. Em seguida, foi homogeneizado e incubado a 30 °C por um período de 24 horas (fase de maturação).

As sementes de arroz foram umedecidas com água estéril e misturadas com a turfa numa proporção de 250 g de inoculante para cada 20 kg de sementes de arroz



(FERREIRA, 2004). Em seguida as sementes inoculadas foram colocadas para secar a sombra.

Período de coleta e coleta do material vegetal

A coleta do material vegetal foi realizada no estágio reprodutivo R3 (emissão da panícula).

Variáveis analisadas

A avaliação do material vegetal foi feita no estágio reprodutivo R3. Os parâmetros agronômicos analisados foram número de folhas totais por touceira (NFTT), número de panículas por touceira (NPT), altura da maior bainha (AB), altura da maior folha (AMF) e matéria seca de folhas (MSF), colmos (MSC) e panículas (MSP).

Análises Estatísticas

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente, obtendo-se valores de teste F e comparando-se as médias por meio de Teste Tukey a 1%. As análises foram realizadas no software SigmaPlot versão 11.0 (Systat Software Inc., San Jose, CA, USA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parâmetros Avaliados

Na Tabela 4, encontra-se o resultado da análise de variância para o genótipo 405 Embrapa Meio Norte de arroz vermelho sob condições de inoculação (com e sem inoculação) (C.I.). Foi constatado diferença significativa para as variáveis o número de folhas totais por touceira (NFTT); número de panículas por touceira (NPT); altura da maior bainha (AB); altura da maior folha (AMF); massa seca das folhas (MSF); massa seca dos colmos (MSC); massa seca das panículas (MSP), quando analisados a 1% de probabilidade.

Tabela 4. Resumo da análise de variância para o número de folhas totais por touceira (NFTT); número de panículas por touceira (NPT); altura da maior bainha (AB); altura da maior folha (AMF); massa seca das folhas (MSF); massa seca dos colmos (MSC); massa seca das panículas (MSP), em arroz vermelho, sob duas condições de inoculação e sob quatro manejos hídricos. Campina Grande-PB, 2014.

F.V.	G.L	Quadrados Médios						
		NFTT	NPT	AB	AMF	MSF	MSC	MSP
C.I.	1	4651,250**	68,450**	2324,168**	4749,362**	170,579**	291,526**	131,011**
Resíduo	18	12,317	0,961	7,370	12,020	1,583	1,966	0,382
Total	19							
C.V. (%)		52,42	56,64	30,56	19,71	45,59	47,56	64,72

ns- não significativo; **, * - significativo a 1% e 5% de probabilidade, pelo teste F

Número de folhas totais por touceira (NFTT)

Analisando a Figura 1, nota-se que o Número de Folhas Totais por Touceira (NFTT) diferiu estatisticamente das condições de inoculação (com e sem inoculação), em que as plantas de arroz vermelho inoculado com *G. diazotróficus* (45,8) obtendo um acréscimo de 66,6% em relação à não inoculada.

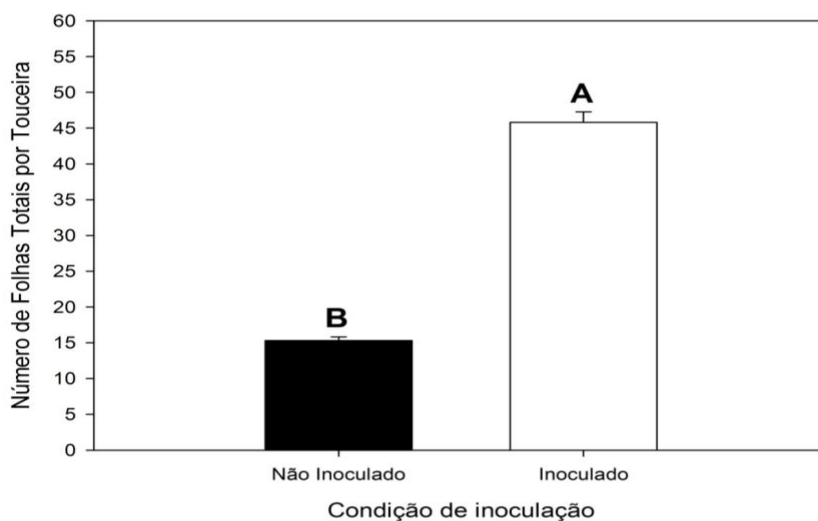


Figura 1. Número de folhas totais por touceira, em plantas não inoculadas e inoculadas com *G. diazotrophicus*. Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Número de panículas por touceira (NPT)

Para o Número de panículas por touceira (NPT) (Figura 2), verifica-se que houve efeito significativo nas condições de inoculação do arroz vermelho com *G. diazotróficus*, observa-se que o inoculado obteve um incremento de 66,1% em relação ao sem bactéria.

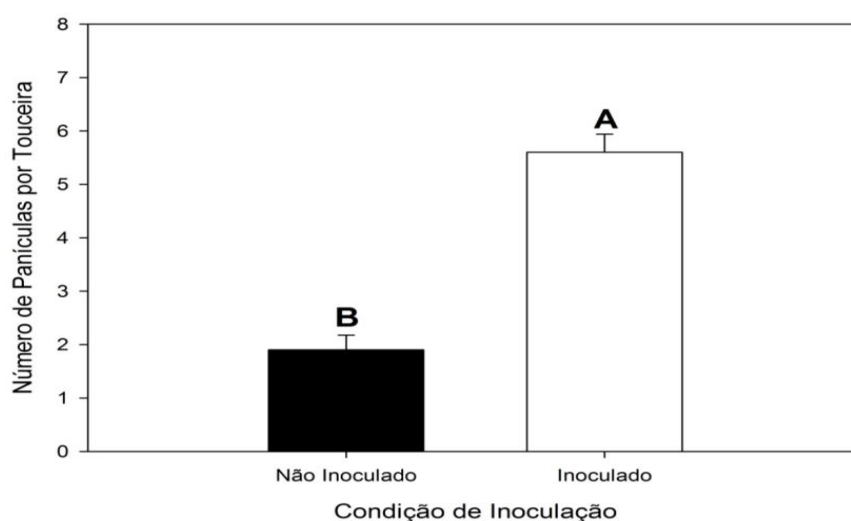


Figura 2. Número de panículas por touceira, em plantas não inoculadas e inoculadas com *G. diazotrophicus*. Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes a estes foram encontrados por Sala et al., (2008) que, avaliando a interação entre bactérias diazotróficas e adubação nitrogenada na cultura do trigo, observaram maior contribuição da inoculação no período vegetativo para o perfilhamento da planta, possibilitando maior número de panículas por m², conseqüentemente, aumento na produtividade. E Segundo Dutra et al., (2014) estudando ecofisiologia e alteração bioquímica do arroz vermelho sob níveis de água no solo e cultivo orgamineral, pode-se constatar que o elevado número de panículas por touceira tenha ocorrido, possivelmente pela alta capacidade de perfilhamento e de produção de espaguetes, comprovada, respectivamente, pelos valores do componente da produção do número de panículas.

Altura da Bainha (AB)

Em relação à Altura da Bainha (AB), observa-se diferenças significativas no arroz vermelho nas condições com e sem inoculação. As plantas inoculadas obtiveram um incremento de 44,9% comparando-se com as controle (Figura 3).

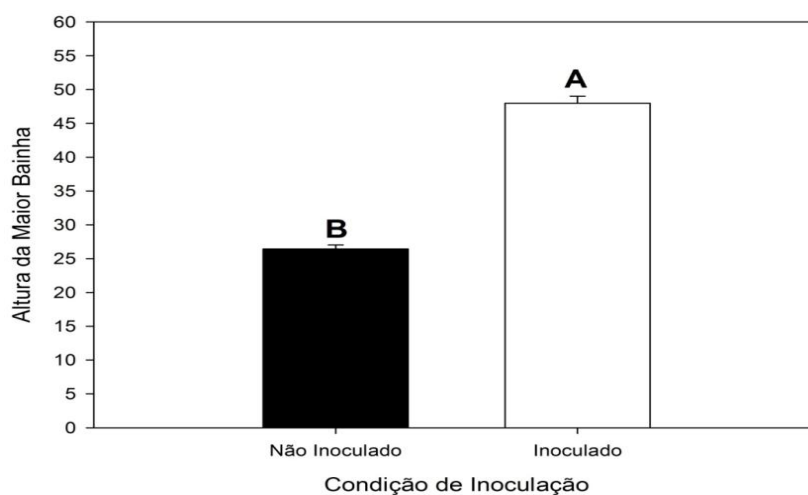


Figura 3. Altura da maior bainha, em plantas não inoculadas e inoculadas com *G. diazotrophicus*. Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Algumas pesquisas como a de Pazos & Hernandez (2001) que avaliaram a interação de cepas nativas do gênero *Azospirillum brasilense* com o cultivo de arroz, verificaram que a altura das plântulas foi estimulada em todos os tratamentos com

inoculação em relação ao controle, atribuindo este estímulo à produção de hormônios promotores de crescimento vegetal.

Altura da Maior Folha (AMF)

Analisando-se a Figura 4 observa-se que na Altura da Maior Folha (AMF) das plantas de arroz vermelho 405 embrapa meio norte houve uma diferença altamente significativa entre os tratamentos de inoculação, com um de incremento 31,6% inoculada para não inoculada.

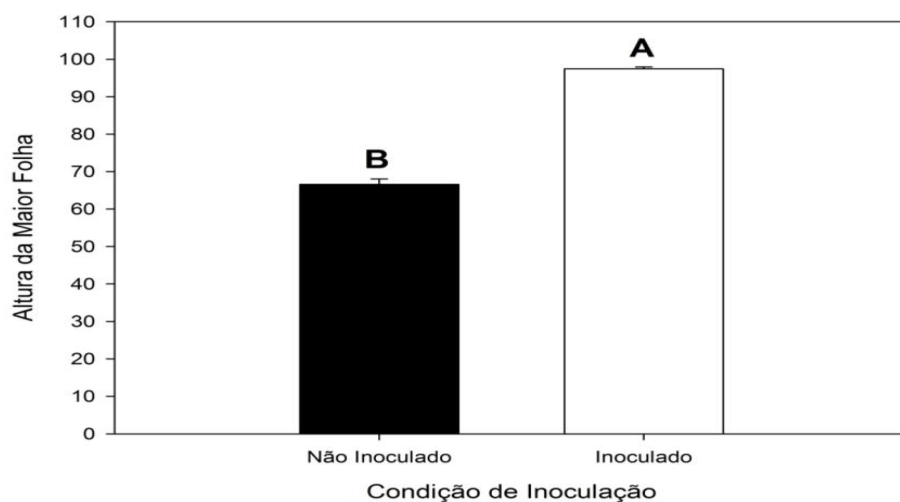


Figura 4. Altura da maior folha, em plantas não inoculadas e inoculadas com *G. diazotrophicus*. Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A maior disponibilidade hídrica, provavelmente, contribuiu para maior absorção do N, o que refletiu na altura da planta, já que este nutriente é o que mais afeta esse parâmetro (ARF et al. 2002). Segundo Kuss et al., (2007), em alguns genótipos de arroz inoculado com *A. lipoferum* foi analisado uma maior altura no IRGA-420 em relação ao tratamento sem inoculação.

Massa Seca das Panículas (MSP), Colmos (MSC) e Folhas (MSF)

Quando avaliado a Massa Seca das panículas (MSP), Colmos (MSC) e Folhas (MSF) (Figura 5), em arroz vermelho 405 EMBRAPA MEIO-NORTE inoculado com *G. diazotrophicus* verifica-se também que houve efeito significativo pelo Teste de Tukey a 1% de probabilidade, aos tratamentos com e sem inoculação. Analisando-se ainda a figura 6 observa-se que as plantas inoculadas obteve um maior acúmulo de

matéria seca, tanto de panículas, colmos e folhas, com um incremento de 76,2 %, 60,9% e 58,3%, respectivamente, comparando com as plantas sem a presença da bactéria.

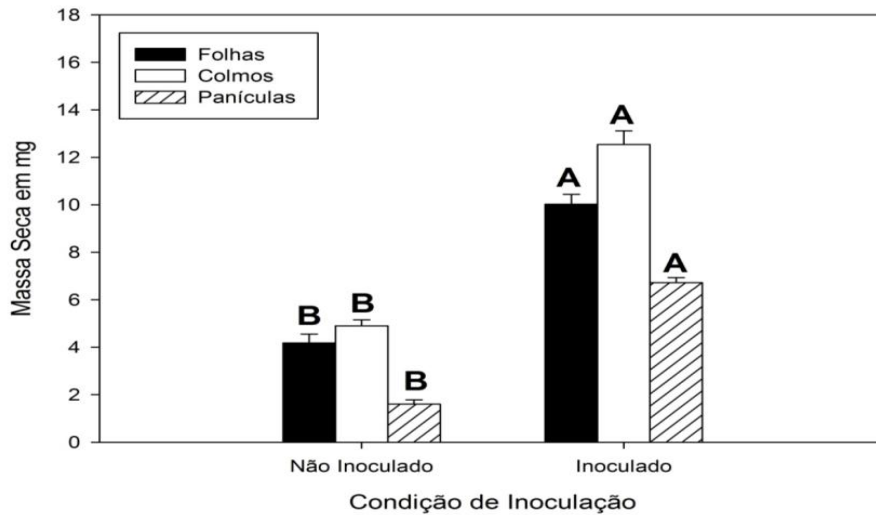


Figura 5. Produção de massa seca de folhas, colmos e panículas, em plantas não inoculadas e inoculadas com *G. diazotrophicus*. Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes foram encontrados por Curá et al., (2005), analisando efeitos positivos de inoculação de *A. brasilense* sobre a massa seca de plântulas de arroz, aos 20 dias. Alguns trabalhos têm mostrado resultados bastante promissores, principalmente no incremento de massa seca em plantas de arroz, provenientes da inoculação com *H. seropedicae* (FERREIRA et al., 2010; GUIMARÃES et al., 2010).

Conclusões

A inoculação da bactéria *G. diazotrophicus* PAL5 resultou em maior produção de massa seca, assim como o tamanho das plantas de arroz vermelho;

G. diazotrophicus PAL5 em condições controladas apresentou potencial de uso como biofertilizante para experimentação e seleção a campo.



Referências Bibliográficas

- ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; SÁ, M. E.; CRUSCIOL, C. A. C.; PEREIRA, J. C. R.. Preparo do solo, irrigação por aspersão e rendimento de engenho do arroz de terras altas. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 321-326, 2002.
- BALDANI, V.L.D. **Efeito da inoculação de *Herbaspirillum* spp. no processo de colonização e infecção de plantas de arroz e, ocorrência e caracterização parcial de uma nova bactéria diazotrófica**. 1996. 290p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- BASHAN, Y.; DE-BASHAN, L. E. Plant Growth-Promoting In: HILLEL, D., In **Encyclopedia of soils in the environment**. 1.ed, Oxford, v. 1, p. 103-115,2005.
- BASHAN, Y.; HOLGUIN, G. Proposal for the division of plant growth-promoting Rhizobacteria into two classifications: biocontrol-PGPB (plant growth-promoting bacteria) and PGPB. **Soil Biology and Biochemistry**, v.30, p.1225-1228, 1998.
- BASTIAN, F.; COHEN, A.; PICCOLI, P.; LUNA, V.; BARALDI, R.; BOTTINI, R. Production of indole-3-acetic and gibberelins A1 and A3 by *Acetobacter diazotrophicus* and *Herbaspirillum seropedicae* in chemically-defined culture media. **Plant Growth Regulation**, v.24, p. 7-11, 1998.
- CAVALCANTE, V. A.; DOBEREINER, J. A new acid-tolerant nitrogen-fixing bacterium associated with sugarcane. **Plant and Soil**, v. 108, n. 1, p. 23-31, 1988.
- COUNCE, P.A. et al. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v.40, n.2, p.436-443, 2000.
- CURÁ, J.A.; RIBAUDO, C.M.; GAETANO, A.M.; GHIGLIONE, H.O. Utilidad de las bacterias promotoras del crecimiento y fijadoras de nitrógeno en el cultivo del arroz durante las primeras etapas de desarrollo. **Foro**, marzo, p. 10 – 12, 2005,
- DOBBELAERE, S.; VANDERLEYDEN, J.; OKON, Y. Plant growth-promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 22, n. 2, p. 107 – 149, 2003.
- DOBEREINER, J. 1995 Isolation and identification of aerobic nitrogen- fixing bacteria from soil and plants. In **Methods in Applied Soil Microbiology and**



Biochemistry. Eds. ALEF, K; NANNIPIERI, P. pp 134–141. Academic Press, London, San Diego, New York, Boston, Sydney, Tokyo, Toronto.

DUTRA, K.O.G. **Ecofisiologia e alteração bioquímica do arroz vermelho sob níveis de água no solo e cultivo orgânico**. 2014. 72p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias)- Universidade Estadual da Paraíba, 2014.

FERREIRA, J. S. **Seleção e avaliação de veículos para inoculação de bactérias diazotróficas na cultura do arroz inundado**. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 44p. 2004.

FERREIRA, J. S. **Qualidade de inoculante, inoculação e reinoculação de *Herbaspirillum seropedicae* em duas variedades de arroz irrigado**. Tese: Agronomia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 83p, 2008.

FERREIRA, J. S.; BALDANI, J. I.; BALDANI, V. L. D. Seleção de inoculantes à base de turfa contendo bactérias diazotróficas em duas variedades de arroz. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 179-185, 2010

FONSECA, J. R.; PEREIRA, J. A.; SILVA, S. C.; RANGEL, P. H. N.; BRONDANI, C. **Resgate de arroz vermelho (*oryza sativa* L.) nos estados da Paraíba e Ceará**. Disponível em: [www.cnpaf.embrapa.br/publicacao/serie documentos/doc_196/trabalhos/CBC-TRAB 5-2. pdf](http://www.cnpaf.embrapa.br/publicacao/serie_documentos/doc_196/trabalhos/CBC-TRAB 5-2. pdf). Acesso em: 01 set. 2013.

GUIMARÃES, S. L.; BALDANI, J. I.; BALDANI, V. L. D. Efeito da inoculação de bactérias diazotróficas endofíticas em arroz de sequeiro. **Agronomia**, v. 37, n. 2, p. 25 – 30, 2003.

GUIMARÃES, S.L., CAMPOS, D.T.S., BALDANI, V.L.D., JACOB-NETO, J. Bactérias diazotróficas e adubação nitrogenada em cultivares de arroz. **Revista Caatinga**. Mossoró, v.23, n.4, p.32-39, 2010.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja**: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 80p. (Embrapa Soja. Documentos, 283).



HUNGRIA, M.; ASTOLFO-FILHO, S.; CHUEIRE, L.M.O.; NICOLÁS, M.F.; SANTOS, E.B.P.; BULBOL, M.R.; SOUZA-FILHO, A.; NOGUEIRA ASSUNÇÃO, E.; GERMANO, M.G.; VASCONCELOS, A.T.R. Genetic characterization of Chromobacterium isolates from black water environments in the Brazilian Amazon. **Letters in Applied Microbiology**, v.41, p.17-23, 2005.

KUSS, A. V. **Bactérias diazotróficas em arroz irrigado sob diferentes doses de adubo nitrogenado e inoculado.** In: Tese, Pós-Graduação em Ciências do Solo – Biodinâmica e Manejo do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 109p, 2006.

KUSS, A. V., KUSS, A. V., HOLTZ, E. K., LOVATO, T. Inoculação de bactérias diazotróficas e desenvolvimento de plântulas de arroz irrigado em solução nutritiva e câmara de crescimento. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.14, n.2, 2007.

LIESACK, W.; SCHNELL, S.; REVSBECH, N.P. Microbiology of flooded rice paddies. **FEMS Microbiology Reviews**v.24, p. 625 – 645, 2000.

MENESES, C. H. S. G. **Definição do papel do exopolissacarídeo de *gluconacetobacter Diazotrophicus* PAL5 na sobrevivência à estresses abióticos e nas etapas iniciais do processo de colonização de raízes de arroz.** In: Tese – Biotecnologia Vegetal, universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 126p. 2011.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Fixação biológica de nitrogênio atmosférico. In: MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J.O Microbiologia e Bioquímica do Solo. **Editora UFLA**, p.449-542, 2006.

PAZOS, M.; HERNÁNDEZ, A. Evaluación de cepas nativas del género Azopirillum y su interacción con el cultivo del arroz. **Cultivos Tropicales**, v. 22, n. 4, p. 25-28, 2001.

PEDRINHO, E. A. N. **Isolamento e caracterização de bactérias promotoras de crescimento em milho (*Zeamays2*).** In: Tese-Microbiologia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal-SP, 74p. 2009.

PEREIRA, J. A.; MORAIS, O. P.; BRESEGHELLO, F. Análise da heterose de cruzamentos entre variedades de arroz-vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 9, p. 1135-1142. 2008.



PUNSCHKE, K.; CARLOMAGNO, M.; LABANDERA, C. Potencial agronómico de bacterias fijadoras de nitrógeno endófitas de arroz. In: V Simposio de Recursos Genéticos para América Latina e el Caribe: **Actas Uruguay**, 2005.

REIS, V. M.; BALDANI, J. I.; BALDANI, V. L. D.; DÖBEREINER, J. Biological dinitrogen fixation in gramineae and palm trees. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 19, p. 227-247, 2000.

RODRIGUES NETO, J.; MALAVOLTA JR, V.A.; VICTOR, O. Meio simples para o isolamento e cultivo de *Xanthomonas campestris* pv. *citri* tipo B. **Summa Phytopathologica**, v.12, p.16-18, 1986.

SABINO, Daniele Cristina Costa. **Interação planta-bactéria diazotrófica na cultura do arroz**. 2007. 71p. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência do solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

SALA, V. M. R.; CARDOSO, E. J. B. N.; FREITAS, J. G.; SILVEIRA, A. P. D. Novas bactérias diazotróficas endofíticas na cultura do trigo em interação com a adubação nitrogenada, no campo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, MG, v.32:1099-1106, 2008.

SILVEIRA, E. L. **Inoculações de bactérias promotoras de crescimento no cultivo de arroz em solução nutritiva**. In: Tese, doutorado de Ciências Agrárias e Veterinárias - Microbiologia Agropecuária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 83p. 2008.

SOMERS, E.; VANDERLEYDEN, J. Rhizosphere bacterial signalling: a love parade beneath our feet. **Critical Reviews in Microbiology**, v.30, p. 205-240, 2004.

SPENCER, J.; RAGOUT, A. **Métodos microbiológicos**. Humana Press Inc. Totowa, New Jersey, USA, 2001, 335 p.

STEPHAN, M. P.; OLIVEIRA, M.; TEIXEIRA, K. R. S.; MARTINEZ-DRETS, G.; DOBEREINER, J. Physiology and dinitrogen fixation of *Acetobacter diazotrophicus*. **FEMS Microbiology Letters**, v. 77, n. 1, p. 67-72, 1991.

WALTER, M. **Composição química e propriedades antioxidantes de grãos de arroz com pericarpo marrom-claro, vermelho e preto**. In: Tese, Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 119p, 2009.