



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGIA E AGROPECUÁRIA

FELIPE MONTENEGRO BARBOSA

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

LAGOA SECA – PB
2014

FELIPE MONTENEGRO BARBOSA

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

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Agroecologia da Universidade Estadual da Paraíba, como parte das exigências para obtenção de título de graduado em Bacharel em Agroecologia.

Orientador: Dr. Carlos Henrique Salvino Gadêlha Meneses

Coorientadora: Luanna Maria Bezerra Filgueiras

LAGOA SECA – PB

2014

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

B238i Barbosa, Felipe Montenegro
Inoculação de *Gluconacetobacter Diazotrophicus* e seu efeito
no desenvolvimento de plantas de arroz vermelho [manuscrito] /
Felipe Montenegro Barbosa. - 2014.
26 p. : il.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em
Agroecologia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de
Ciências Agrárias e Ambientais, 2014.

"Orientação: Prof. Dr. Carlos Henrique Salvino Gadêlha
Meneses, Departamento de Agroecologia e Agropecuária".

"Co-Orientação: Ma. Luanna Maria Beserra Filgueiras,
Departamento de Pós-Graduação de Ciências Agrárias".

1. *Oryza sativa* L. 2. *Gluconacetobacter diazotrophicus*. 3.
Desenvolvimento. I. Título.

21. ed. CDD 631.4

FELIPE MONTENEGRO BARBOSA

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

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Agroecologia da Universidade Estadual da Paraíba, como parte das exigências para obtenção de título de graduado em Bacharel em Agroecologia.

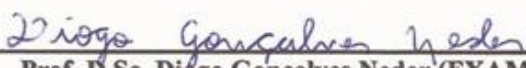
Aprovado em 04/08/2014

BANCA EXAMINADORA



Prof. D.Sc. Carlos Henrique Salvino Gadêlha Meneses (ORIENTADOR)

Universidade Estadual da Paraíba
Centro de Ciências Agrárias e Ambientais
Departamento de Agroecologia e Agropecuária



Prof. D.Sc. Diogo Gonçalves Neder (EXAMINADOR)

Universidade Estadual da Paraíba
Centro de Ciências Agrárias e Ambientais
Departamento de Agroecologia e Agropecuária



Prof. M.Sc. Alde Cleber de Lima Silva (EXAMINADOR)

Universidade Estadual da Paraíba
Centro de Ciências Agrárias e Ambientais
Departamento de Agroecologia e Agropecuária

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida.

Aos meus pais Carmelia Montenegro Barbosa, por acreditar sempre em mim. E ao meu pai Francisco das Chagas Galdino Barbosa (*In memoriam*) pelas lembranças e muitas saudades!

Ao meu orientador Prof. D.Sc. Carlos Henrique Salvino Gadêlha Meneses, pelo apoio, paciência e compreensão, e por ser esta pessoa de uma candura nata a quem eu muito admiro.

A banca examinadora, Diogo Gonçalves e Alde Cleber, meu agradecimento por terem aceitado, examinar e avaliar meu trabalho de conclusão de curso.

A todos os alunos que participaram do projeto: Mariana Coelho, Adriano Santos, Bruna Regina, Luanna Bezerra e Thiago Anderson.

A todos os professores e funcionários que fazem parte do CCAA, em especial ao Prof. D.Sc. Francisco José Loureiro Marinho, por todo o apoio ao longo do curso.

A Universidade Estadual da Paraíba CCAA, campus II, Lagoa Seca – PB, e a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão deste curso.

MUITO OBRIGADO!

**O sábio ouvirá e crescerá em
Conhecimento, e o entendido
Obterá orientação.
(*Provérbios 1:5*)**

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*;
Desenvolvimento.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVO	12
3. MATERIAIS E MÉTODOS	12
3.1. Caracterização da área	12
3.2. Disposição do experimento	12
3.3. Processo de Inoculação	14
3.4. Controle de qualidade do inoculante utilizado	14
3.5. Período de coleta e coleta do material vegetal	14
3.6. Estimativa do número mais provável (NMP) nas raízes e nas folhas	15
3.7. Variáveis analisadas	15
3.8. Análises Estatísticas	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1. Controle de qualidade do inoculante utilizado	15
4.2. Estimativa do número mais provável (NMP) nas raízes e nas folhas	16
4.3. Parâmetros Avaliados	17
4.4. Número de folhas totais por touceira (NFTT)	18
4.5. Número de panículas por touceira (NPT)	18
4.6. Altura da Bainha (AB)	19
4.7. Altura da Maior Folha (AMF)	20
4.8. Massa Seca das Panículas (MSP), Colmos (MSC) e Folhas (MSF)	21
5. CONCLUSÕES	22
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

1. 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 (Hungria et al., 2007).

A interação entre plantas e bactérias promotoras de crescimento vegetal é bastante conhecida, podendo influenciar diretamente no metabolismo das plantas, fornecendo substâncias que normalmente estariam em menor quantidade, pela absorção de nutrientes ou também pelo biocontrole de patógenos (BASHAN & DE-BASHAN, 2005).

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).

Segundo Meneses (2011), a fixação de nitrogênio depende da capacidade do microrganismo estabelecer-se endofiticamente no interior da planta e, para que isso ocorra, o microrganismo deve ser capaz de invadir e proliferar nos tecidos da planta hospedeira, ultrapassando as barreiras físicas e químicas que a planta estabelece, instituindo vias de infecção e sítios de colonização, e o estabelecimento desta relação dependem de uma seqüência de etapas e de uma relação específica entre planta e bactéria.

2. OBJETIVO

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

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. 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.

3.2. 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).

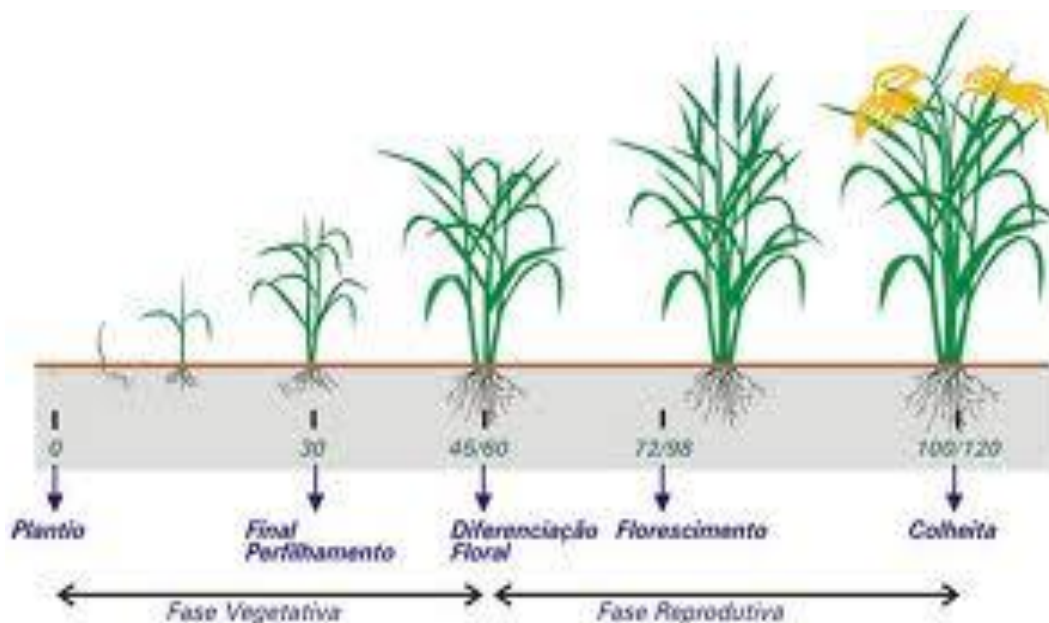


Figura 1: Fases e estádios reprodutivos do arroz (Fonte: LANNA et al., 2013)

3.3. 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 $\text{KH}_2\text{PO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 0,5 g de $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 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.

3.4. Controle de qualidade do inoculante utilizado

Foi realizada uma contagem do número mais provável (NMP) das células do inoculante e da população aderida às sementes de acordo com (DÖBEREINER et al., 1995).

3.5. Período de coleta e coleta do material vegetal

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

3.6. Estimativa do número mais provável (NMP) nas raízes e nas folhas

Foi utilizada a técnica do NMP de acordo com a metodologia descrita por Döbereiner et al. (1995). A contagem foi feita na época do estabelecimento do estresse. Foram trituradas 5 g de raiz e folhas, separadamente, lavadas no liquidificador, na presença de 45 ml de água destilada estéril e em seguida foram diluídos seriadamente até 10⁻⁶. Logo após, 100 µl dos 4 extratos mais diluídos foram colocados em frascos com 5 ml dos meios LGI-P. A contagem foi realizada após 7 dias de incubação.

3.7. 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).

3.8. 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).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Controle de qualidade do inoculante utilizado

A contagem do número de células viáveis presentes no inoculante mostrou uma população acima de 10⁸ g⁻¹ e a ausência de contaminantes (Tabela 2). Alguns trabalhos realizados mostraram que o número de células viáveis se mantém acima de 10⁸ g⁻¹ por um período de até 180 dias após a produção (FERREIRA, 2004; FERREIRA et al., 2010; GUIMARÃES et al., 2003). Bashan (1998) recomenda que a população no inoculante seja superior a 10⁸ células g⁻¹ para se obter uma inoculação bem sucedida. Por outro lado, a contagem do número de células presentes nas sementes peletizadas mostrou uma população ao redor de 10⁹ células g⁻¹ na semente. É importante introduzir no solo um número suficiente de células para garantir uma população com a capacidade

de competir com os microorganismos nativos e sobreviver às condições adversas no solo (HUNGRIA et al., 2005).

Tabela 2. Contagem realizada no inoculante produzido e nas sementes inoculadas com a estirpe *G. diazotrophicus* PAL5, utilizada no experimento. Campina Grande-PB, 2014.

Tratamentos	Meios de cultura	Log do n° células g ⁻¹		
		Inoculante	Semente inoculada	Semente não inoculada
PAL5	LGI-P*	9,65	9,30	N.D.

*Meio LGI-P (semi seletivo para *Gluconacetobacter* spp.). N.D. (Não detectada)

4.2. Estimativa do número mais provável (NMP) nas raízes e nas folhas

A análise sobre o número de bactérias diazotróficas presentes nas raízes e folhas lavadas, avaliadas durante o estágio de desenvolvimento reprodutivo, mostrou a presença de bactérias diazotróficas em todos os tratamentos inoculados, porém não sendo detectadas nos tratamentos controle (não inoculados) (Tabela 3). Em todos os tratamentos inoculados se verificaram concentrações de *G. diazotrophicus* PAL5 maiores que 105 UFC g⁻¹. Punschke et al. (2005), encontraram resultados similares quando quantificaram bactérias diazotróficas em duas variedades de arroz cultivadas no Uruguai, onde 69% das amostras de raízes apresentaram concentrações maiores que 105 UFC g⁻¹. Por outro lado, Sabino (2007) não encontrou diferença no número de células entre os tratamentos inoculados com *B. brasilense* e *H. seropedicae* e os não inoculados em plantas de arroz avaliadas nos estádios de florescimento e maturação de grãos.

Dentre os microorganismos com capacidade de fixar nitrogênio existem diferentes procariotos, como arqueobactérias, cianobactérias, bactérias gram-positivas e gram-negativas que apresentam grande diversidade morfológica, fisiológica, genética e filogenética (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006). Dentro da microbiota do solo, particularmente na rizosfera, está uma grande parte das bactérias diazotróficas (WAKELIN et al., 2009). Baldani (1996) sugere que em sistemas com solo, o controle não inoculado possui populações nativas de bactérias diazotróficas que alcançam o mesmo número que as inoculadas. Estes resultados mostram que as populações submetidas às mesmas condições tendem a estabilizar-se no solo. No entanto a presença

de bactérias diazotróficas não necessariamente significa que a planta se beneficie da FBN ou outros mecanismos de promoção de crescimento vegetal.

Foi observada diferença na população de bactérias entre os tecidos de arroz vermelho coletados sob as condições testadas (Tabela 3). Baldani (1996) também não encontrou uma tendência definida a respeito do comportamento das estirpes *H. seropedicae* ZAE94, *S. azotifigens* e *S. trueperi* testadas durante o ciclo da cultivar de arroz BRS Talento. Experimentos de inoculação de arroz com e sem adubação nitrogenada mostraram que o número de bactérias diminuiu com a idade da planta, atingindo o equilíbrio no estágio de maturação, o que corresponde à fase final do ciclo da cultura (BALDANI, 1996; FERREIRA, 2004).

Tabela 3. Estimativa do número mais provável (Log do nº células g⁻¹) de *G. diazotrophicus* PAL5 presentes nas raízes e folhas de plantas de arroz vermelho. Coletadas nas fases de desenvolvimento vegetativo. Campina Grande-PB, 2014.

Tratamento	Meio de Cultura	Reprodutivo	
		Raízes	Folhas
Não inoculado	LGI-P**	N.D.	N.D.
PAL5	LGI-P**	5.44 ± 0.24*	5.36 ± 0.34*

*Média ± desvio padrão (n=3), **Meio LGI-P (semi seletivo para *Gluconacetobacter* spp.). N.D. (Não detectada).

4.3. Paramêtros 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

4.4. Número de folhas totais por touceira (NFTT)

Analisando a (Figura 2), 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. diazotrófica* (45,8) obtendo um acréscimo de 66,6% em relação à não inoculada.

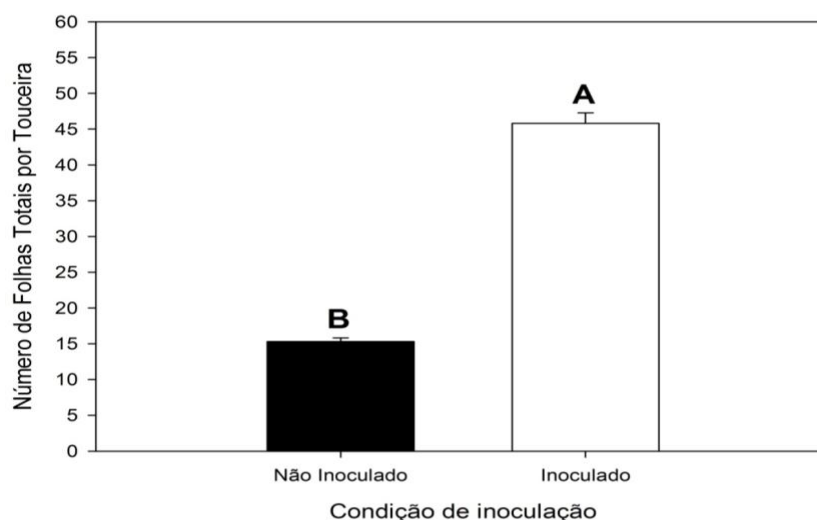


Figura 2. Número de folhas totais por touceira, em plantas não inoculadas e inoculadas com *G. diazotrófica*. Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.5. Número de panículas por touceira (NPT)

Para o Número de panículas por touceira (NPT) (Figura 3), 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.

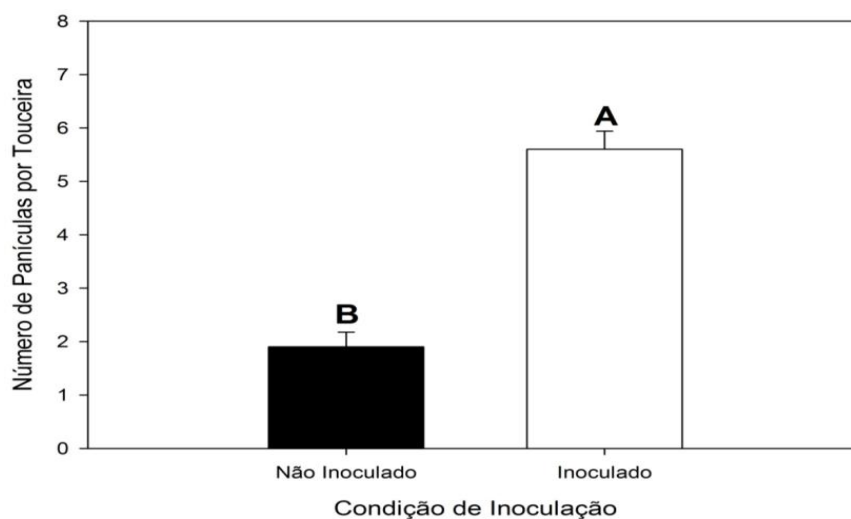


Figura 3. Número de panículas por touceira, em plantas não inoculadas e inoculadas com *G. diazotrophicus*. Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

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 orgaminal, 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.

4.6. 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 obteve um incremento de 44,9% comparando-se com as controle (Figura 4).

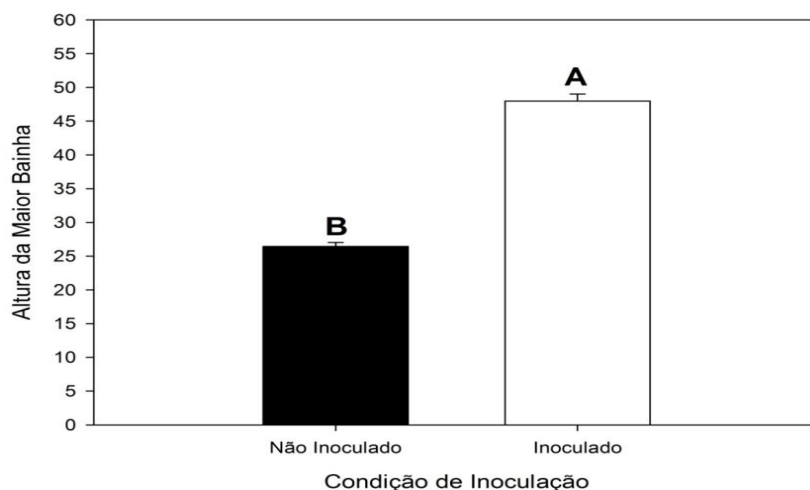


Figura 4. Altura da maior bainha, em plantas não inoculadas e inoculadas com *G. diazotrophicus*. Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

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.

4.7. Altura da Maior Folha (AMF)

Analisando-se a (Figura 5) 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.

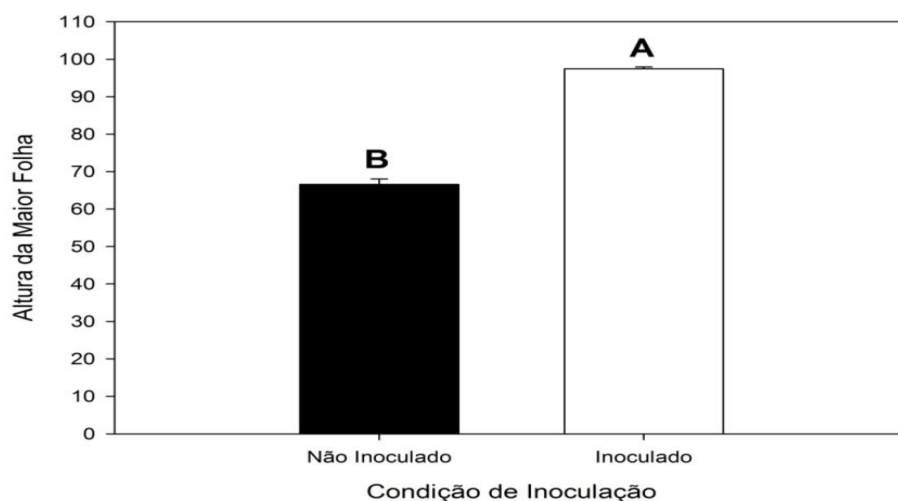


Figura 5. Altura da maior folha, em plantas não inoculadas e inoculadas com *G. diazotrophicus*. Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

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.

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

Quando avaliado a Massa Seca das panículas (MSP), Colmos (MSC) e Folhas (MSF) (Figura 6), 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.

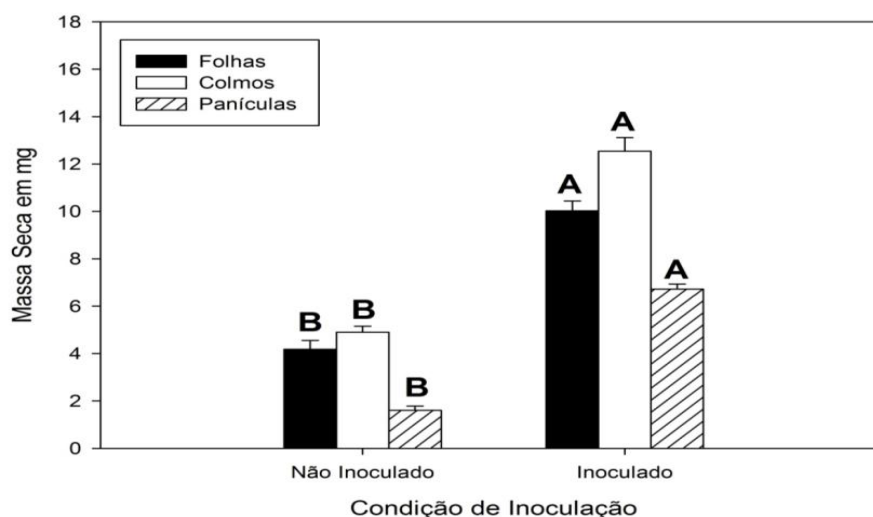


Figura 6. Produção de massa seca de folhas, colmos e panículas, em plantas não inoculadas e inoculadas com *G. diazotrophicus*. Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

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).

5. 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.

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*; Development.

6. 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.
- LANNA, A. C.; CARVALHO, M. A. de F.; SILVEIRA, R. D. D.; HEINEMANN, A. B.; BRONDANI, C. Protocolo de deficiência hídrica em arroz de terras altas para análise de transcriptoma. **Comunicado técnico, 210. Embrapa Arroz e Feijão,** 2013.
- 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 Geneticos 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.
- WAKELIN, S.A.; GREGG, A.L.; SIMPSON, R.J.; LI, G.D.; RILEY, I.T.; MCKAY, A.C. Pasture management clearly affects soil microbial community structure and N-cycling bacteria. **Pedobiologia**, v.52, p.237-251, 2009.