



UEPB

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I
CENTRO CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

IZAMARA GESIELE BEZERRA DE OLIVEIRA

**INOCULAÇÃO DE *Herbaspirillum seropedicae* E SEU EFEITO
NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE ARROZ VERMELHO**

**CAMPINA GRANDE- PB
2021**

IZAMARA GESIELE BEZERRA DE OLIVEIRA

**INOCULAÇÃO DE *Herbaspirillum seropedicae* E SEU EFEITO
NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE ARROZ VERMELHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Carlos Henrique Salvino Gadelha Meneses

**CAMPINA GRANDE- PB
2021**

É expressamente proibido 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 do trabalho.

O48i Oliveira, Izamara Gesiele Bezerra de.
Inoculação de *Herbaspirillum seropedicae* e seu efeito no desenvolvimento de plantas de arroz vermelho [manuscrito] / Izamara Gesiele Bezerra de Oliveira. - 2021.
23 p.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2021.
"Orientação : Prof. Dr. Carlos Henrique Salvino Gadelha Meneses, Coordenação de Curso de Biologia - CCBS."
1. *Oryza sativa* L.. 2. Biofertilizantes. 3. RPCP - Agricultura. I. Título
21. ed. CDD 631.8

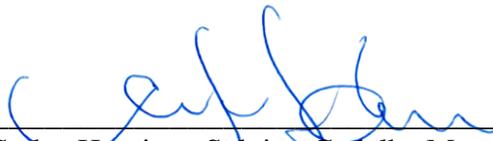
IZAMARA GESIELE BEZERRA DE OLIVEIRA

INOCULAÇÃO DE *Herbaspirillum seropedicae* E SEU EFEITO NO
DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE ARROZ VERMELHO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Ciências Biológicas da
Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovada em: 23/02/2021.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Carlos Henrique Salvino Gadelha Menezes (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dra. Maria José Lima da Silva
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Cleiton de Paula Soares
Universidade Estadual Norte Fluminense (UENF)

*Aos meus pais, Erivânia Bezerra de Oliveira e
Joselito Alves de Oliveira, com eterna
gratidão pelo incentivo, companheirismo, e
amor, DEDICO.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fases e estádios reprodutivos do arroz.....	11
Figura 2 – Número de Folhas Totais por Touceira (NFTT), em condição de inoculação e não inoculação.....	15
Figura 3 – Número de panículas por touceira (NPT), em condição de inoculação e não inoculação.....	16
Figura 4 – Altura da Bainha (AB), em condição de inoculação e não inoculação.....	17
Figura 5 – Altura da Maior Folha (AMF), em condição de inoculação e não inoculação.....	17
Figura 6 – Massa Seca das panículas (MSP), Colmos (MSC) e Folhas (MSF), em condição de inoculação e não inoculação.....	18

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Análise química do solo utilizado no experimento.....10
- Tabela 2** – Contagem realizada no inoculante produzido e nas sementes inoculadas com a estirpes *H. seropedicae*, utilizada no experimento. Campina Grande-PB, 2021.....13
- Tabela 3** – Estimativa do número mais provável (Log do nº células g⁻¹) de *H. seropedicae* presentes nas raízes e folhas de plantas de arroz vermelho. Coletadas nas fases de desenvolvimento vegetativo. Campina Grande-PB, 2021.....14
- 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. Campina Grande-PB, 2021.....15

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 MATERIAL E MÉTODOS	9
2.1 Caracterização da área.....	9
2.2 Disposição do experimento	10
2.3 Processo de Inoculação	11
2.4 Controle de qualidade do inoculante utilizado	12
2.5 Período de coleta e coleta do material vegetal.....	12
2.6 Estimativa do número mais provável (NMP) nas raízes a nas folhas	12
2.7 Variáveis analisadas	12
2.8 Análises Estatísticas	12
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
3.1 Controle de qualidade do inoculante utilizado	13
3.2 Estimativa do número mais provável (NMP) nas raízes a nas folhas	13
3.3 Parâmetros Avaliados.....	14
3.4 Número de folhas totais por touceira (NFTT)	15
3.5 Número de panículas por touceira (NPT).....	16
3.6 Altura da Bainha (AB)	16
3.7 Altura da Maior Folha (AMF)	17
3.8 Massa Seca das Panículas (MSP), Colmos (MSC) e Folhas (MSF).....	18
4 CONCLUSÃO	19
REFERÊNCIAS	19

INOCULAÇÃO DE *Herbaspirillum seropedicae* E SEU EFEITO NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE ARROZ VERMELHO

Izamara Gesiele Bezerra de Oliveira*

RESUMO

Durante o ciclo de vida do arroz, as plantas são continuamente desafiadas por diversos estresses abióticos, que são considerados a principal causa da redução do crescimento e da produção das plantas. Rizobactérias Promotoras de Crescimento de Plantas (PGPR) induzem mudanças físicas e químicas nas plantas, resultando em maior tolerância das plantas a estresses abióticos. Esta característica apoia a seleção no PGPR como uma abordagem valiosa para melhorar o crescimento das plantas, particularmente sob condições de estresse. Neste estudo, uma inoculação de *Herbaspirillum seropedicae* ZAE 94, no arroz vermelho, para investigar seu desenvolvimento, analisando parâmetros como: qualidade do inoculante utilizado, estimativa do número mais provável (NMP) nas raízes e nas folhas, número de folhas totais por touceira, número de panículas por touceira, altura da Bainha, altura da Maior folha, massa seca das panículas (MSP), colmos (MSC) e folhas (MSF). Após os parâmetros analisados, foi constatado diferença significativa para as variáveis o número de folhas totais por touceira, número de panículas por touceira, altura da maior bainha, altura da maior folha, massa seca das folhas, massa seca dos colmos, massa seca das panículas, quando analisados a 1% de probabilidade. Este estudo indica que a inoculação de *H. seropedicae*, em condições controladas, pode ser utilizada para fins biotecnológicos, no uso de biofertilizantes para experimentação e seleção a campo, pois aumenta significativamente a produção de massa seca, como também o aumento das plantas de arroz vermelho.

Palavras-chave: Biofertilizantes, *Oryza sativa* L. e PGPR.

ABSTRACT

During the life cycle of rice, plants are continually challenged by various abiotic stresses, which are considered to be the main cause of reduced plant growth and production. Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) induce physical and chemical changes in plants, resulting in greater tolerance of plants to abiotic stresses. This feature supports selection in PGPR as a valuable approach to improving plant growth, particularly under stress conditions. In this study, an inoculation of *Herbaspirillum seropedicae* ZAE 94, in red rice, to investigate its development, analyzing parameters such as: quality of the inoculant used, estimate of the most probable number (NMP) in the roots and in the leaves, number of total leaves per clump, number panicles per clump, height of the sheath, height of the largest leaf, dry mass of the panicles (MSP), stems (MSC) and leaves (MSF). After the parameters analyzed, a significant difference was found for the variables: the number of total leaves per clump, number of panicles per clump, height of the largest sheath, height of the largest leaf, dry mass of leaves, dry mass of stems, dry mass of panicles, when analyzed at 1% probability. This study indicates that the inoculation of *H. seropedicae*, under controlled conditions, can be used for biotechnological purposes, in the use of biofertilizers for experimentation and field selection, as it significantly increases the production of dry mass, as well as the increase in red rice plants.

Keywords: Biofertilizers, *Oryza sativa* L. and PGPR.

* Aluna de Graduação em Ciências Biológicas na Universidade Estadual da Paraíba – Campus I.
E-mail: izamaragesieleb@gmail.com

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 (GUIMARÃES 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, além disso, estudos revelaram que a aplicação deste microrganismo em plantas de arroz, leva a produção de grãos com maior conteúdo proteico (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 a bactéria *Herbaspirillum seropedicae* produz 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).

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 sequência de etapas e de uma relação específica entre planta e bactéria.

Desta forma, o presente trabalho tem por objetivo analisar o efeito da inoculação de *Herbaspirillum seropedicae* ZAE 94 no desenvolvimento de plantas de arroz vermelho, com em ambiente protegido.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 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, Biotecnologia

Vegetal, todos localizados no CAMPUS I, em Campina Grande – PB, no período compreendido entre setembro de 2020 a janeiro de 2021.

2.2 Disposição do experimento

O experimento consistiu dos seguintes tratamentos: inoculação: I1= sementes não inoculadas e I2= sementes inoculadas com a bactéria endofítica *H. seropedicae*, um genótipo (G1= 405 Embrapa Meio Norte). Utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado, 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.

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

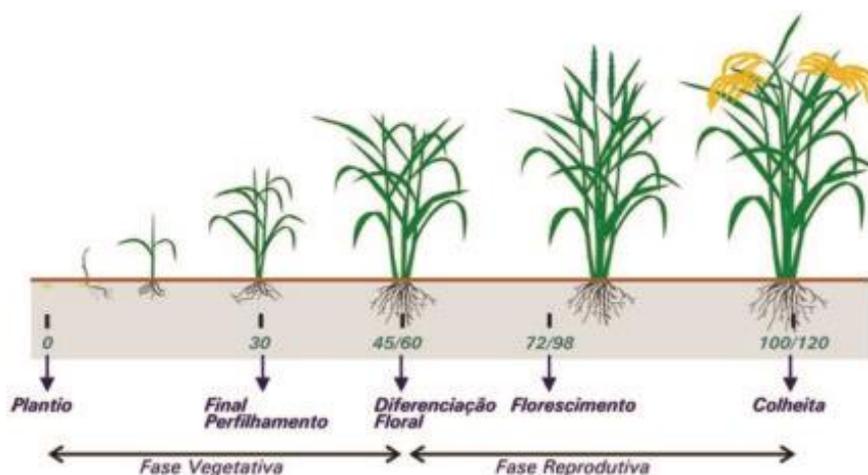
Tabela 1. Análise química da terra utilizada no experimento.

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)

2.3 Processo de Inoculação

Na inoculação, foi utilizada uma estirpe selecionada de *H. seropedicae* ZAE 94 pelas suas características de solubilizar fósforo *in vitro*, produção de AIA e redução de acetileno. 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, JMFb (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. 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.

2.4 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).

2.5 Período de coleta e coleta do material vegetal

A coleta do material vegetal foi realizada no estágio reprodutivo R3 (emissão da panícula), por volta de 120 dias após o plantio.

2.6 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). 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, 100µl dos 4 extratos mais diluídos foram colocados em frascos com 5 ml dos meios JMFb. A contagem foi realizada após 7 dias de incubação.

2.7 Variáveis analisadas

A avaliação do material vegetal foi feita no estágio reprodutivo R3, por volta de 120 dias, após o plantio. Os parâmetros agrônômicos 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).

2.8 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).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Controle de qualidade do inoculante utilizado

A contagem do número de células viáveis presentes no inoculante mostrou uma população acima de 10^8 g⁻¹ e a ausência de contaminantes (Tabela 2). Alguns trabalhos realizados mostraram que o número de células viáveis se mantém acima de 10^8 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 10^8 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 10^9 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 *H. seropedicae*, utilizada no experimento. Campina Grande-PB, 2021.

Tratamentos	Meios de cultura	Log do n° células g ⁻¹		
		Inoculante	Semente inoculada	Semente não inoculada
<i>H. seropedicae</i>	JMFb*	9,65	9,30	N.D.

*Meio LGI-P (semi seletivo para *H. seropedicae*). N.D. (Não detectada)

3.2 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 *H. seropedicae* maiores que 10^5 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 10^5 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). Sabino (2007) 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 *H. seropedicae* presentes nas raízes e folhas de plantas de arroz vermelho. Coletadas nas fases de desenvolvimento vegetativo. Campina Grande-PB, 2021.

Tratamento	Meio de Cultura	Reprodutivo	
		Raízes	Folhas
Não inoculado	JMFb**	N.D.	N.D.
<i>H. seropedicae</i>	JMFb**	5.44 ± 0.24*	5.36 ± 0.34*

*Média ± desvio padrão (n=3), **JMFb (semi seletivo para *H. seropedicae*). N.D. (Não detectada).

3.3 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. Campina Grande-PB, 2021.

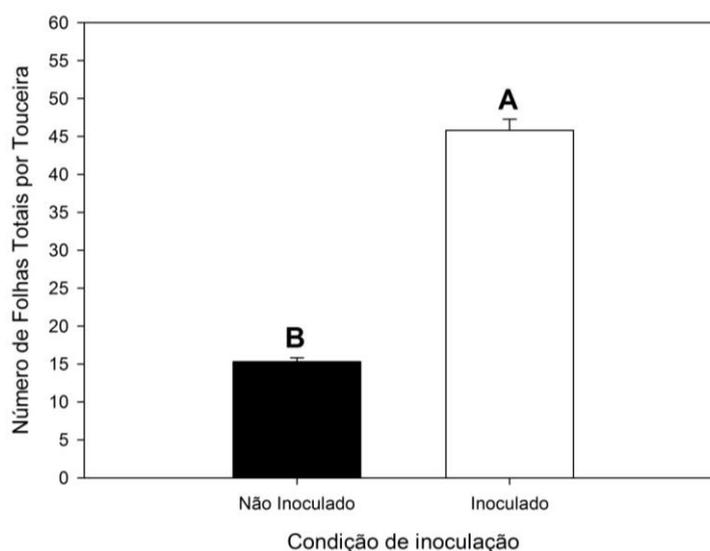
F.V.	G.L	Quadrados Médios						
		NFTT	NPT	AB	AMF	MSF	MSC	MSP
C.I.	1	4651,250**	68,450**	2324,168**	4749,362**	170,579**	291,526**	131,011**
Resíduo	18	12,317	0,961	7,370	12,020	1,583	1,966	0,382
Total	19							
C.V. (%)		52,42	56,64	30,56	19,71	45,59	47,56	64,72

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

3.4 Número de folhas 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 *H. seropedicae* (45,8) obtendo um acréscimo de 66,6% em relação à não inoculada.

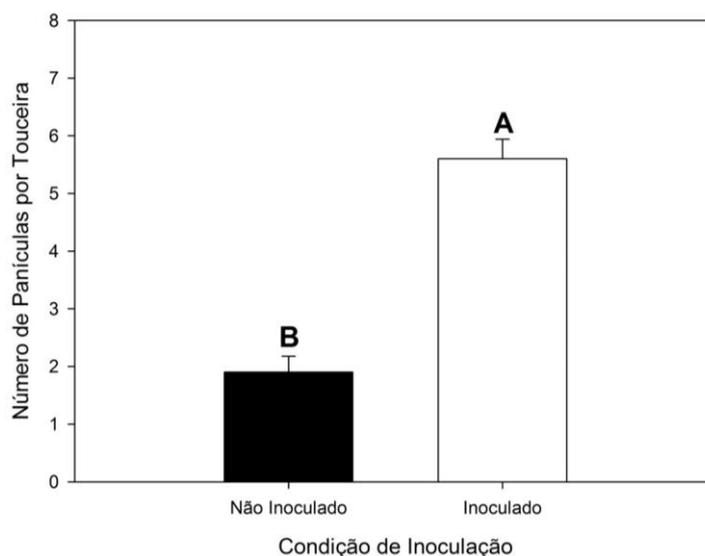
Figura 2. Número de Folhas Totais por Touceira (NFTT), em condição de inoculação e não inoculação.



3.5 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 *H. seropedicae*, observa-se que o inoculado obteve um incremento de 66,1% em relação ao sem bactéria.

Figura 3. Número de panículas por touceira (NPT), em condição de inoculação e não inoculação.



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. Segundo Meneses et al., (2011), estudando ecofisiologia e alteração bioquímica do arroz vermelho sob níveis de água no solo e cultivo orgamíneral, 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.

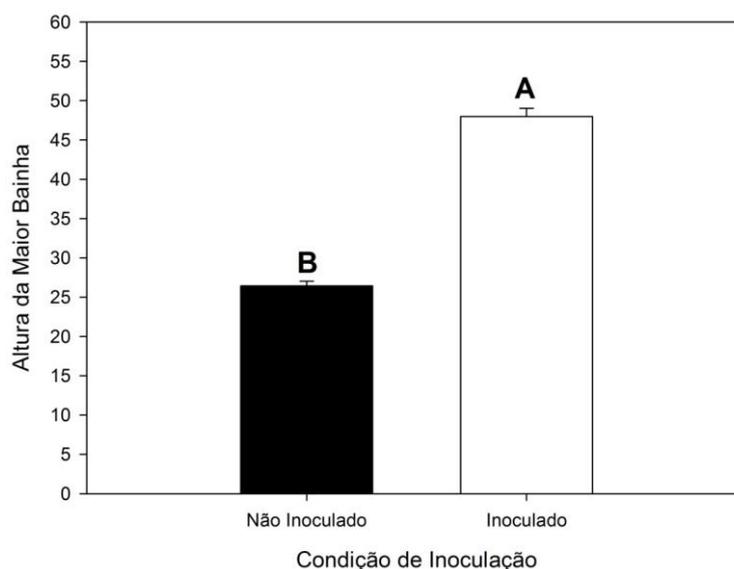
3.6 Altura da Bainha (AB)

Em relação à Altura da Bainha (AB), observa-se diferenças significativas no arroz vermelho nas condições com e sem inoculação. As plantas inoculadas obtiveram um incremento de 44,9% comparando-se com as controle (Figura 4).

Algumas pesquisas como a de Pazos & Hernández (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.

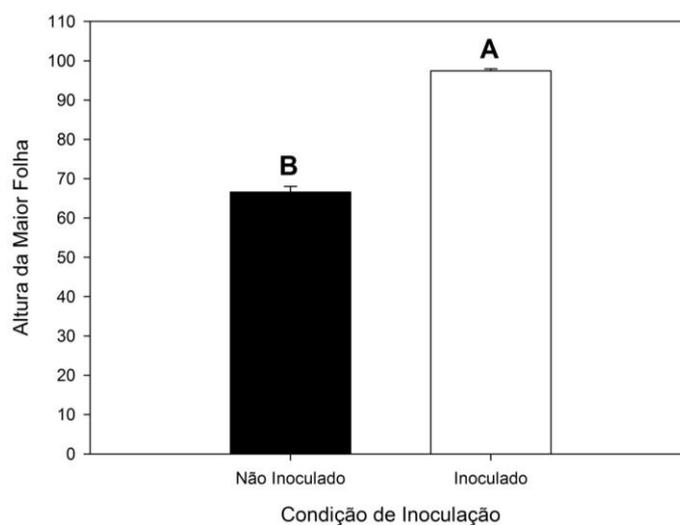
Figura 4. Altura da Bainha (AB), em condição de inoculação e não inoculação.



3.7 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 (AMF), em condição de inoculação e não inoculação.

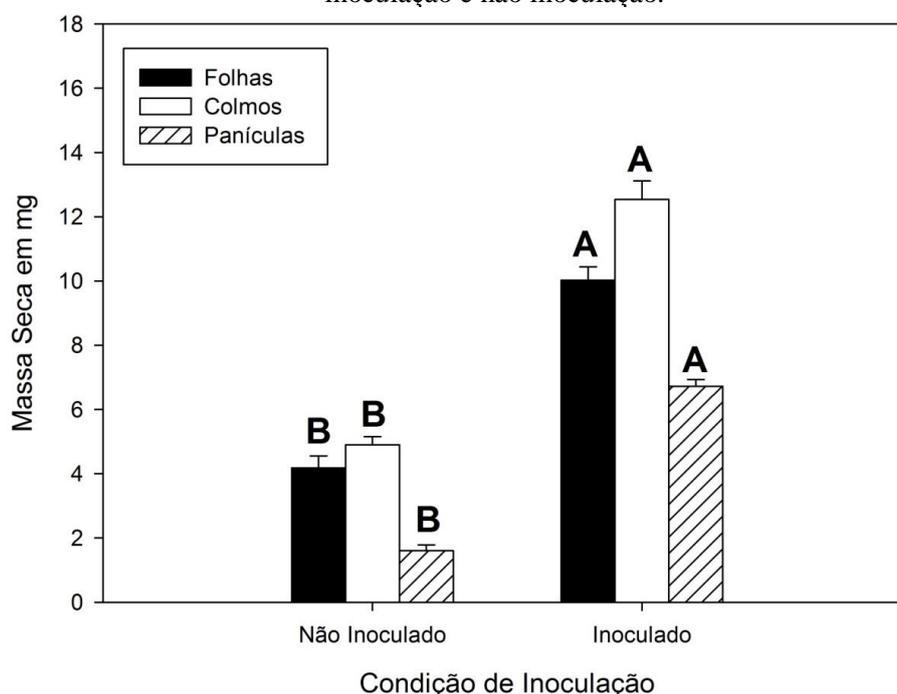


A maior disponibilidade hídrica, provavelmente, contribuiu para maior absorção do N, o que refletiu na altura da planta, já que este nutriente é o que mais afeta esse parâmetro (ARF et al., 2002). Segundo Kuss et al., (2007), em alguns genótipos de arroz inoculado com *A. lipoferum* foi analisado uma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

3.8 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 *H. seropedicae* 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 obtiveram 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. Massa Seca das panículas (MSP), Colmos (MSC) e Folhas (MSF), em condição de inoculação e não inoculação.



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).

4 CONCLUSÃO

A inoculação da bactéria *H. seropedicae* resultou em maior produção de massa seca, assim como o tamanho das plantas de arroz vermelho.

H. seropedicae em condições controladas apresentou potencial de uso como biofertilizante para experimentação e seleção a campo.

REFERÊNCIAS

- ARF, O. 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, HOLGUIN G. (1998) Proposal for the division of plant growth-promoting Rhizobacteria into two classifications: biocontrol-PGPB (Plant Growth-Promoting Bacteria) and PGPB. **Soil Biol Biochem** 30: 1225-1228
- 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.
- 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.
- 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.
- DÖBEREINER J .1995. Isolation and identification of aerobic nitrogen-fixing bacteria from soil and plants. In **Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry** Eds. K Alef and P Nannipieri. pp 134–141. Academic Press, London, San Diego, New York, Boston, Sydney, Tokyo, Toronto.
- 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. **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.; 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. 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.; 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.

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).

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, p.109, 2006.

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: _____. **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 (*Zea mays*)**. 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 agronômico de bacterias fijadoras de nitrógeno endófitas de arroz. In: V Simpósio 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.
- SABINO, D. C. C. **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, p. 83, 2008.
- SOMERS, E.; VANDERLEYDEN, J. Rhizosphere bacterial signalling: a love parade beneath oufeet. **Critical Reviews in Microbiology**, v.30, p. 205-240, 2004.
- SPENCER, J.; RAGOUT, A. **Métodos microbiológicos**. Humana Press Inc. Totowa, New Jersey, USA, 2001, p. 335.
- 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.
- 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, p. 119, 2009.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por todo discernimento, sabedoria, força, paz e porque sempre esteve ao meu lado, conduzindo cada um dos meus passos.

À minha mãe, Erivânia Oliveira, e ao meu pai, Joselito Alves, por todos os esforços, mesmo nas dificuldades, em razão da minha educação e dos meus irmãos. Ao meu pai, que se dispôs a ir trabalhar a 254,6 quilômetros de distância da minha cidade (Soledade), renunciando todo o conforto, em prol do sustento da família. E minha mãe que sempre foi minha melhor amiga, e que ao sair de casa, com destino à universidade, ela sempre me fala: “Vá com Deus, que Ele te traga bem, Te amo!”, estas palavras serviram de muito incentivo, obrigada por tudo.

Aos meus irmãos, Joselito Filho e Itamara Marié, e ao meu cunhado Genivaldo Júnior, que sempre me apoiaram e incentivaram. Amo muito vocês.

Aos meus avós, Severino Pedro e Marié Bezerra, por todos os ensinamentos.

Aos meus sobrinhos Miguel José, Mariana Oliveira, Marília Maria, e Ana Ludmila, vocês sempre me alegraram muito, amo muito vocês.

À Thereza Cordeiro, sou grata por sua amizade e cumplicidade. Sempre estivemos juntas, seja esperando o ônibus, almoçando, estudando, você sempre me ajudou em tudo.

Ao meu professor e orientador Carlos Henrique Meneses, toda minha admiração por você. Sou grata a você por todo incentivo, ensino, dedicação, e por todas as oportunidades que me foram dadas, obrigada por confiar e acreditar em mim.

Às minhas amigas e colegas do laboratório de Biotecnologia da UEPB, Isabela Pimentel e Vitória Almeida, vocês são muitos especiais. Passamos muitos momentos divertidos juntas, vocês me ajudaram muito, obrigada por tudo.

À minha madrinha Salete Almirante. Saiba que serei eternamente grata por tudo.

Aos amigos (as): Izabella Rodrigues, Magna Barros, Laura Lígia, Fagner Cavalcanti, e Maílson Macena. Sou grata pela amizade de cada um de vocês.

À toda equipe do PIBIC/PRPGP da UEPB, em especial Josélio Sales, Manuel Isidro e Andrea Leite, tenho um carinho muito grande por vocês.

Ao Departamento de Biologia da UEPB: chefia, coordenação e professores.

À alguns professores que foram de extrema importância para a construção do meu aprendizado acadêmico, são vocês: Aline de Maman, Ana Paula Lacchia, André Pessanha, Beatriz Ceballos, Carla Bicho, Dilma Trovão, José Iranildo, Karla Luna, Lívia Poliana,

Michelle Silva, Roberta Marques, Sérgio Lopes, Shirley Germano, Simão Lindoso, Simone Lopes, Thelma Dias e Vanessa Almeida.

À toda minha turma, cada um de vocês são muitos especiais para mim. Mas gostaria de agradecer, em especial, a pessoas que estive mais próxima, que são: Emmanuely Oliveira, Mateus Bernardo, Petrucia Lopes, Jefferson Vitor, Daphiner Melo, Lourival Fábio, Gabriel Vasconcelos, Júlia Brito, Dayrla Kelly, Ricson Borges, Rafael Silva e Venâncio Eloy.

À Prefeitura Municipal de Soledade, pelo fornecimento do ônibus aos universitários. Como também aos motoristas que faziam o trajeto de Soledade para Campina Grande, em especial à Ednamay conhecido como “Mamai”.

À UEPB, por oferecer toda infraestrutura, os laboratórios e por oferecer programas de auxílio aos alunos. Meu agradecimento a cada funcionário desta instituição, minha eterna gratidão a todos vocês.

À UEPB e CNPq pelo fomento de bolsas, que por meio delas podemos realizar projetos, e divulgação científica.

À banca examinadora deste trabalho, professores Cleiton de Paula Soares e Maria José Lima da Silva, por suas contribuições.

Por fim gostaria de agradecer a mim mesma, por não ter desisto, e por ter me esforçado para realizar este sonho: ser bióloga, que não acaba por aqui. Este curso me ensinou muitas coisas, um pouco da complexidade da vida, e suas diferentes formas de expressão.

A Deus seja dada toda Honra e toda Glória!