



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**

SAMARA LIMA BRITO

**PARÂMETROS FISIOLÓGICOS E AGRONÔMICOS DE GENÓTIPOS DE
AMENDOIM INOCULADOS COM *Bradyrhizobium* SOB DÉFICIT HÍDRICO**

CAMPINA GRANDE

2016

SAMARA LIMA BRITO

**PARÂMETROS FISIOLÓGICOS E AGRONÔMICOS DE GENÓTIPOS DE
AMENDOIM INOCULADOS COM *Bradyrhizobium* SOB DÉFICIT HÍDRICO**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Graduação em Ciências Biológicas
da Universidade Estadual da Paraíba em
cumprimento a exigência para obtenção do
grau de Licenciada Plena em Ciências
Biológicas.**

ORIENTADORA: Liziane Maria de Lima

COORIENTADOR: Carlos Henrique Salvino Gadelha Meneses

CAMPINA GRANDE

2016

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.

B862p Brito, Samara Lima
Parâmetros fisiológicos e agrônômicos de genótipos de
amendoim inoculados com Bradyrhizobium sob déficit hídrico
[manuscrito] / Samara Lima Brito . - 2016.
32 p.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em CIÊNCIAS
BIOLÓGICAS) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de
Ciências Biológicas e da Saúde, 2016.
"Orientação: Profa. Dr^a Liziane Maria de Lima,
Departamento de Biologia".

1. Fixação Biológica de Nitrogênio. 2. Rizóbios. 3. Arachis
hypogaea. 4. Déficit hídrico. I. Título.

21. ed. CDD 631.4

SAMARA LIMA BRITO

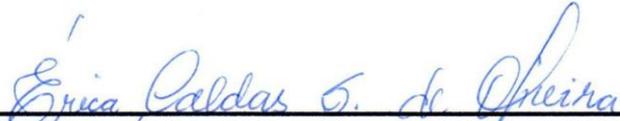
**PARÂMETROS FISIOLÓGICOS E AGRONÔMICOS DE GENÓTIPOS DE
AMENDOIM INOCULADOS COM *Bradyrhizobium* SOB DÉFICIT HÍDRICO**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Graduação em Ciências Biológicas
da Universidade Estadual da Paraíba em
cumprimento a exigência para obtenção do
grau de Licenciada Plena em Ciências
Biológicas**

Aprovada em: 03, março, 2016.



Prof. Dra. Liziane Maria de Lima/ Embrapa Algodão



Prof. Dra. Erica Caldas Silva de Oliveira/ UEPB



Prof. Doutoranda Valeska Silva Lucena/ Faculdade Maurício de Nassau

DEDICATÓRIA

Aos meus pais pelo companheirismo, confiança e incentivos em mim depositados, amo os dois,
DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS principalmente pela força, por sua presença em momentos difíceis, por me ajudar em todos os momentos da minha vida.

Aos familiares que acreditaram e apoiaram em minhas decisões, principalmente aos meus pais pela confiança e incentivo que me foram expressos.

A minha orientadora Liziane Maria pela paciência, compreensão e ajuda em todo o percurso desse experimento.

A Daniela Duarte por toda contribuição ao experimento, esforços, e ajuda á mim conferidos.

Aos meus colegas de sala de aula, pelos esclarecimentos, compreensão e incentivo, ressaltando Cassia, Joan e Fátima com suas singulares ajudas.

As minhas colegas Eyllen, Erivagna e Janaína por estarem comigo em todos os trabalhos realizados no curso.

A Embrapa, UEPB, e todas as instituições num todo, que me permitiram o desenvolvimento desta pesquisa.

A equipe do Laboratório de Biotecnologia da Embrapa Algodão pela ajuda no desenvolvimento da pesquisa.

Ao professor Pedro Dantas pela contribuição com seus ensinamentos e no empréstimo de equipamentos necessários para o desenvolvimento da pesquisa.

Aos professores Paulo Ivan e Carlos Henrique pela doação das estirpes utilizadas no trabalho.

A Dra. Taís da Embrapa Algodão por ceder as sementes dos genótipos de amendoim usadas no experimento.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para o desenvolvimento da pesquisa.

RESUMO

O amendoim (*Arachishypogaea*L.) originário na América do Sul pertencente à família Fabaceae, é uma importantecultura devido ao seu alto teor de óleo, carboidratos e proteínas. O mesmo é utilizado na indústria alimentícia ou consumido *in natura*. Em meio a condições de déficit hídrico, o amendoim é conhecido peloalto poder de recuperaçãoe adaptação às condições climáticas adversas. Semelhante a outras leguminosas, possui uma ampla faixa de associação com bactérias fixadoras de nitrogênio, associando-se com suas raízes e proporcionando uma fixação biológica de nitrogênio (FNB). Esse processo torna-se importante, pelo fato que as plantas por si só, não conseguem absorver o nitrogênio na forma que está presente na atmosfera. Bactérias como a do gênero *Bradyrhizobium*, são capazes de nodular com uma ampla faixa de leguminosas, fornecendo uma simbiose entre planta e bactéria. Desta forma, objetivou-se nesse trabalho, analisar os benefícios da interação de *Bradyrhizobium*comgenótipos de amendoim sob déficit hídrico.O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Embrapa algodão com três genótipos de amendoim (a cultivar IACRunner 886e as linhagens avançadas 2012-33 e 2012-47) e três estirpes de *Bradyrhizobium*. As plantas foramcultivadas em bacias de 32Lcontendo solo franco arenoso devidamente corrigido.Após 20 dias de germinação a rega foi suspensa e iniciaram-se as análises fisiológicas (fotossíntese (*A*), condutância estomática (*gs*), transpiração (*E*), carbono interno nas planta (*Ci*) utilizando umIRGA (Analisador de gás com Infravermelho), até o oitavo dia de estresse. Em seguida o experimento foi finalizado e o material coletado para as análises agronômicas.A maioria das variáveis agronômicas foram responsivas para as interações em estudo, o isolado 123-10Afavoreceu melhores resultados de altura da planta, massa seca da raiz e número de nódulos com o genótipo 2012-33 e massa seca da raiz e número de nódulos com o genótipo IAC Runner 886 em condições de déficit hídrico. Em relação aos dados fisiológicos, apesar do decaimento esperado em meio a déficit hídrico nas análises realizadas, o genótipo 2012-33 com o isolado 123-10Aobteve bons resultados de *Ci*, *gs* e *E*na condição de estresse. Pode-se concluir que o isolado 123-10A teve boa resposta em meio á déficit hídrico, porém, ainda se faz necessário mais estudos para melhores conclusões de resultados.

Palavras-chave: Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), rizóbios, *Arachishypogaea*L., seca.

ABSTRACT

Peanut (*Arachis hypogaea* L.), originating from South America, belongs to the Fabaceae family, is an important crop because of its high oil content, carbohydrates and proteins. The same is used in the food industry or eaten raw. Amid drought conditions, the peanut is known for high resilience and adaptation to adverse weather conditions. Like other legumes, it has a wide range of association with nitrogen-fixing bacteria, associating it with its roots and providing a biological nitrogen fixation (BNF). This process becomes important, because the plants alone cannot absorb nitrogen in the form that is present in the atmosphere. Bacteria such as the genus *Bradyrhizobium*, are capable of nodulating a wide range of legumes, providing symbiosis between the plant and the bacteria. Thus, it is aimed in this work to analyze the benefit of *Bradyrhizobium* interaction with peanut genotypes under water deficit. The experiment was conducted in a greenhouse in the Embrapa Cotton with three peanut genotypes (the IAC Runner 886 and advanced lines 2012-33 and 2012-47) and three strains of *Bradyrhizobium*. The plants were grown in 32 L bowls containing sandy loam soil properly corrected. After 20 days of germination, the irrigation was suspended and began the physiological analyzes (photosynthesis (A), stomatal conductance (gs), transpiration (E), internal carbon in the plant (C) using an IRGA (gas analyzer with Infrared) until the eighth day of stress. Then the experiment was terminated and the material collected for the agronomic analyzes. Most agronomic variables were responsive to the interactions studied, isolated 123-10A favored better results for the variables analyzed in genotypes Runner IAC 886 and 2012-33. Regarding the physiological data, despite the expected decay amid drought in the analyzes, the isolated 123-10A also obtained good results amid the drought. It can be concluded that the isolated 123-10A had good response amid in water deficit, however, still needed more studies to better conclusions results.

Keywords: Biological Nitrogen Fixation (BNF), rhizobia, *Arachis hypogaea* L., dry

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2.OBJETIVOS.....	11
2.1Objetivo Principal.....	11
2.2Objetivos específicos.....	11
3.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRIA.....	12
3.1 O amendoim e sua importância econômica.....	12
3.2Déficit hídrico em amendoim.....	13
3.3 O amendoim e a fixação biológica de nitrogênio.....	13
4.MATERIAL EMÉTODOS.....	16
4.1 Material vegetal.....	16
4.2 Preparo do inoculante.....	16
4.3 Condução do experimento.....	16
4.4Análises Fisiológicas.....	17
4.5Análises agronômicas.....	17
4.6Análises estatísticas.....	17
5.RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	18
5.1 Análises agronômicas.....	18
5.2 Análises fisiológicas.....	22
6. CONCLUSÕES.....	26
7. REFERÊNCIAS.....	27

1. INTRODUÇÃO

O amendoim é uma dicotiledônea, da família Fabaceae, subfamília Faboidae, gênero *Arachis*, com um leque de espécies amplamente distribuídas, algumas das quais restritas ao Brasil, alcançando 48 espécies brasileiras. Apesar da sua origem incerta, há indícios que apontam a possibilidade de origem no Brasil (VALLS, 2012).

O amendoim tem alto valor econômico em função de suas sementes possuírem sabor agradável e serem ricas em óleo (aproximadamente 50%) e proteína (22% a 30%). Além disso, contêm carboidratos, vitaminas e sais minerais, constituindo-se um alimento altamente energético (585 calorias/100 gramas) (SANTOS et al., 2010). O óleo do amendoim tem sabor agradável e caracteriza-se como resistente à saturação, nivelando-se ao de milho, girassol e oliva. Cerca de 60% de sua produção é destinada a indústria de óleo (TARSSO JUNIOR et al., 2004).

A cultura do amendoim é adaptada às condições extremas de disponibilidade hídrica, cultivada tanto no trópico úmido como no semiárido. Contudo, a produtividade é bastante influenciada por fatores ambientais, por isso, chuvas moderadas, luz e temperaturas relativamente altas, são condições climáticas favoráveis para a cultivar, mesmo possuindo ampla adaptabilidade (VIEIRA et al., 2001; SILVEIRA, 2010).

Como estresse abiótico, crítico as plantas, destaca-se o estresse hídrico. Seus efeitos podem estar presentes em qualquer estágio fenológico da planta, variando em duração e severidade do estresse. O déficit hídrico é um dos fatores abióticos que afetam a cultura do amendoim, causando alterações nas plantas, as quais se tornam responsáveis por perda de produção. As alterações nas plantas podem ser em nível fisiológico, molecular e bioquímico (FAROOQ et al., 2009).

O amendoim é conhecido por apresentar mecanismos fisiológicos de tolerância à seca. Em solos adequados para a cultura, podem aprofundar suas raízes para extrair água em maior profundidade. Mesmo assim, a produtividade pode ser afetada pela quantidade de água não ser suficiente para suprir a demanda evaporativa da cultura (BOOTE, 1982). Távora e Melo (1991) destacam também o crescimento das raízes e atributos ligados a fenologia da planta, como mecanismos associados à seca.

Dentre os problemas que as plantas estressadas passam, cita-se a diminuição do crescimento, fechamento estomático, com efeito sobre a taxa fotossintética, e diminuição da área foliar. Além da redução do turgor, abscisão foliar, aprofundamento das raízes e aumento do depósito de cera na área foliar (SALAMONI, 2008).

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) consiste na redução do N para formação de amônia. Vale ressaltar que o nitrogênio molecular, abundante na atmosfera, não pode ser absorvido pelas plantas, exceto por microrganismos fixadores onde pode-se elencar as bactérias nitrificadoras que transformam o nitrogênio molecular em compostos utilizados pelas plantas (KERBAUY,2008)

Estudos recentes têm demonstrado que microrganismos simbiotes com plantas, os fixadores de nitrogênio, podem promover benefícios que permitem o desenvolvimento mútuo de ambos os organismos, onde fungos e bactérias associados a vegetais, influenciam na fixação de nitrogênio e em uma maior superfície radicular de absorção de nutrientes, promovendo o aumento da tolerância ao déficit hídrico (MENESES et al., 2011; FOLLI-PEREIRA et al.,2012, SOUZA, 2013).

A interação de leguminosas com microrganismos fixadores de nitrogênio têm sido uma alternativa viável para minimizar danos celulares causados por estressesabióticos e bióticos, á partir da produção de substâncias osmorreguladoras produzidas por esses organismos (ISLAM et al., 2014).Inoculantesà base de bactérias, eficientes na FBN, têm mostrado em condições de campo uma estratégia significativa para o aumento da produtividade do feijão-caupi (ZILLI et al.,2008).AFBN tem se mostrado importante para a sustentabilidade da agricultura brasileira, pois fornece nitrogênio às culturas, em baixo custo econômico e impacto ambiental reduzido (HUNGRIA et al., 2007).

2. Objetivos

2.1. Objetivo Geral

√ Avaliar a interação de isolados de *Bradyrhizobium* em três cultivares de amendoim, submetidas a déficit hídrico e analisar as respostas fisiológicas e agronômicas.

2.2- Objetivos Específicos

√ Avaliar as alterações de trocas gasosas em três genótipos de amendoim, inoculadas com *Bradyrhizobium*, submetidas a déficit hídrico;

√ Estimar componentes agronômicos dos genótipos de amendoim em estudo, como número de nódulos de rizóbios e fitomassa da parte aérea e da raiz, a fim de detectar os possíveis benefícios da fixação biológica de nitrogênio em condição de déficit hídrico.

3. Fundamentação Teórica

3.1.A cultura do amendoim

O amendoim é a quarta maior oleaginosa do mundo, com uma produção superior a 34 milhões de toneladas, distribuída em países desenvolvidos e em desenvolvimento, destacando-se China, Índia e Estados Unidos. Embora seja uma planta mesófila, tem boa adaptação a condições de déficit hídrico, podendo ser cultivada tanto em locais de clima úmido como clima semiárido (NOGUEIRA et al., 2013).

Como características morfológicas, o amendoim é uma dicotiledônea pertencente à família Fabaceae, subfamília Faboidae, gênero *Arachis*, possuem folhas compostas e pinadas, com os folíolos inseridos no pecíolo que varia de 4 a 9 cm. Os folíolos possuem forma elíptica ou lanceolada, variando com a cultivar de estudo. Os estômatos, estruturas captadoras de gás carbono na planta, estão presentes nas duas superfícies foliares, ou seja, adaxial e abaxial (NOGUEIRA et al., 2013)

As hastes e folhas do amendoim podem ser usadas como alimentação animal na forma de feno (GODOY et al., 1982), e as cascas das vagens como “cama de frango” na forração de granjas do setor avícola (CENTURION & CENTURION, 1998). O teor de óleo nas sementes de amendoim é cerca de 40% a 50% e de 22% a 33% de proteína, também contém carboidratos, sais minerais e vitaminas E e do complexo B, constituindo-se num alimento altamente energético (585 calorias/100g) (SILVEIRA et al., 2011).

As sementes variam em tamanho e número entre as cultivares. Apresentam tegumento de cores variáveis tais como: branco, vermelho, rosa, negro e manchado. As mais comuns comercialmente são as de película vermelha, rosa ou castanha (GODOY et al., 2005).

No Brasil, o amendoim é cultivado em dez estados brasileiros, tendo São Paulo como maior produtor, cerca de 85% da produção nacional, seguido por Bahia com 3,6% e Mato Grosso com 2,8%. No Triângulo Mineiro e Nordeste, as sementes são de boa qualidade e as lavouras são tecnificadas, atingindo uma produtividade que varia de 4.500 a 5.000kg/ha (CONAB, 2014). O amendoim, devido a sua adaptabilidade em diferentes condições abióticas, contribui para cultivo em diversas regiões, quer seja isolado ou em consórcio em sistema de rotações de culturas. Pode ainda ser utilizado como cobertura de solo e como planta forrageira (ARAÚJO et al., 2008).

3.2. Déficit hídrico em amendoim

A água é um dos fatores ambientais essenciais para as espécies e determinante para as plantas, pois participa de diversas reações metabólicas como a fotossíntese e a hidrólise dos açúcares. A maior exigência de água para a planta do amendoim ocorre durante a floração e frutificação, e sua ausência no início do desenvolvimento pode acarretar irregularidades, e até atraso na germinação das sementes (CATO et al., 2008). O sistema radicular é o primeiro a detectar a deficiência hídrica ocasionada pela diminuição de água no solo, funcionando assim como um sensor primário para a planta (PIMENTEL, 2004).

De acordo com Silva e Beltrão (2000), o déficit hídrico pode afetar negativamente um conjunto de alterações morfofisiológicas na planta, que vão desde fotossíntese e outras reações metabólicas às variações anatômicas como crescimento, reprodução, estômatos e desenvolvimento de frutos e sementes. Além disso, há outras alterações como: aumento da respiração, alterações nas propriedades das membranas, inibição da fotossíntese, senescência prematura, menor produção de matéria seca e até redução na produção (UPADHYAYU et al., 2011; PEREIRA et al., 2012; DUARTE et al., 2013).

Pallaset al. (1979) relata que o amendoim, tal como a soja, tem poder de recuperação dos estômatos mais rápido em meio a estresse hídrico em relação a outras espécies, o que implica uma resposta adaptativa da planta à seca.

3.3. O amendoim e a fixação biológica de nitrogênio

O nitrogênio (N) em meio a tantos outros compostos, possui grande importância no metabolismo das plantas, principalmente no que diz respeito a seu crescimento e formação de aminoácidos. Na esfera terrestre, 0,04% do nitrogênio estariam na forma combinada, sendo 57% na forma orgânica e 43% na forma inorgânica. Considerando o nitrogênio na forma orgânica, somente 4% fazem parte dos seres vivos, sendo 94% localizado nos vegetais, 4% na massa microbiana e 2% nos animais (SIQUEIRA e FRANCO, 1988). O N é um nutriente essencial e mais exigido quantitativamente pela maioria das plantas (1,5% da massa seca), com importante papel fisiológico no metabolismo das plantas.

O nitrogênio desempenha importante papel no crescimento, produção das culturas e em diversos processos fisiológicos nas plantas. Em quantidades adequadas pode favorecer crescimento radicular, como consequência do crescimento da área foliar, tendo maior fluxo de carboidratos para a raiz, favorecendo o seu crescimento. Apesar do N estar em abundância na atmosfera, o mesmo não está na forma assimilável pelas plantas, assim, faz-se necessária a

transformação deste nitrogênio por compostos assimiláveis pelas mesmas, como o amônio (NH_4^+) e o nitrato (NO_3^-). Dentre esses processos, podemos citar a fixação biológica de nitrogênio. A FBN é o sistema natural de transformação do N_2 atmosférico por bactérias do solo em compostos assimiláveis pela planta (MILAGRE, 2003).

Importante simbiose para a agronomia mundial é a associação de bactérias fixadoras de nitrogênio (principalmente dos gêneros *Rhizobium*, *Bradyrhizobium* e *Azorhizobium*) com as raízes de leguminosas, tais como soja, feijão, lentilha e amendoim. A simbiose entre as plantas leguminosas e bactérias do gênero *Bradyrhizobium* (bactérias do grupo rizóbio), formadoras de nódulos nas raízes das plantas, possibilita a obtenção de todo o nitrogênio que a cultura necessita para que se tenha uma alta produtividade (HUNGRIA et al., 2005; ZILLI et al., 2008).

A FBN reduz custos na produção da soja e possibilita aporte de N suficiente para obtenção de alta produtividade dos grãos (HUNGRIA et al., 2005). Estudos com feijoeiro mostraram que relações simbióticas podem ter rendimento de 1.600kg ha^{-1} na ausência de adubações nitrogenadas (DOBEREINER e DUQUE, 1980). Além dos fatores edafoclimáticos, esse processo é também influenciado pelas características genótípicas do macro e microsimbionte e modulado por uma intensa troca de sinais moleculares, refletindo nas diferentes respostas em relação a faixa hospedeira, especificidade e eficiência simbiótica (HARTWIG, 1998; HOFFMAN et al., 2007).

Microrganismo do solo como *Bradyrhizobium* sp., encontrados em ambientes de déficit hídrico, como o nordeste brasileiro, apresentam tolerância para este ambiente, sendo utilizados como testes de relações simbióticas em leguminosas, visando a observação dos benefícios para as plantas. Nos últimos anos, tem sido reportado o uso de inoculantes na cultura do amendoim com resultados positivos sobre a produção de biomassa e de produtividade de grãos (SANTOS et al., 2005; MARCONDES et al., 2010).

Já existem estudos de relação simbiótica de leguminosas com os fixadores biológicos de nitrogênio em áreas florestais, no intuito de recuperar as perdas do N por volatilização e lixiviação do nitrato, processos tais que acontecem nesses ambientes. As leguminosas nodulantes contribuem para a recuperação do solo pela deposição de material vegetal com baixa concentração de nitrogênio, aumentando a atividade biológica e atuando como agente formador de matéria orgânica (FRANCO et al., 1992; LAVELLE, 2000). Além dos fatores ambientais, a formação dos nódulos radiculares e a fixação de níveis elevados de N dependem da afinidade genética entre o hospedeiro e o simbionte (MUTCH; YOUNG, 2004).

A FBN torna-se uma alternativa mais viável do que a utilização de adubos nitrogenados, pois além de ser mais ecológica, ainda todo o N fixado é aproveitado pelas plantas, quando em associação (FRANCO; DOBEREINER, 1994).

4. Material e Métodos

4.1. Material vegetal

Foram utilizados três genótipos de amendoim, advindos do Banco de Germoplasma da Embrapa, sendo uma cultivar (IAC Runner 886) e duas linhagens avançadas (2012-33, 2012-47), todas de porte rasteiro.

4.2. Preparo do inoculante

Utilizou-se três isolados de *Bradyrhizobium* sp., sendo um cedido pela Embrapa semiárido (123-10A), um pela UEPB (322) e o recomendado pelo MAPA (SEMIA 6144).

As bactérias foram inicialmente incubadas em placa de petri contendo ágar, por cinco dias a 28°C em BOD. Em seguida, foram inoculadas em meio líquido “*Yeast Extract Malt Agar*”, YMA (glicose 1%, ágar 2%, peptona 0,5%, malte 0,3%, extrato de levedura 0,3%) à 28°C, sob agitação, por 7 dias até o final da fase exponencial de crescimento das bactérias (VINCENT, 1970).

4.3. Condução do experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Embrapa Algodão, localizada em Campina Grande, PB (07°13'50"S; 35°52'52"W, 551m) nos meses de Setembro e Outubro de 2015. Foram avaliados os seguintes tratamentos: (i) manejo sem nitrogênio; (ii) manejo com fonte química de nitrogênio (nitrato de amônio); (iii) manejo com fonte biológica de nitrogênio (inoculante a base de *Bradyrhizobium* sp.).

As sementes de amendoim foram desinfestadas com etanol puro por 30 segundos, hipoclorito de sódio 1% por 3 minutos e por fim lavadas 10 vezes com água destilada estéril (VINCENT, 1970).

As sementes foram semeadas em bacias (32 L, 50 cm de diâmetro) contendo solo de textura franco-arenosa. Após análise de solo realizada pelo Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da Embrapa Algodão, procedeu-se a correção do solo: superfosfato simples (4g) e KCl (1,5g)/ bacia, atendendo as recomendações para a cultura do amendoim. Os controles com fonte química de nitrogênio consistiram de 1 g de nitrato de amônio/ bacia.

Foram colocadas quatro sementes de cada genótipo por bacia, realizando o desbaste de duas plantas após 10 dias de germinação. Houve 3 inoculações de rizóbios (1 mL do inoculante por planta): a primeira no momento da semeadura, a segunda após 15 dias de germinação e por fim aos 30 dias.

A irrigação foi feita diariamente procurando-se manter o teor de umidade do solo próximo à capacidade de campo. A rega foi suspensa após 20 dias de germinação, durante 8 dias, quando atingiram 50% do fechamento estomático.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado(DIC) com um arranjo fatorial de 3 x 5 x 2, sendo três cultivares de amendoim, cinco fontes de N, dois regimes hídricos e seis repetições.

4.4. Análises fisiológicas

Medidas de trocas gasosas foram realizadas com um aparelho do tipo *IRGA* (Infra Red Gás Analyser) modelo LCpro (ADC Bioscientific) para obtenção de taxas de fotossíntese líquida (A , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), condutância estomática (g_s , $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), transpiração (E , $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) e a relação entre a concentração interna e externa de CO_2 na folha (C_i/C_a , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ ar}$), em função do cálculo da diferença entre o ar atmosférico (ar de referência) e o ar oriundo da câmara foliar (ar analisado) (MAGALHÃES FILHO et al., 2008).

As medidas foram feitas com 23 e 28 dias após emergência em folhas completamente expandidas, situadas no terço médio das plantas no período da manhã, entre as 08:00 e 11:00 horas. Essas leituras sucessivas visam identificar o dia que as plantas estressadas apresentaram a condutância estomática (g_s) de 50% ou menor em comparação com a planta não estressada.

4.5. Análises agronômicas

As variáveis agronômicas avaliadas foram realizadas primeiramente com as plantas frescas, avaliando-se à altura da planta e o número e peso de nódulos e com as plantas secas foram avaliados o peso da parte aérea e da raiz.

4.6. Análises estatísticas

Os dados coletados foram analisados usando o programa estatístico SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2010), os quais foram submetidos à análise de variância pelo teste F e a comparação de médias pelo teste de Tukey com 5% de significância.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Análises agronômicas

Os genótipos de amendoim submetidos a déficit hídrico na presença de rizóbios diferiu estatisticamente a $p < 0,05$ para a variável MSR, não sendo significativo para as demais variáveis analisadas (Tabela 1). Dentro do regime hídrico a variável ALT foi significativa a $p < 0,05$, não sendo significativo para as demais variáveis. Com relação as fontes de nitrogênio, onde estão inseridos os rizóbios em estudo, observa-se significância a $p < 0,01$ para as variáveis ALT e MSPA.

A variável MSR obteve significância a $p < 0,01$ em todas as interações em estudo, seguida por ALT, que apresentou a mesma significância para as interações GEN x FN e GEN x RH x FN. A variável MSPA foi significativo $p < 0,05$ apenas para a interação GEN x FN.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis, altura da planta (ALT), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR), Campina Grande-PB, 2016.

Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio		
		ALT	MSPA	MSR
Genótipos	2	10,054 ^{ns}	0,398 ^{ns}	0,018*
Regime Hídrico	1	103,735*	0,530 ^{ns}	0,007 ^{ns}
Fontes de Nitrogênio	4	30,335**	0,427**	0,011 ^{ns}
GEN X RH	2	5,047 ^{ns}	0,021 ^{ns}	0,027**
GEN X FN	8	10,440**	0,178*	0,016**
GEN X RH X FN	8	13,452**	0,093 ^{ns}	0,019**
Resíduo	64	1,819	0,086	0,002
CV (%)		12,72	24,48	13,68

^{ns} – não significativo; ** - significativo a 1%; * significativo a 5% de probabilidade de erro pelo Teste F.

Na tabela 2, observa-se que o número de nódulos (N.NOD) presente nas raízes das plantas de amendoim investigadas foi significativo $p < 0,01$ para os genótipos, fonte de nitrogênio, além das interações GEN x FN e GEN x RH x FN. A variável P.NOD apresentou significância $p < 0,01$ para todas as condições em estudo.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para as variáveis, número de nódulos (N.NOD) e peso dos nódulos (P.NOD), Campina Grande-PB, 2016.

Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio	
		N.NOD	P.NOD
Genótipos	2	500,694**	0,00123**
Regime Hídrico	1	49,000 ^{ns}	0,000400**
Fonte de Nitrogênio	1	693,444**	0,000087**
GEN x RH	2	8,583 ^{ns}	0,000029**
GEN x FN	2	143,027**	0,000009**
GEN x RH X FN	2	180,250**	0,000099**
Resíduo	25	16,493	0,000002
CV (%)		22,63	11,87

^{ns} – não significativo; ** - significativo a 1%; * significativo a 5% de probabilidade de erro pelo Teste F.

Observa-se na tabela 3, as médias das variáveis agrônômicas para os três genótipos investigados (IAC Runner 886, 2012-33 e 2012-47). Ao analisar a variável ALT em condição de estresse hídrico, observou-se que o tratamento com o isolado 123-10A obteve as melhores médias em comparação aos demais rizóbios utilizados, seguida do tratamento com fonte química de nitrogênio, aparecendo com melhores médias para os genótipos 2012-33 e 2012-47. Mas é importante ressaltar que para as plantas com nitrogênio (CN), o nitrogênio já está na forma assimilável pelas plantas, enquanto que para as plantas com o isolado 123-10A o N foi convertido antes pelas bactérias.

Para MSPA, as plantas com o isolado 123-10A também foram responsivas, obtendo maiores médias para IAC Runner 886 e 2012-33. Já para 2012-47 o tratamento mais responsivo foi com a estirpe SEMIA 6144.

Araújo & Ferreira (1997) investigaram genótipos de amendoim submetidos a déficit hídrico em diferentes estádios de desenvolvimento e observaram uma expressiva redução na matéria seca da parte aérea em todos os tratamentos. Neste presente trabalho ao comparar a massa seca da parte aérea na condição irrigada e não irrigada com os três isolados, a condição estressada não promoveu redução tão significativa em relação ao controle no genótipo IAC Runner 886 com 123-10A, sugerindo ser um indicativo benéfico da simbiose planta x bactéria.

Para MSR (Tabela 3), os tratamentos com 123-10A obtiveram maiores médias em condição de déficit hídrico para os três genótipos investigados, contudo, apenas o genótipo 2012-47 não diferiu estatisticamente.

As características morfoagronômicas das plantas são alteradas em meio à condição de estresse. Plantas sobre estresse hídrico, tendem a aprofundar as raízes e até reduzir sua área foliar. De acordo com Correia e Nogueira (2004), em estudo com amendoim, verificou-se que a ausência de água, reduziu os parâmetros de crescimento, porém, não paralisou. Dados similares foram observados na maioria dos tratamentos deste trabalho, contudo observou-se que alguns tratamentos com rizóbios evidenciaram aumento das raízes. No período de deficiência hídrica, é possível o desenvolvimento das raízes e o acúmulo de fotoassimilados, isto faz com que haja maior absorção de água nas camadas mais inferiores do solo que tenham água disponível (CALVACHE et al., 1997).

Para número de nódulos (N.DOD) (Tabela 3), nos genótipos IAC Runner 886 e 2012-33 com o isolado 123-10A, observou-se um aumento do N.NOD nas condições de déficit hídrico. Esse aumento do número de nódulos promoveu benefícios nesses genótipos, pois as variáveis ALT e MSR aumentaram significativamente, sugerindo mais uma vez ser um indicativo benéfico da simbiose planta x bactéria. Esses dados estão de acordo com Peixoto et al. (2010) que relata que o número e massa seca dos nódulos, como parâmetros indiretos, podem evidenciar a eficiência da fixação biológica de nitrogênio. Dependendo, estas variáveis podem auxiliar no aumento do peso seco da parte aérea e até incremento na produção (SANTOS et al., 2007).

Apesar da maioria dos tratamentos não terem promovido o aumento do número de nódulos na condição de déficit hídrico, nos genótipos investigados, observou-se nódulos avermelhados, sendo este um parâmetro da plena atividade dos rizóbios nas raízes (HUNGRIA, 2001).

Já o isolado 322 não promoveu nodulação em nenhum dos três genótipos de amendoim investigados. Então, qualquer possível benefício observado em relação as variáveis agrônômicas não devem ser atribuídas a presença do inoculante.

Não foi observado aumento no peso dos nódulos na maioria dos tratamentos, viu-se na verdade uma redução do peso, exceto para IAC runner 886 com 123-10A.

Tabela 3. Médias obtidas para as variáveis altura da planta (ALT), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), número de nódulos (N.NOD) e peso dos nódulos (P.NOD), para o genótipo IAC Runner 886, Campina Grande-PB, 2016.

IAC Runner 886										
Fontes de N	ALT		MSPA		MSR		N.NOD		P.NOD	
	SEH	CEH	SEH	CEH	SEH	CEH	SEH	CEH	SEH	CEH
SEMIA 6144	14,90Aa	6,83Bd	1,46Aa	1,14Bb	0,36Ac	0,35Bb	22,00Aa	4,66Bb	0,014Aa	0,004Bb
123-10A	12,33Aa	12,16Bb	1,71Aa	1,56Ba	0,34Ac	0,45Ba	4,66Ab	14,33Ba	0,003Bb	0,007Ba
322	11,53Aa	13,93Ba	1,45Aa	1,08Bc	0,40Ab	0,29Bc	-	-	-	-
CN	13,46Aa	11,20Bb	1,57Aa	1,52Ba	0,26Ad	0,35Bb	-	-	-	-
SN	13,46Aa	9,93Bc	0,69Ab	1,09Bc	0,65Aa	0,32Bc	-	-	-	-
2012-33										
SEMIA 6144	12,23Ab	10,23Bb	1,56Aa	0,93Bb	0,31Ab	0,31Bc	24,00Aa	18,00Aa	0,016Aa	0,12Ba
123-10A	12,53Ab	12,76Ba	1,38Ab	1,36Ba	0,36Ab	0,47Ba	12,66Ab	17,66Ba	0,17Aa	0,003Bb
322	12,33Ab	10,96Bb	0,87Ac	0,87Bc	0,43Aa	0,41Bb	-	-	-	-
CN	12,26Aa	11,63Bb	1,06Ab	1,29Ba	0,36Ab	0,33Bc	-	-	-	-
SN	10,90Ac	7,96Bc	1,08Ab	0,84Bc	0,30Ac	0,41Bb	-	-	-	-
2012-47										
SEMIA 6144	11,90Ab	6,82Bd	1,44Aa	1,12Ba	0,34Ab	0,46Ba	33,00Aa	32,33Ba	0,18Aa	0,009Ba
123-10A	12,10Ab	10,20Bb	1,19Ac	0,99Bb	0,40Aa	0,49Ba	18,33Ab	13,66Bb	0,16Ab	0,009Ba
322	14,33Ab	5,83Be	1,31Ab	0,81Bb	0,40Aa	0,38Bb	-	-	-	-
CN	10,40Ac	10,83Ba	1,26Ab	1,03Ba	0,38Ab	0,49Ba	-	-	-	-
SN	15,46Aa	7,43Bc	1,13Ac	1,18Ba	0,36Ab	0,40Bb	-	-	-	-

Estresse Hídrico, CEH = Com Estresse Hídrico. Letras maiúsculas na coluna para genótipo dentro do regime hídrico (Tukey, $p < 0,05$) e letras minúsculas na coluna comparando médias na linha dos tratamentos com fonte de nitrogênio dentro do regime hídrico (Tukey, $p < 0,05$).

5.2. Análises fisiológicas

A condutância estomática (g_s) consiste na condução de gases pelo estômato, incluindo o CO_2 . Os estômatos em bom funcionamento apresentaram uma alta condutância. Porém, o efeito da deficiência hídrica pode ocasionar redução sobre a condutância estomática e a taxa de transpiração. O genótipo IACRunner 886 apresentou condutância estomática baixa para as plantas sob déficit hídrico em relação ao controle, com exceção do tratamento inoculado com o isolado 322 e com fonte química de nitrogênio. Já o genótipo 2012-33, com exceção do tratamento inoculado com o isolado 123-10A, também apresentaram baixa condutância estomática, e o genótipo 2012-47, para todos os tratamentos, teve diminuição na condutância estomática (Figura 1).

Com relação a transpiração (E) nas plantas investigadas, observou-se diminuição na transpiração em todos os genótipos, com exceção do genótipo IAC Runner 886 com o isolado 322 e com nitrogênio (Figura 1). O principal meio de transpiração das plantas é pelo estômato. Essa estrutura tem papel fundamental na planta, quer seja na transpiração ou na captação de CO_2 do ambiente. Normalmente eles se fecham quando há pouca água no solo, diminuindo a absorção de CO_2 e a transpiração, para evitar a desidratação das células (TAIZ & ZEIGER, 1991).

A fotossíntese (A), processo de formação de energia e oxigênio, é de extrema importância para manutenção da planta, e é afetada por estresses ambientais, dentre eles, o estresse hídrico. Em relação a fotossíntese, houve diminuição da mesma na maioria dos tratamentos (Figura 2). Isso pode ser uma consequência da diminuição da G_s , fato esse esperado, pois, o fechamento estomático é considerado o maior fator limitante da fotossíntese, devido restringir a entrada de CO_2 e reduzir os valores de carbono interno, limitando a eficiência de carboxilação da Rubisco (CHAPIN et al. 1987; LAWLOR, 1995).

Em relação ao Carbono Interno (C_i), com exceção do genótipo 2012-33 com 123-10A, houve diminuição da taxa de C_i em relação ao controle em todos os tratamentos (Figura 2). Resultados similares foram observados por Jadoskiet al. (2005) quando investigou pimentões, o C_i no mesófilo foliar foi reduzido pelo fechamento estomático promovendo diminuição na taxa de assimilação de CO_2 .

Observou-se também uma alta similaridade nos dados de C_i , A e E , nos genótipos em estudo (Figuras 2,3), fato esse esperado, pois à medida que é reduzida a disponibilidade hídrica no solo, o fechamento estomático é induzido, conseqüentemente ocorre redução na

fotossíntese, pois limita a entrada de CO₂, como também uma redução na transpiração, pois o principal meio de perda de água é pelos estômatos (LARCHER, 2006).

Em estudos com a cultura do milho, resultados similares foram verificados com diminuição considerável da fotossíntese (33,22%), transpiração (37,84%) e condutância estomática (25,54%) sobre efeito do estresse hídrico, em comparação com o controle irrigado (ANJUMet al., 2011).

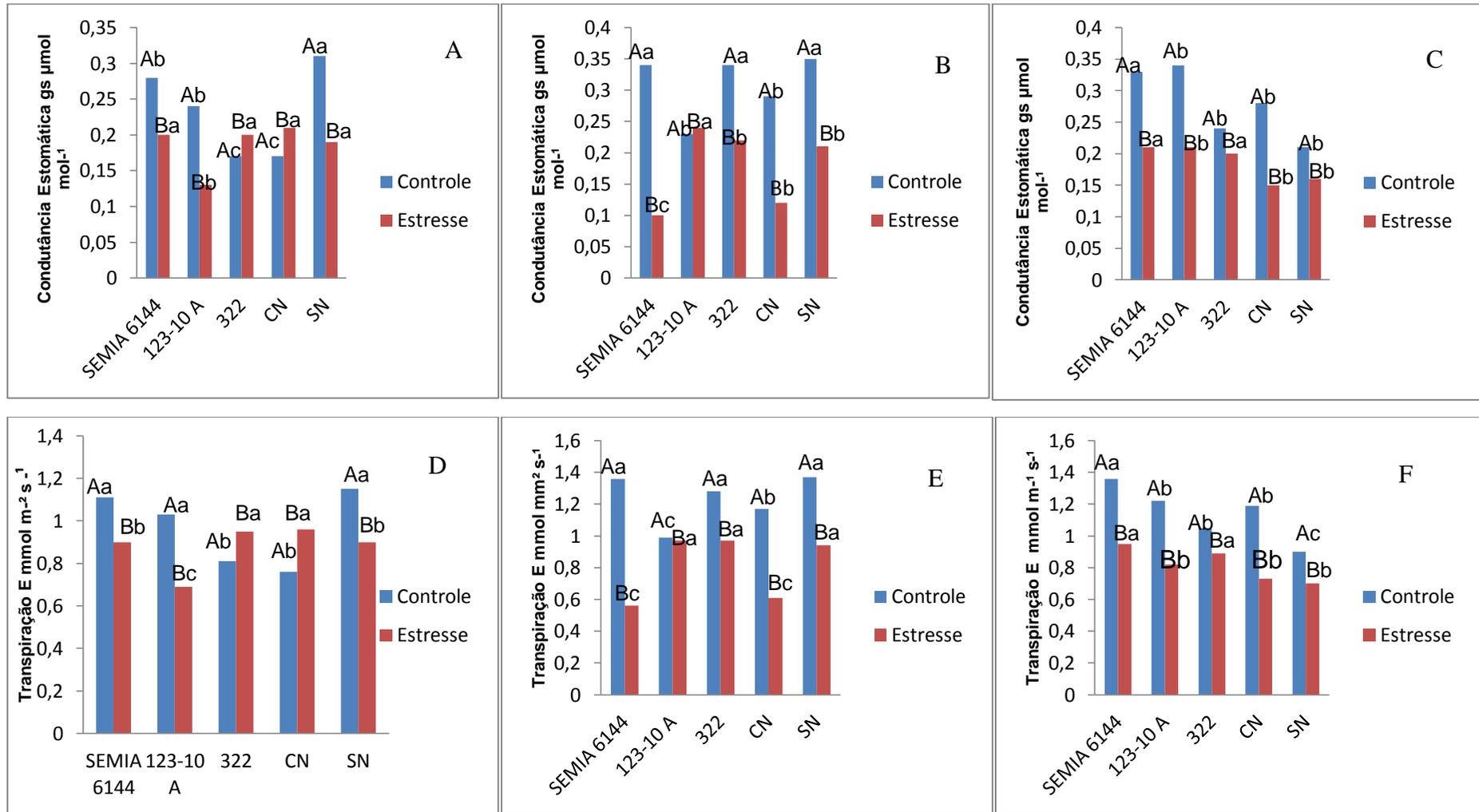


Figura 1: Medidas de trocas gasosas G_s (A,B,C) e E (D,E,F) para IAC Runner 886, 2012-33, 2012-47 respectivamente. Regimes hídricos: irrigado (controle) e não irrigado (estresse) com 5 tratamentos.

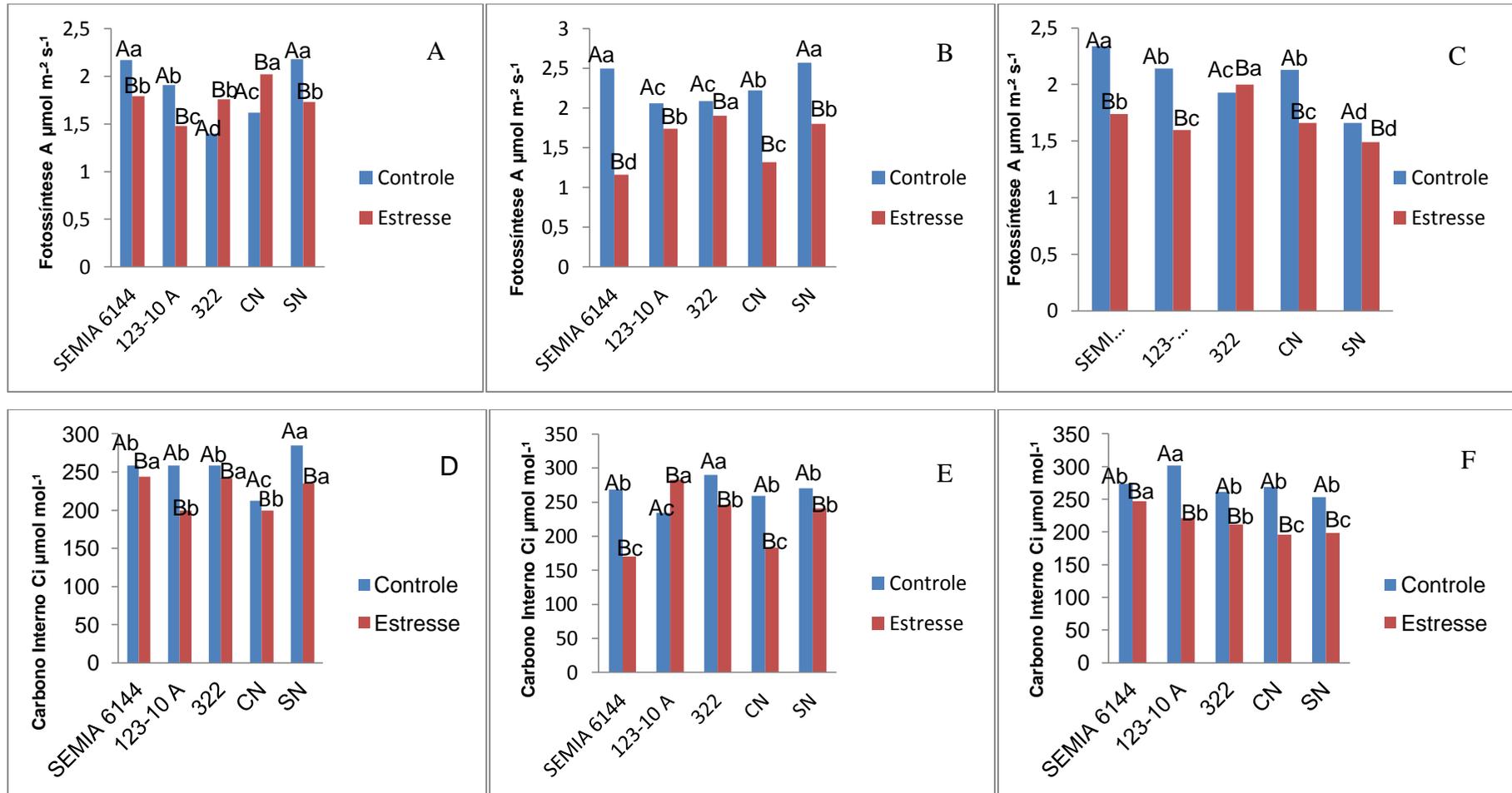


Figura 2: Medidas de trocas gasosas A (A,B,C) e Ci (D,E,F) para IAC Runner 886, 2012-33, 2012-47 respectivamente. Regimes hídricos: irrigado (controle) e não irrigado (estresse) com 5 tratamentos

6. CONCLUSÕES

O isolado 123-10A favoreceu em alguns aspectos, em relação as respostas fisiológicas: *gs*, *CieE* com o genótipo 2012-33. O mesmo isolado promoveu maior média para a variável altura (ALT), massa seca da raiz (MSR) e número de nódulos (N.NOD) com o mesmo genótipo.

O mesmo isolado (123-10 A) também promoveu maior média para MSR e N.NOD com o genótipo IAC Runner 886.

O isolado 322 não promoveu nodulação nos genótipos estudados

7. REFERÊNCIAS

- ANJUM, S.A. WANG, L.C.; FAROOQ, M.; HUSSAIN, M.; XUE, L.L.; ZOU, C.M. **Brassinolide application improves the drought tolerance in maize through modulation of enzymatic antioxidants and leaf gas Exchange.** Journal of Agronomy and Crop Science, Main Street, v.197, n.3, p.177-185, 2011.
- ARAÚJO, A. C. de; BELTRÃO, N. E. de M.; MORAIS, M. dos S.; ARAUJO, J. de L. O.; CUNHA, J. L. X. L.; PAIXÃO, S. L. **Indicadores agroeconômicos na avaliação do consórcio algodão herbáceo + amendoim.** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1467-1472, 2008
- ARAÚJO, W.F.; FERREIRA, L.G.R. **Efeito do déficit hídrico durante diferentes estádios do amendoim.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.32, n.5, p. 481-484, 1997.
- BOOTE, K.J.; STANSELL, J.R.; SCHUBERT, A.M.; STONE, J.F. **Irrigation, water use and water relation.** In: PATEE, H.E.; YOUNG, C.T. (ed). Peanut science and technology. Texas: American Press, 1982. cap.7, p.164-205
- CALVACHE, M.; REICHARDT, K.; BACHLO, O.O.S. **Efeito de épocas de deficiência hídrica na evapotranspiração atual da cultura do feijão cv. Imbabello.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETERELOGIA, 10, 1997, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “uiz de Queiroz”, p. 668-670, 1997.
- CATO, S. C.; ALBERT, L. H. B.; MONTEIRO, A. C. B. A. Amendoizeiro. In: CASTRO, P. R.C. **Manual de Fisiologia Vegetal: Fisiologia de Cultivos.** Piracicaba: Editora Ceres, 2008. p.26-35.
- CENTURION, M. A. P. C.; CENTURION J. F. **Cultura do amendoim.** Jaboticabal: FCAV – UNESP, 1998. p. 1-24. Apostila.
- CHAPIN, III F.S.; BLOOM, A. J.; FIELD, C.B.; WARING, R.H. **Plant responses to multiple environmental factors.** BioScience, v.37, p.49-57, 1987.
- CONAB Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos.** Boletim informativo. Nono Levantamento. Safra 2013/2014. Brasília, DF, v. 1, n. 9, p. 85, 2014.
- CORREIA, K.G.; NOGUEIRA, R.J.M.C. **Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachishypogaea L.*) submetido a déficit hídrico.** Revista de Biologia e ciência da Terra, v.4, n.2, 2004.

- DÖBEREINER, J.; DUQUE, F.F. **Contribuição da pesquisa em fixação biológica do nitrogênio para o desenvolvimento do Brasil**. In: CURSO SOBRE FIXAÇÃO BIOLÓGICA DO NITROGÊNIO, 3., Rio de Janeiro, 1980. 23p. /Mimeografado/
- DUARTE, E. A. A. et al. **Características agronômicas e índice de colheita de diferentes genótipos de amendoim submetidos a estresse hídrico**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 17, n. 8, p. 843-847, 2013.
- FAROOQ, M.; WAHID, A.; KOBAYASHI, N.; FUJITA, D.; BASRA, S.M.A. **Plant drought Stress: Effects, mechanisms and management**. Agronomy for Sustainable and Development, v. 29, n. 01, p. 185-212, 2009.
- FERREIRA, D.F. Sisvar® (Software estatístico): Sistema de análise de variância para dados balanceados, versão 5.6, Lavras: DEX/UFLA, 2010.
- FOLLI-PEREIRA, M. S.; MEIRA-HADDAD, L. S. A.; BAZZOLLI, D. M. S.; KASUYA, M. C. M. **Micorriza arbuscular e a tolerância das plantas ao estresse**. Revista Brasileira Ciências do Solo, n. 36, p. 1663-1679, 2012.
- FRANCO, A.A.; DOBEREINER, J. **A biologia do solo e a sustentabilidade dos solos tropicais**. Summa Phytopathologica, Botucatu, v.20, p. 68-74, 1994.
- FRANCO, A.A.; CAMPELLO, E.F.C; SILVA, E.M.R.; FARIAS, S.M. **Revegetação de solos degradados**. Seropédica: Embrapa- CNPBS, 1992, 8p. (Embrapa- CNPBS Comunicado Técnico, 9)
- GODOY, I. J.; MINOTTI, D.; RESENDE, P. L. **Produção de amendoim de qualidade**. Viçosa: Centro de Produções Técnicas, 2005. 168 p.
- GODOY, O. P.; MARCOS FILHO, J.; CÂMARA, G. M. S. **Tecnologia na produção**. Campinas: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciências e Tecnologia e Coordenadoria da Indústria e Comércio. 1982. p. 1-38. (Série Extensão Agroindustrial, 3).
- HARTWIG, U. A. **The regulation of symbiotic N₂ fixation: a conceptual model of N feedback from the ecosystem to the gene expression level**. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, v. 1, p. 92-120, 1998.
- HOFFMAN, L.V.; SOUSA, J.M.; JACOME, R.G.; SUASSUNA, T.M.F. **Seleção de isolados de rizóbio para nodulação em amendoim**. Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras, v.11, n.2, p.107-111, 2007.
- HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J.C.; CAMPO, R.J. & GRAHAM, P.H. **The importance of nitrogen fixation to soybean cropping in South America**. In: WERNER, D. & NEWTON, W., eds. Nitrogen fixation in agriculture, forestry, ecology and the environment. Dordrecht, Springer, 2005. p.25-42.

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.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja.** Londrina: Embrapa soja, 2001. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/459673/1/circTec35.pdf>> Acesso em: 25 de Fevereiro 2016.

ISLAM, F.; YASMEEN, T.; ALI, Q.; ALI, S.; ARIF, M.S.; HUSSAIN, S.; RIZVI, H. **Influence of *Pseudomonas aeruginosa* PGPR on oxidative stress tolerance in wheat under Zn stress.** Ecotoxicol Environ Saf., n.104, p.285-293, 2014.

JADOSKI, S. O.; KLAR, A. E.; SALVADOR, E. D. **Relações hídricas e fisiológicas em plantas de pimentão ao longo de um dia.** *Ambiência*, Guarapuava, v. 1, n. 1, p. 11-19, 2005

LAMELLE, P. **Ecological Challenges For Soil Science.** *Soil Science*, Baltimore, v.165, n. 1, p.73-86, 2000.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**, 2º ed- Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008, p. 51-64.

LAWLOR, D.W. **The effects of water deficit on photosynthesis.** In: Smirnoff, N. (ed). *Environmental and plant metabolism-flexibility and acclimation.* BiosScientific Publisher, Oxford. p. 129-160, 1995.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** São Carlos: Rima, 2006

MACHADO, E.C.; MEDINA, C.L.; GOMES, M.M.A. **Teor de água no substrato de crescimento e fotossíntese em laranjeira "Valença".** *Bragantia*, v.58, p.217-226, 1999

MAGALHÃES FILHO, J.R.; AMARAL, L.R.; MACHADO, D.F.S.P.; MEDINA, C.L.; MACHADO, E.C. **Deficiência hídrica, trocas gasosas e crescimento de raízes em laranjeira Valência sobre dois tipos de porta-enxertos.** *Bragantia*, v. 67, n. 1, 2008.

MARCONDES, J.; FERRAUDO, A.S.; SCAQUITTO, D.C.; ALVES, L.M.C.; LEMOS, E.G.M. **Efetividade na fixação biológica do nitrogênio de bactérias nativas isoladas de plantas de amendoim.** *Ciência&Tecnologia*, v.1, n.1, p.21-32. 2010.

MENESES, C. H. S. G.; ROUWS, L. F. M.; SIMÕES-ARAÚJO, J. L.; VIDAL, M. S.; BALDANI, J. I. **Exopolysaccharide production is required for biofilm formation and plant colonization by the nitrogen-fixing endophyte *Gluconacetobacter diazotrophicus*.** *Molecular Plant-Microbe Interactions*, v. 24, n.12, p.1448-1458, 2011.

- MILAGRE, S.T (2003) **Análise de Instabilidade de Cluster em uma Coleção Brasileira de Bactérias Diazotróficas do Gênero *Bradyrhizobium***, tese de Mestrado, Universidade Estadual de Londrina.
- MUTCH,L.A; YOUNG,J.P.W. **Diversity and specificity of Rhizobium of leguminosarumbiovarviciae on wild and cultivated legumines**. Molecular Ecology, Oxford, v.13, n.8, p. 2435-2444, 2004).
- NOGUEIRA, R.J.M.C.; TÁVORA, F.J.A.F.; ALBUQUERQUE, M.B.; NASCIMENTO, H.H.C.; SANTOS, R.C. Ecofisiologia do amendoim (*Arachis hypogaea* L.). In: SANTOS, R.C.; FREIRE, R.M.M.; LIMA, L.M. (Eds.) **O Agronegócio do Amendoim no Brasil**. Ed. Campina Grande-PB: EMBRAPA, 2013, p. 71-113...
- PALLAS, J.E.; STANSELL, J.R; KOSKE, T.J. **Effects of drought on florunner peanuts**.AgronomyJournal, Madson, v.71, p.853-858, 1979.
- PEREIRA, J. W. L. et al. **Mudanças bioquímicas em genótipos de amendoim submetidos a déficit hídrico moderado**. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 43, n. 4, p. 766-773, 2012.
- PEIXOTO, M.S.F.P.; PEIXOTO, C.C.; SAMPAIO, L.S.V.; SAMPAIO, H.S.V.; SOUZA, R.A.S.; ALMEIDA, J.R.C. **Ação do herbicida alachlor na microbiota do solo, nodulação e rendimento de plantas de amendoim**. Scientia Agraria Paranaensis, v.9, n.2, p.60-70,2010.
- PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água**. Seropédica, RJ: Edur. 191p, 2004.
- REPELLIN, A.; DANIEL, L.; CLAUDE, D.; BRACONNIER, S. **Water relations and gas exchange in young coconut palm (*Cocos nucifera* L.) as influenced by water deficit**. **CanadianJournalofBotany**, v.75, p.18-27, 1997
- SALAMONI, A.T. **Apostila de aulas teóricas de Fisiologia Vegetal**. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria. sem.2, 2008.
- SANTOS, R.C.; REGO, G.M.; SILVA, A.P.G.; VASCONCELOS, J.O.L.; COUTINHO, J. L. B.; MELO FILHO, P. A. **Produtividade de linhagens avançadas de amendoim em condições de sequeiro no Nordeste brasileiro**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.6, p.589-593, 2010.
- SANTOS, C.E.R.S.; STAMFORD, N.P.; BORGES, W. L.; NEVES, M.C.P.; RUNJANEK, N.G.; NASCIMENTO, L.R.; FREITAS, A.D.S.; VIEIRA, I.M.M.B.; BEZERRA, R.V. **Faixa hospedeira de rizóbios isolados das espécies de *Arachis hypogaea*, *Stylosanthes guyanensis* e *Aeschynomene americana***. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.2, n.1, p.20-27, 2007.
- SANTOS, C.E.R.S.; STAMFORD, N.P.; FREITAS, A.D.; VIEIRA,I.M.M.B.; SEBASTIÃO, M.S.;NEVES, M.C.P.; RUMJANEK, N.G. **Efetividade de rizóbios isolados de solos da**

- região Nordeste do Brasil na fixação do N₂ em amendoim (*Arachishypogaea* L.).** Acta Scientiarum – BiologicalSciences, v.27, n.2, p.301-307, 2005
- SILVA, L.C.; BELTRÃO, N.E.de.M. **Incremento de fitomassa e produtividade do amendoimzeiro em função de lâmina e intervalos de irrigação.** Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas, Campina Grande, v.4, n.2, p.111-121, 2000.
- SILVEIRA, P. S. da **Época de semeadura e densidade de plantas em cultivares de amendoim no Recôncavo Sul Baiano.** 2010. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA, 2010.
- SILVEIRA, P. S.; PEIXOTO, C. P.; SANTOS, W. J.; SANTOS, I. J.; PASSOS, A. R.; BLOISI, A. M. **Teor de proteína e óleo de amendoim em diferentes épocas de semeadura e densidades de plantas.**Revista da FZVA. Uruguaiana, v.18, n. 1, p. 34-45. 2011
- SIQUEIRA, J.O.; FRANCO, A.A. **Biotecnologia do solo: Fundamentos e Perspectivas.** Brasília, MEC-ESAL-FAEPE-ABEAS, 1988.
- SOUZA, C. C. M. **Influência do estresse hídrico e da compactação do solo na associação nematóide, rizobactérias e fungos micorrízicosarbusculares.** Recife, PE, 2013. 137 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – UniversidadeFederal Rural de Pernambuco.
- TAIZ, L.; ZEIGER. **PlantPhysiology.** California: The Benjamin/CummingsPublishingCompany, Inc., Redwood City, 1991.
- TARSSO JÚNIOR, L. C.; MARQUES, M. O.; NOGUEIRA, G. A. **A Cultura do amendoim.** Jaboticabal: Funep, 2004.
- TÁVORA, F.J.A.F.; MELO, F.I. **Respostas de cultivares de amendoim a ciclos de deficiência hídrica: Crescimento vegetativo, reprodutivo e relações hídricas.** Ciência Agrônômica, Fortaleza, v.22, n.1/2, p.47-60, 1991.
- UPADHYAY, A. et al. **Inheritance of drought resistance related traits in two crosses of groundnut (*Arachishypogaea*L.).***Euphytica*, Wageningen, v. 177, n. 1, p. 55-66, 2011.
- VIEIRA, R. F.; VIEIRA, C.; VIEIRA, R. F. **Leguminosas graníferas.** Viçosa, MG: UFV, 2001, 206 p.
- VINCENT, J.M. **A manual for the practical study of root nodule bacteria.** Oxford: Blackkwell Science Publication, 1970
- ZILLI, J.É.; XAVIER, G.R.; RUMJANEK, N.G. **BR 3262: nova estirpe de Bradyrhizobium para a inoculação de feijão-caupi em Roraima.** Boa Vista: Embrapa Roraima, 2008. 7p. (Embrapa Roraima. Comunicado técnico, 10)..
- Apostila Nutrição em Plantas, **Disponível em:**

<http://www.nutricaoodeplantas.agr.br/site/downloads/unesp_jaboticabal/apostila_nutricao_planta_fevereiro_06.pdf>. Cap. 4, pág 76. Acesso em: 30 de Janeiro 2016.

Apostila relação água-solo-planta-UFC, **Disponível em:**

<<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfR58AA/apostila-relacao-agua-solo-planta-ufc?part=7>>. Acesso em : 04 de Fevereiro 2016.

CONAB, Companhia de Nacional de Abastecimento, **Disponível em:** <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_03_12_08_41_24_boletim_graos_marco_2014.pdf>. Acesso em: 28 de Janeiro 2016