

Inoculação com Estirpes de Rizóbio e seus Efeitos sobre Parâmetros Fitométricos da Leguminosa *Dolichos lablab* L. Rongai (1962) Submetido à Disponibilidade Hídrica

Rhizobia Inoculation and its Effects on Phytometric Parameters of Legume *Dolichos lablab* L. Rongai (1962) Submitted to Water Availability

Maiza Longo Mussato^a; Salomão Lima Guimarães^{*b}

^aUniversidade Federal de Rondonópolis. MT, Brasil.

^bUniversidade Federal de Rondonópolis, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia Agrícola. MT, Brasil.

*E-mail: salomao@ufr.edu.br

Resumo

O feijão labe-labe é uma leguminosa de origem africana de amplo aspecto de utilização, entre as quais se destaca como um adubo verde, apresentando considerável capacidade de nodulação com diversas espécies de bactérias, as quais proporcionam aumento da produtividade de massa seca, mesmo em períodos de estiagem. Objetivou-se por este trabalho avaliar o desenvolvimento do feijão labe-labe (*Dolichos lablab*), variedade Rongai, inoculado com estirpes de rizóbio e submetido à disponibilidade hídrica. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal de Rondonópolis, durante o período de abril a maio de 2018, sendo disposto em delineamento experimental de blocos casualizados, constituído por 15 tratamentos, em esquema fatorial 5x3, com cinco disponibilidades hídricas (20%, 40%, 60%, 80% e 100% da capacidade de retenção de umidade do vaso), inoculação com duas estirpes de rizóbio: MT15 (*Rhizobium tropici*), BR3267 (*Bradyrhizobium japonicum*) e ausência de inoculação, com quatro repetições. As variáveis analisadas foram: altura de plantas, diâmetro do caule, número de folhas e massa seca total. A inoculação com estirpes de rizóbio apresentou eficácia desenvolvimento do feijão labe-labe em condições de estresse hídrico, e entre as estirpes avaliadas, a estirpe MT 15 proporcionou maiores índices de massa seca total e número de folhas. As variáveis altura de plantas e diâmetro do caule foram influenciadas pela disponibilidade hídrica. Conclui-se que a inoculação com MT15 proporcionou melhor desenvolvimento para o feijão labe-labe, na qual houve acréscimos na massa seca total e número de folhas mesmo em condições de estresse hídrico.

Palavras-chave: Feijão Labe-Labe. Cerrado. Estresse Hídrico.

Abstract

The labe-labe bean is a legume of African origin widely used, among which it stands out as a green manure with considerable inoculation capacity with several species of bacteria not cataloged yet that provide an increase in dry mass productivity even in drought periods. So the objective of this work was to evaluate the effect of water availability on the phytometric aspect of labe-labe bean (*Dolichos lablab*) inoculated with rhizobia strains and submitted to water availability. The experiment was conducted in a greenhouse of the Federal University of Mato Grosso, Campus Universitário from Rondonópolis, from April to May 2018. The experimental design was a randomized complete block design, consisting of 15 treatments, in a 5x3 factorial scheme, with five (20%, 40%, 60%, 80% and 100% of pot capacity), two strains of rhizobia: MT15 (*Rhizobium tropici* (1991)), BR3267 (*Bradyrhizobium japonicum* (1984)) and absence of inoculation, with four replicates. Soil moisture was maintained by weight maintenance of the experimental plots. The variables analyzed were: plant height, stem diameter, number of leaves and total dry mass. The inoculation with rhizobia strains showed development efficiency of the labe-labe bean, and among the strains evaluated, the strain MT 15 provided higher levels of total dry mass and number of leaves. The variables plant height and stem diameter were influenced by water availability. It is concluded that the inoculation with MT15 had a significant isolated effect in relation to water availability, providing better development in beans, in which there was an increase in the total dry mass and number of leaves even under conditions of water stress.

Keywords: Labe-labe Bean. Cerrado. Water Stress.

1 Introdução

O labe-labe pertence à família *leguminosae*, subfamília *papilionoideae*, tribo *Phaseoleae*, cujo nome científico é *Dolichos lablab* L., apresentando como sinônimo *Lablab purbuperum* L. Sweet. É uma espécie originária da África, expandindo-se para a Índia, Ásia e África. A variedade Rongai foi desenvolvida na Austrália, em 1962, sendo divulgada aos demais países como planta forrageira e adubo verde (CARVALHO; AMABILE, 2006; BURKANT, 1952).

No Brasil, é conhecido popularmente também como mangalô, jacinto, fradinho ou orelha de padre, apresenta

utilização diversificada, destacando-se como alimentação alternativa ao feijão comum nas regiões litorâneas do Brasil, podendo também ser empregado na complementação nutricional de ruminantes (PEREIRA; MIRANDA; SOARES, 2016; CAMERON, 2013).

Em países como China e África do Sul, esta espécie de feijão vem sendo reconhecida como alternativa eficiente na substituição de fertilizantes químicos, empregada como adubo verde (AMORIM *et al.*, 2012). Destaca-se também como planta de cobertura, proporcionando um aumento no teor de biomassa no solo e disponibilizando nitrogênio através do

processo de fixação biológica (BENSELAMA *et al.*, 2014; WASSAWEL *et al.*, 2016).

O presente trabalho se concentra no Cerrado Matogrossense, bioma que se estende por aproximadamente 22% do território nacional, contemplando os Estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia. É rico em biodiversidade e seus solos possuem características estruturais não favoráveis à agricultura (CREMON *et al.*, 2009).

Os solos do Cerrado, normalmente se encontram associados a relevos que variam de suaves a levemente ondulados, em geral são profundos, bem drenados e com baixa fertilidade, podendo apresentar extensos períodos de estiagem, em função da irregularidade pluvial. Desse modo, o uso da técnica de adubação verde proporciona melhoria nos fatores químicos, físicos e biológicos do solo (CARDOSO *et al.*, 2018; JAISANKAR *et al.*, 2018).

Como adubo verde, o labe-labe apresenta eficiente nodulação com bactérias fixadoras de nitrogênio, principalmente, do gênero *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, no entanto, fatores bióticos e abióticos afetam, diretamente, a fixação biológica de nitrogênio (FBN), ocasionando a diminuição da produção e eficiência dos nódulos, reduzindo a absorção de nitrogênio (BENSELAMA *et al.*, 2018; CHEMENING'WA *et al.*, 2007).

Entre os fatores abióticos, as limitações de disponibilidade hídrica afetam a distribuição e a atividade na nodulação e do sistema radicular das leguminosas, influenciando na produção da matéria seca (OLIVEIRA *et al.*, 2017). Por isso, a escolha de adubos verdes deve considerar as condições climáticas locais, utilizando leguminosas mais adaptadas ao déficit

hídrico, assim como a efetividade da nodulação e da FBN (MARTIN; RIVERA, 2015).

O conhecimento das respostas nas leguminosas em condições de déficit hídrico é importante para tomada de decisão, principalmente, em relação à época de plantio e o manejo dos adubos verdes em períodos de seca ou chuvosos (BARBOSA *et al.*, 2012). Desse modo, objetivou-se com o presente estudo avaliar o desenvolvimento do feijão labe-labe inoculado com estirpes de rizóbio e submetido à disponibilidade hídrica.

2 Material e Métodos

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal de Rondonópolis, no período de abril a maio de 2018.

Durante a condução do experimento, a temperatura média observada foi de 30,12°C e a umidade média relativa foi de 51,3%. Cada parcela experimental consistiu em vasos com volume de 3 dm³ de solo, classificado como Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2013), proveniente da área de Cerrado, o qual foi coletado na camada de 0-20 cm de profundidade, a área de coleta apresenta a altitude de 284 metros na cidade de Rondonópolis, sob as coordenadas geográficas 16°28'15" latitude sul, 54° 38'08" longitude oeste. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen é do tipo Aw, caracterizado como tropical com estiagem no período do Inverno e Verão chuvoso (DANTAS *et al.*, 2007).

O solo coletado foi acondicionado em sacos plásticos e, posteriormente, realizou-se a análise química e granulométrica (Quadro 1).

Quadro 1 - Caracterização química e granulométrica na camada 0-20 cm do Latossolo Vermelho distrófico (coletado em Rondonópolis-MT, pertencente ao Bioma Cerrado)

Camada (cm)	pH	P	K	Ca	Mg	H	Al	SB	CTC	V	M.O.	Areia	Silte	Argila
	(CaCl ₂)	(mg dm ⁻³)	(Cmolc dm ⁻³)							%	(g dm ⁻³)	(g kg ⁻¹)		
0-20	4,2	0,6	23,4	0,45	0,25	4,7	0,68	0,76	6,13	12,40	25,6	407	136	457

Fonte: dados da pesquisa

A calagem foi realizada por meio da aplicação de calcário dolomítico, a fim de elevar a saturação por bases a 60% (CARVALHO; AMABILE, 2006).

Realizou-se a adubação, utilizando 250 mg dm⁻³ de P₂O₅, tendo como fonte o superfosfato simples, 100 mg dm⁻³ de K₂O na forma de cloreto de potássio. Para a adubação com micronutrientes, utilizou-se FTE (20 mg dm⁻³) composta por: 1,8% de Boro, 0,8% de Cobre, 3,0% de Ferro, 2,0% de Manganês, 0,1% de Molibdênio e 9,0% de Zinco (SOUSA; LOBATO, 2004).

A semeadura ocorreu, manualmente, com 10 sementes por unidade experimental em profundidade de 3 cm. Após a germinação, foi realizado o desbaste, permanecendo quatro plantas por vaso.

Utilizou-se a cultivar Rongai, a qual é adaptada ao cultivo em área de Cerrado, com ciclo médio de 150 a 210 dias (CARVALHO; AMABILE, 2006; NAEEM *et al.*, 2009).

As estirpes de rizóbio (Quadro 2) utilizadas foram MT15 – *Rhizobium tropici*, isoladas a partir de plantas iscas de feijão caupi, e BR3267 (*Bradyrhizobium japonicum*), recomendada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento como inoculante comercial para feijão caupi, as quais foram multiplicadas em meio de cultura YMA, incubado a 28°C sob agitação de 100 rpm por 24h (CRUZ *et al.*, 1998; BALDANI *et al.*, 1999). A inoculação foi realizada distribuindo-se alíquotas de 5 mL de caldo bacteriano contendo 10⁹ UFC mL⁻¹ próximo à área radicular de cada planta.

Quadro 2 - Número de folhas do labe-labe inoculado com rizóbio e cultivado sob disponibilidades hídricas

Tratamentos	Número de folhas
BR 3267	5,5 b
MT 15	6,5 a
Testemunha	5,9 ab
CV(%)	20,29

Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas na vertical não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de significância 0.05.

Fonte: dados da pesquisa

A capacidade máxima de retenção de umidade no vaso foi determinada conforme a metodologia descrita por Bonfim-Silva *et al.* (2011), obtendo-se a capacidade de retenção de água dos vasos (100%). As demais disponibilidades foram determinadas por proporção calculando-se 80%, 60%, 40% e 20%.

As variáveis analisadas foram: altura de plantas, número de folhas, diâmetro do caule (aos 30 e 35 dias após a semeadura) e massa seca total, aos 55 dias após a semeadura.

A altura de plantas foi avaliada com auxílio de uma régua de 50 cm, medindo-se da superfície do solo até o ápice da haste principal das plantas, adotando-se o valor médio entre quatro plantas de cada unidade experimental. Enquanto a avaliação do diâmetro do caule ocorreu com auxílio de um paquímetro digital.

O número de folhas foi quantificado por meio da contagem manual das folhas basais até a última folha anterior ao caule volúvel (tipo trepadeira). Já a massa seca total foi determinada adotando-se a soma das massas secas das partes aéreas e de raízes. As plantas tiveram a parte aérea cortada e acondicionadas em sacos de papel. As raízes foram coletadas, lavadas e, também, acondicionadas em sacos de papel. Posteriormente, foram postas para secar em estufa de circulação forçada, com temperatura média ajustada para 65 °C e duração 72h ou até a obtenção de massa constante.

A análise da normalidade dos dados foi precedida pelo teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade de variâncias pelo teste de Barlett a 1% de significância, com auxílio do software estatístico R (R CORE TEAM, 2018).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Os dados qualitativos foram submetidos à comparação de médias pelo teste Tukey a até 10% de probabilidade e dados quantitativos foram submetidos ao teste de regressão a até 5% de probabilidade, com o auxílio do software estatístico Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2008).

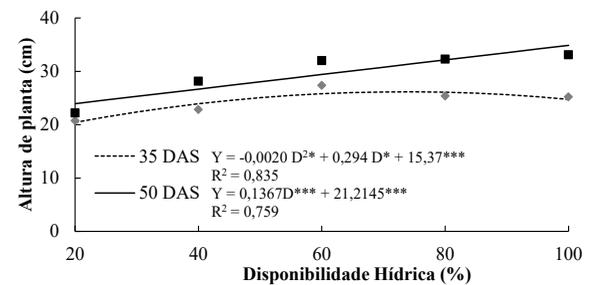
3 Resultados e Discussão

Em relação às variáveis analisadas, não houve interação entre a disponibilidade hídrica e a inoculação com estirpes de rizóbio. A disponibilidade hídrica e a inoculação proporcionaram efeitos isolados na altura de plantas, diâmetro do caule, massa seca total e número de folhas de plantas de labe-labe.

A altura de plantas mostrou efeito significativo isolado

somente para disponibilidade hídrica, ajustando-se aos modelos quadrático (35 dias após a semeadura - DAS) e linear (50 DAS) de regressão, respectivamente (Figura 1).

Figura 1 - Altura de plantas 35 e 50 DAS do labe-labe inoculadas com rizóbio e submetidas a disponibilidades hídricas



D – Disponibilidade hídrica. *** e * Significativo a 0,1% e 5% respectivamente.

Fonte: dados da pesquisa.

A maior altura de plantas (26,22 cm) foi obtida aos 74% de disponibilidade hídrica aos 35 DAS, cujo incremento foi de 18,09%. Aos 50 dias após a semeadura, o aumento da disponibilidade hídrica promoveu um incremento de 38,9% (13,6 cm) na altura de plantas.

Em geral, a inoculação com estirpes de rizóbio pode estimular o crescimento vegetal através da produção de fitormônios, como as auxinas, giberelinas e citosinas, favorecendo tanto a absorção de nutrientes, biocontrole de patógenos e resistência a estresses diversos, como o déficit hídrico (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Entretanto, a altura de plantas nesta pesquisa não apresentou diferença significativa entre os tipos de inoculação utilizados, corroborando com os dados obtidos por Fonseca *et al.* (2013), em pesquisas com inoculação de duas estirpes de rizóbio em oito variedades de feijão, na qual os tratamentos inoculados apresentaram desenvolvimento semelhantes aos não inoculados, mesmo em condições de estresse hídrico em relação ao crescimento.

Períodos prolongados de estresse hídrico podem favorecer o menor número de folhas e a menor altura de plantas em função de características de cada espécie. Segundo Maia *et al.* (2013), o nível de deficiência hídrica, a qual a leguminosa está submetida pode ocasionar crescimentos diferentes entre espécies, até mesmo dentro da espécie entre genótipos diferentes.

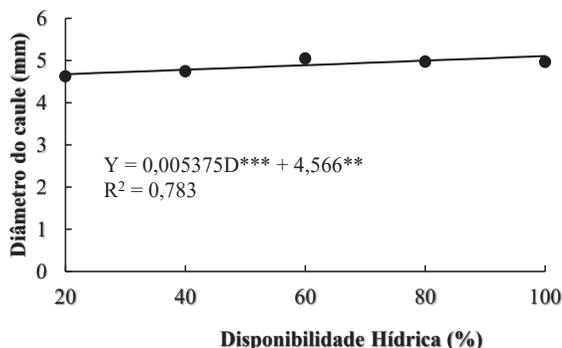
A redução da disponibilidade hídrica provocou a diminuição na altura de plantas aos 50 DAS, corroborando com a pesquisa de Kokila, Myrene e Davaraj (2014) que, avaliando os fatores de desenvolvimento e fisiológicos na produção de matéria seca e teor de retenção de água em plantas de labe-labe, quando submetido ao déficit hídrico, observaram que a altura de plantas apresentou um decréscimo com a diminuição da disponibilidade hídrica durante o desenvolvimento e florescimento da cultura.

Quando as plantas se apresentam mais rigorosas mesmo em condições de déficit hídrico podem apresentar mecanismos

fisiológicos, que permitem seu pleno desenvolvimento mesmo nestas condições adversas. Entretanto, tal condição para manutenção da biomassa excedente requer uma maior quantidade de água retida no solo, em função da evapotranspiração total da cultura (BENJAMIN; NIELSEN, 2006). Assim, entre os principais mecanismos de preservação da planta se destaca a diminuição da área foliar e da altura de plantas, assim como a aceleração da senescência e da abscisão foliar sob condições de déficit, contudo resulta diretamente na restrição transpiratória favorecendo a conservação da água no solo (ANJUM *et al.*, 2011).

Os dados obtidos a partir da variável do diâmetro do caule apresentaram efeito significativo para a disponibilidade hídrica aos 35 DAS, ajustando-se ao modelo linear de regressão (Quadro 2), na qual aos 100% de disponibilidade hídrica houve um incremento de 11,7% no diâmetro do caule (Figura 2).

Figura 2 - Diâmetro do caule aos 35 DAS de feijão labe-labe inoculado com rizóbio e submetidas a disponibilidade hídrica



D – Disponibilidade hídrica. *** e ** Significativo a 0,1% e 1% respectivamente.

Fonte: dados da pesquisa.

Espécies vegetais utilizadas como adubos verdes submetidas ao estresse hídrico podem comprometer o crescimento das plantas, com a redução no diâmetro do caule (ZILLI *et al.*, 2006). Entretanto, a inoculação com estirpes de rizóbio proporciona maior resistência a este fator abiótico, favorecendo a formação de nódulos nas raízes primárias de labe-labe, impulsionando o aumento no diâmetro do caule, resultando em maior absorção de água pelas plantas, e assim, aumentar a tolerância em ambientes com maior escassez de água (BENSELAMA *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2014).

No decorrer deste experimento se observou que o aumento da disponibilidade hídrica resultou diretamente nos acréscimos do diâmetro do caule, logo a inoculação não apresentou efeito significativo corroborando com pesquisas de Schossler *et al.* (2016) e Ramos *et al.* (2014) no estudo da inoculação de *Rhizobium tropici* em variedades de feijão comum sob influência da disponibilidade hídrica, em ambas as pesquisas obtiveram resultados semelhantes na qual a inoculação não apresentou acréscimos no diâmetro do caule dessas plantas.

O estresse hídrico é um dos fatores que influenciam nos processos fisiológicos das plantas, com efeito direto

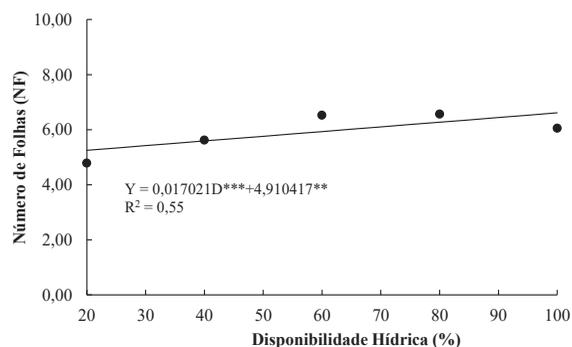
no crescimento, desenvolvimento e alteração do ciclo reprodutivo. Baixos níveis de água no solo podem proporcionar a diminuição do diâmetro do caule das plantas, dependendo de sua resistência a este fator (CARVALHO *et al.*, 2013; TAIZ *et al.*, 2017).

Em geral, as plantas em condições de estresse liberam uma cascata de sinais nas raízes, principalmente, via xilema, causando diversas mudanças fisiológicas dependendo da sua adaptabilidade ao tipo de estresse (ANJUM *et al.*, 2011). Várias substâncias são excretadas como o ácido abscísico, etileno, malato, citocininas e outros ainda não identificados na sinalização radicular, esta sinalização induzida pela seca resulta no fechamento estomático, uma importante adaptação quando apresenta limitação de água no solo (BORTOLINI *et al.*, 2011).

A análise do número de folhas apresentou efeito significativo isolado para o fator inoculação e disponibilidade hídrica aos 35 DAS, ajustando-se ao modelo linear de regressão. Entre as estirpes avaliadas, a MT15 apresentou maior número de folhas, não diferenciando estatisticamente da testemunha (Quadro 2).

Em relação à condição hídrica, o maior número (6,6 folhas) ocorreu na maior disponibilidade hídrica (100%), com incremento de 20,56%, comparando-se a menor disponibilidade hídrica (Figura 3).

Figura 3 - Número de folhas do labe-labe aos 35 dias DAS inoculadas com rizóbio e submetidas às disponibilidades hídricas.

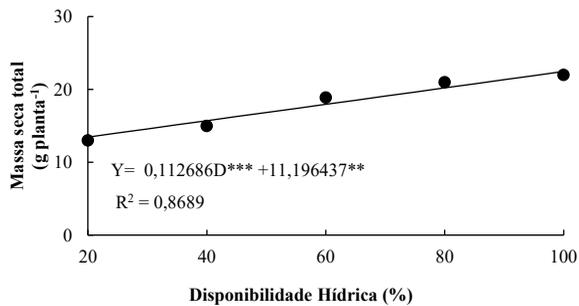


D – Disponibilidade hídrica. *** e ** Significativo a 0,1 e 1% respectivamente.

Fonte: dados da pesquisa.

A avaliação da massa seca total (Figura 5 e Quadro 3) demonstrou diferença significativa isolada para disponibilidade hídrica e tipos de inoculação. Houve ajuste ao modelo linear de regressão. O aumento da disponibilidade hídrica em 100% proporcionou um acréscimo de 12,82% (27,33 g planta⁻¹) na massa seca total em todos os tratamentos avaliados. Em relação à inoculação, a estirpe MT 15 apresentou maior massa seca total, não diferindo estatisticamente da testemunha.

Figura 4 - Massa seca total de feijão labe-labe inoculadas com rizóbio e submetido a disponibilidades hídricas. D – Disponibilidade hídrica. *** e ** Significativo à 0,1 e 1% respectivamente



Fonte: dados da pesquisa.

Quadro 3 - Massa seca total de feijão labe-labe inoculado com rizóbio e cultivado sob disponibilidades hídricas

Tratamentos	Massa Seca Total (g planta ⁻¹)
BR 3267	19,55 b
MT 15	24,32 a
Testemunha	22,32 ab
CV(%)	29,2*

Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas na vertical não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de significância 0.05.

Fonte: dados da pesquisa.

Em condições de déficit hídrico, geralmente, as plantas apresentam sintomas como redução de altura, parte aérea e número de raízes, manifestando principalmente menor produção de matéria seca total. Contudo, para reduzir tais sintomas, mesmo com menor número de raízes, o déficit hídrico pode ocasionar à planta o aumento do comprimento das raízes, fazendo com que as raízes percorram regiões mais profundas em busca de água e, com isso, amenizar impactos negativos no processo fotossintético (CEREZINI *et al.*, 2017).

A deficiência hídrica é um dos principais entraves ao processo fotossintético afetando a nutrição de plantas, refletindo na menor a produção de aminoácidos e proteínas, desfavorecendo o seu pleno desenvolvimento de folhas, de raízes e de sementes em leguminosas, fator que pode ser minimizado por meio da inoculação com bactérias diazotróficas, as quais podem auxiliar no desenvolvimento vegetal, mesmo em condições de estresses ambientais (RODRIGUES *et al.*, 2018).

Investigações de Teodoro *et al.* (2011) com leguminosas destinadas à adubação verde, em condições ideais de umidade e na ausência de inoculação, demonstraram que o labe-labe apresentou o segundo maior teor de matéria seca total, ressaltando a importância da utilização desta cultura em práticas conservacionistas do solo.

A redução da disponibilidade hídrica nas plantas causa diminuição na produção de fotoassimilados, redução no potencial hídrico foliar, diminuição da transpiração e da atividade enzimática no Ciclo de Calvin, menor taxa fotossintética, resultando na menor produção de matéria seca (MENINE *et al.*, 2016).

Entre os primeiros sintomas de ajustes das plantas para

evitar a contínua perda de água, destaca-se o fechamento estomático, já que o potencial hídrico da planta se torna elevado proporcionalmente à redução da umidade gravimétrica do solo, em resposta ocorre o incremento gradativo da síntese de ácido abscísico (ABA), principalmente, nas raízes das plantas ocasionando a redução do número de folhas e, por consequência, proporciona a menor altura de plantas (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Estudos de Barzotto (2015) sobre o efeito da inoculação em leguminosas, comparadas a outras fontes de nitrogênio em cinco disponibilidades hídricas na região de Cerrado, apresentaram dados semelhantes ao presente trabalho, no qual a inoculação apresentou acréscimos de massa seca total, mesmo em condições de estresse hídrico.

Por outro lado, pesquisas com inoculação com estirpes de rizóbio em leguminosas com três disponibilidades hídricas na região do Cerrado Mato-Grossense, as plantas em condições de estresse hídrico apresentaram menor produção de biomassa (11%) e a inoculação com estirpes de rizóbio promoveu resistência aos fatores abióticos avaliados (GUIMARÃES *et al.*, 2015).

A diversidade microbiológica do solo favorece o desenvolvimento agrícola de leguminosas, a inoculação promove maior resistência da cultura a estresses diversos, tornando a planta menos susceptível ao ataque de patógenos e ao déficit hídrico, térmico e nutricional (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Em geral, a inoculação com estirpes de rizóbio pode proporcionar menores sintomas de estresses em leguminosas inoculadas, já que plantas quando são submetidas ao estresse hídrico demonstram algumas respostas fisiológicas, entre as quais, o aumento da concentração da prolina e ácido abscísico na parte aérea, resultando na restrição de número de folhas (GUIMARÃES *et al.*, 2015; TAIZ *et al.*, 2017).

Em estudos de Carvalho *et al.* (2014) sobre o efeito da variação de disponibilidade hídrica no desenvolvimento do feijão caupi e feijão comum se observou variações da disponibilidade hídrica que resultaram na redução de 15 a 35% do número de folhas comparadas com a testemunha. Desse modo, a diminuição do teor de água no solo resulta na diminuição do conteúdo de água nas plantas, ocasionando o decréscimo do volume celular, diminuição da formação de novas folhas. Logo, todas as atividades celulares dependentes do turgor celular são afetadas, principalmente, a expansão foliar (TAIZ; ZEIGER, 2013).

A quantidade de folhas é um dos principais indicadores de déficit hídrico em plantas, além de ser um parâmetro para escolha de plantas resistentes à baixa disponibilidade hídrica, sendo a quantidade de biomassa seca proporcional ao número e área foliar, podendo resultar em menor aproveitamento da energia luminosa e, com isso, diminuir a superfície de absorção da radiação solar, maior acúmulo de aminoácidos e menor desenvolvimento fotossintético (NOGUEIRA *et al.*,

2012; VERBRUGGEN; HERMANS, 2008).

4 Conclusão

A inoculação do feijão labe-labe com a estirpe de rizóbio MT15 proporcionou efeito positivo isolado na massa seca total e número de folhas, melhorando o desenvolvimento das plantas quando submetidas à disponibilidade hídrica.

O aumento gradual da disponibilidade hídrica promoveu acréscimos na altura de plantas, no número de folhas, na massa seca total e no diâmetro do caule, favorecendo o crescimento do feijão labe-labe, sendo que o maior valor de altura de plantas ocorreu com 74% de disponibilidade hídrica.

Referências

AMORIM, M.M. *et al.* Avaliação da qualidade de sementes de Labe labe, *PUBVET*, v.6, n.8, art. 1307, 2012.

ANJUM, S.A. *et al.* Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. *African J. Agricul. Res.*, v.6, n.9, p.2026-2032, 2011. doi: 10.5897/AJAR10.027.

BALDANI, V.L.D. *et al.* Manual de soluções e reagentes da Embrapa Agrobiologia. Seropédica: *Embrapa Agrobiologia*, p. 16, mar. 1999.

BARBOSA, J.Z. *et al.* Fixação biológica de nitrogênio em poaceae. *Evidência*, v.12, n.1, p.7-18, 2012.

BARZOTTO, F. *et al.* Efeito da irrigação e da adubação nitrogenada nos parâmetros de desenvolvimento e nos componentes de produção da cultura da soja. *Rev. Espacios*, v.37, n.21, p.10, 2016. doi: 10.15809/irriga.2010v15n4p386.

BENJAMIN, J.G.; NIELSEN, D.C. Water deficit effects on root distribution of soybean, field pea and chickpea. *Field Crops Res.*, v.97, p.248-253, 2006. doi: 10.1016/j.fcr.2005.10.005.

BENSELAMA, A. *et al.* Effects of inoculation by bradyrhizobium japonicum strains on nodulation, nitrogen fixation, and yield of lablab purpureus in Algeria. *Turkish J. Agricu. Nat. Sci.*, v. 2, n.2, p. 1870-1876, 2014.

BENSELAMA; A. *et al.* Diversity of Rhizobia Associated with Lablab purpureus Isolated from Algeria by PCR Amplification of the 16S rDNA PCR / RFLP. *J. Crop Breeding Genetics*, v.4, n.2, p.26-32, 2018.

BONFIM-SILVA, E. M. *et al.* Desenvolvimento inicial de gramíneas submetidas ao estresse hídrico. *Rev Caatinga*, v.24, n.2, p.180-186, 2011.

BORTOLINI, F.; DALL'AGNOL, M.; BISSANI, C. A. Características morfofisiológicas associadas à tolerância à seca em sete genótipos da coleção nuclear de trevo branco. *Ciênc. Rural*, v.41, n.9, p.1632-1638, 2011. doi: 10.1590/S0103-84782011005000115.

BURKANT, A. E. Las leguminosas argentinas silvestres y cultivadas, Buenos Aires: Acme Agency Soc, 1952.

CAMERON, A. G. Lablab, *Northern Territory Government*, n. 34, 2013.

CARDOSO, R.G.S. *et al.* Decomposition and nitrogen mineralization from green manures intercropped with coffee tree, *Coffee Sci.*, v.13, n.1, p.23-32, 2018. doi: 10.25186/cs.v13i1.1344

CARVALHO, A.M.; AMABILE, R.F. Cerrado: adubação verde. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2006.

CARVALHO, H. P. *et al.* Desempenho agrônomico de plantas de cobertura usadas na proteção do solo no período de pousio. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.48, n.2, p.157-166, 2013. doi: 10.1590/S0100-204X2013000200005.

CEREZINI, P. *et al.* Water restriction and physiological traits in soybean genotypes contrasting for nitrogen fixation drought tolerance. *Scie. Agrícola*, v.74, n.2, p.110-117, 2017.

CHEMENING WA, G.N.; MUTHOMI, J.W.; THEURI, S.W.M. Effect of rhizobia inoculation and starter-non nodulation, shoot biomass and yield of grain legumes. *Asian J. Plant Sci.*, v.6, n.7, p.1113-1118, 2007.

CREMON, C. *et al.* Atributos do solo em diferentes fitofisionomias do Cerrado Mato-grossense, *Rev. Agrarian*, v.2, n.6, p.47-59, 2009.

CRUZ, L. M. *et al.* Protocolos para preparo de meios de cultura da Embrapa Agrobiologia. *Embrapa Agrobiologia*, n.110, p.38, 1999.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. *Embrapa*, p. 306, 2013.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Rev. Symposium*, v.6, p.36-41, 2008.

FONSECA, G.G. *et al.* Resposta de cultivares de feijoeiro-comum à inoculação das sementes com duas estirpes de rizóbio, *Bioscie. J.*, v.29, n.6, p.1778-1786, 2013.

GUIMARÃES, S. L. *et al.* Effects of inoculation of rhizobium on nodulation and nitrogen accumulation in cowpea subjected to water availabilities. *Am. J. Plant Sci.*, v.6, n.9, p.1378-1384, 2015. doi: 10.4236/ajps.2015.69137.

GUIMARÃES, S.L. *et al.* Desenvolvimento do feijão caupi cv. BRS Novaera inoculado com rizóbio recomendado para feijão guandu. *Rev. Cient.*, v.43, n.2, p.149-155, 2015. doi: 10.1590/1983-21252016v29n402rc.

GUIMARÃES, S. L. *et al.* Development of pigeon pea inoculated with rhizobium isolated from cowpea trap host plants, *Rev. Caatinga*, v.29, n.4, p.789-795, 2016. doi: 10.1590 / 1983-21252016v29n402r,

HUNGRIA, M.; BOHRER, T. R. J. Variability of nodulation and dinitrogen fixation capacity among soybean cultivars. *Biol. Fertility Soils*, v.31, n.1, p.45-52, 2000. doi: 10.1007/s003740050622.

JAISANKAR, P.; MANIVANNAN, K. Influence of plant growth regulators on growth characters of Dolichos Bean (Lablab purpureus (L) Sweet), *Int. J. Manag. Technol. Engin.*, v.8, n.12, p.2780-2782, 2018. doi: 10.3329 / bjar.v44i1.40901.

KOKILA, S.; MYRENE, R.D.; DEVARAJ, V.R. Response of Lablab purpureus (Hyacinth bean) cultivars to drought stress, Pelagia Research Library. *Asian J. Plant Sci. Res.*, v.4, n.5, p.48-55, 2014.

MAIA, A.J. *et al.* Efeito do estresse hídrico no crescimento de plantas de feijão de corda, *Enciclopédia Biosfera*, v.9, n.10, p.876-886, 2013.

MARTIN, G. M.; RIVERA, R. Influencia de la inoculación micorrizica en los adubos verdes: Efeitos sobre o cultivo principal. Estudio de caso: El maiz. *Cultivos Tropicales*, v.36, p.34-50, 2015.

MASSAWEL, P. I. *et al.* Improving Soil Fertility and Crops Yield through Maize-Legumes (Common bean and Dolichos lablab) *Int. Syst. J. Agricul. Sci.*, v.8, n.12, p.148-166, 2016. doi: 10.5539 / jas. v8n12p148.

- MENINE, F.; *et al.* Eficiência agronômica de rizóbios em feijão de porco para fins de adubação verde, Enciclopédia Biosfera. *Centro Cient. Conhecer*, v.13, n.23, p.540, 2016. doi: 10.18677/Enciclopedia_Biosfera_2016_048.
- MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. Microbiologia e Bioquímica do Solo. Belo Horizonte: UFLA, 2006.
- NAEEM, M. *et al.* Agrobotanical attributes, nitrogen-fixation, enzyme activities and nutraceuticals of hyacinth bean (*Lahlobpurpureus* L.): a bio-functional medicinal legume. *Am. J. Plant Physiol.*, v.4, n.2, p.58-69, 2009. doi: 10.3923 /ajpp.2009.58.69.
- NOGUEIRA, *et al.* Análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura. *Bioscie. J.*, v.28, n.6, p.877-888, 2012.
- OLIVEIRA, A.P.S.; SOUSA, C.M.; FERREIRA, E.P.D.B.; Desempenho do feijoeiro-comum inoculado em respostas a diferentes plantas de cobertura e época de dessecação. *Rev. Caatinga*, v.30, n.3, p.642-652, 2017. doi: 10.1590/1983-21252017v30n312rc.
- PEREIRA, N.S.; MIRANDA, F.; SOARES, I. Biomass and nutrient accumulation of leguminous green manure species in the Jaguaribe-Apodi region, Ceará, Brazil. *Rev Verde Agroecol. Desenvolv. Sustentável*, v.11, n.2, p.11-14, 2016. doi: 10.18378/rsads.v11i2.394.
- R CORE TEAM (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- RAMOS, D. P.; *et al.* Adubação nitrogenada no feijoeiro comum irrigado em diferentes épocas, com e sem parcelamento das doses. *Rev. Biotemas*, v.27, n.1, p.9-21, 2014. doi: 10.5007/2175-7925.2014v27n1p9.
- RODRIGUES, E.V. *et al.* Tolerance of F2 Populations of cowpea to water deficit. *Rev. Caatinga*, v.31, n.1, p.48-55, 2018. doi: 10.1590/1983-21252018v31n106rc.
- SCHOSSLER, J. H. *et al.* Componentes de rendimento e produtividade do feijoeiro comum submetido à inoculação e co-inoculação com estirpes de *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasilense*. *Scie. Agraria*, v.17, n.1, p.10-15, 2016. doi: 10.5380/rsa.v17i1.47409.
- SILVA, L. R. *et al.* Eficiência da associação simbiótica de bradyrhizobium para o crescimento da crotalária (*Crotalaria júncea*). *Rev. Fafibe On-Line*, v. 7, n. 1, p. 61-74, 2014.
- SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. Brasília: Embrapa Cerrados, 2006.
- TAIZ, L.; ZEIGER., E. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: ArtMed, 2017.
- TEODORO, R.B. *et al.* Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no cerrado do alto vale do Jequitinhonha. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v.35, n.2, p.635-643, 2011. doi: 10.1590/S0100-06832011000200032.
- VERBRUGGEN, N.; HERMANS, C. Proline accumulation in plants: a review. *Amino Acids*, v.35, p.753-759, 2008. doi: 10.1007 / s00726-008-0061-6.
- ZILLI, J. E. *et al.* Eficiência simbiótica de estirpes de *Bradyrhizobium* isoladas de solo do Cerrado em caupi. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.41, n.5, p.811-818, 2006. doi: 10.1590/S0100-204X2006000500013.