



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

BRENO MOURA DA SILVA

**Crescimento e trocas gasosas do feijão Caupi cv. BRS
Pujante sob níveis de água disponível no solo e
cobertura morta**

Pombal, PB

2015

BRENO MOURA DA SILVA

**Crescimento e trocas gasosas do feijão Caupi cv. BRS Pujante
sob níveis de água disponível no solo e cobertura morta**

Monografia apresentada à
Universidade Federal de Campina
Grande, Centro de Ciências e
Tecnologia Agroalimentar, como
parte dos requisitos necessários para
a obtenção do grau de Bacharel em
Agronomia.

ORIENTADOR: LAUTER SILVA SOUTO

COORIENTADOR: FRANCISCO VANIES DA SILVA SÁ

Pombal, PB.

2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

S586c Silva, Breno Moura da.
Crescimento e trocas gasosas do feijão Caupi cv. BRS pujante sob níveis de água disponível no solo e cobertura morta / Breno Moura da Silva. – Pombal, 2015.
31 f. : il.

Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar.

"Orientação: Prof. Lauter Silva Souto, Prof. Vanies da Silva Sá".

Referências.

1. Feijão - Cultivo. 2. Feijão Caupi - Crescimento. 3. Déficit Hídrico. 4. Feijão Caupi - Trocas Gasosas. I. Souto, Lauter Silva. II. Sá, Vanies da Silva. III. Título.

CDU 633.35(043)

BRENO MOURA DA SILVA

Crescimento e trocas gasosas do feijão Caupi cv. BRS Pujante sob níveis de água disponível no solo e cobertura morta

Monografia apresentada à
Coordenação do Curso de Agronomia
da Universidade Federal de Campina
Grande, Campus de Pombal, como um
dos requisitos para obtenção do grau
de Bacharel em Agronomia.

Apresentada em: ___de _____de 2015

BANCA EXAMINADORA

Orientador- Lauter Silva Souto
Prof. D. Sc. UAGRA/UFCEG

Co-Orientador – Francisco Vanies da Silva Sá
Eng. Agrônomo, Mestrado em Manejo de Solo e Água - UFERSA

Examinador interno – Marcos Eric Barbosa Brito
Prof. D. Sc. UAGRA/UFCEG

Examinador Externo – Evandro Franklin de Medeiros
Prof. D. Sc. CCHA/UEPB

Pombal, PB.

2015.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Iolanda e Francisco, por serem os maiores incentivadores dessa conquista. Isso é o mínimo que posso fazer para retribuir tudo que fizeram por mim. Os senhores sempre me mostraram a importância dos estudos, e tudo que eu poderia conseguir com isso. Sei que, mesmo antes de eu nascer, vocês já sonhavam com essa conquista, por isso agradeço à Deus por poder dar esse orgulho aos senhores e ao mesmo tempo estar realizando um sonho nosso.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dar força e sabedoria para superar todas as dificuldades.

À Universidade Federal de Campina Grande, seu corpo docente, direção e administração que, juntamente com meu empenho, oportunizaram-me a chance de hoje me ver com um futuro promissor.

À meu orientador Lauter Silva Souto, por todo o suporte, pela preocupação com a qualidade do trabalho, pelas correções e incentivos dados. Obrigado por ter sido tão paciente e respeitoso durante esse tempo, pela amizade, brincadeiras. Obrigado por tudo que me ensinou!

Aos meus pais Iolanda e Francisco, por sempre incentivarem meus estudos e que fizeram, e eu sei que sempre vão fazer, de tudo para eu conseguir tudo que eu quiser. Obrigado por estarem sempre presentes, por não me deixar faltar nada, pela preocupação e principalmente pelo amor e carinho que sentem por mim. Não cabe aqui tudo que tenho para agradecer. Amo vocês!

Aos meus irmãos Bruna Moura e Bruno Moura, pelos incentivos e ajuda nos momentos difíceis.

Aos meus amigos, Arquimedes Faustino, Júnior Lacerda, José Neto, Junito Alves, Hugo Cezar, Hicaro Dias, Dennis Dantas, Pedro Diego, Antônio Eduardo, Leandro Manguiera, Solano Rangel, Will Moura, Yan Tales, Yago Victor, Andeilson Rodrigues, Francisco Henrique por serem pessoas que eu podia contar sempre, pela amizade sincera, por todo apoio dado durante esses anos.

Aos amigos que fiz durante o curso, Rômulo Gomes, Eugênio Júnior, Ramon Guanaes, Francisco Tadeu, Judah Rangel, por serem pessoas que eu podia contar sempre, pela amizade sincera, por todas as resenhas e momentos

divertidos que passamos juntos. Passei muitos momentos marcantes na minha vida com vocês, que não irei esquecer e vou levar essa amizade para sempre, obrigado mesmo!

Aos meus familiares, por tudo!

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas graças a Deus, não sou o que era antes”.

(Marthin Luther King)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Número de Folhas (A) e área foliar (cm ²) (B) do feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> Walp.) cv. BRS Pujante aos 45 DAP (b), cultivado sob níveis de água disponível no solo, com e sem cobertura. Pombal, PB, 2015.....	21
Figura 2. Taxa de assimilação de CO ₂ (A) (A), Concentração intercelular de CO ₂ (C _i) (B), condutância estomática (g _s) (C), transpiração (E) (D) e eficiência do uso da água (EUA) (E) de plantas de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> Walp.) cultivar BRS Pujante aos 45 DAP, cultivado sob níveis de água disponível no solo, com e sem cobertura. Pombal, PB, 2015.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise química e de fertilidade do solo utilizado no experimento. Pombal, PB, 2015.....	18
---	----

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1 Cultura do Feijão caupi	14
3.2 Produtividade em cultivo de sequeiro e irrigado.....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5. CONCLUSÕES	26
REFERÊNCIAS	27

SILVA, B. M. **Crescimento e trocas gasosas do feijão Caupi cv. BRS Pujante sob níveis de água disponível no solo e cobertura morta.** Pombal: UFCG, 2015. 30f. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Pombal, PB.

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito de níveis de água disponível no solo com e sem cobertura morta sobre a superfície do solo, sob o crescimento e atividade fotossintética do feijão Caupi (*Vigna unguiculata Walp.*), cv. BRS Pujante. O trabalho foi desenvolvido no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, usando-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, com tratamentos arranjados em esquema fatorial, 5 x 2, correspondentes aos níveis de água disponível (AD) de 20; 40; 60; 80 e 100%, mantido após as irrigações do solo, em função da cobertura morta (CC) e sem cobertura (SC), e quatro repetições, totalizando as 40 unidades experimentais. Aos 45 dias as plantas de feijão caupi foram avaliadas quanto ao crescimento e trocas gasosas. O maior crescimento em número de folhas e área foliar da cultivar BRS Pujante ocorre em cultivos com água disponível no solo acima de 75%. A cobertura do solo reduziu os efeitos do estresse hídrico sob o crescimento das plantas. O mecanismo de tolerância das plantas da cultivar BRS Pujante está relacionado à redução do número de folhas e da área foliar e o aumento das trocas gasosas nas folhas restantes. As plantas de feijão-caupi cultivar BRS Pujante apresentam altos índices de eficiência do uso da água sob condições de baixa disponibilidade hídrica.

Palavras-chave: semiárido, deficit hídrico, fisiologia .

SILVA, B. M. **Growth and gas exchange bean cowpea cv. BRS Pujante in levels of available water in the soil and mulch.** Pombal: UFCG, 2015. 30f. Monograph (Graduation in Agronomy). Federal University of Campina Grande. Center of Sciences and Technology Agroalimentar. Pombal, PB.

ABSTRACT

In order to study the effect of levels of available water in the soil with and without mulch on the soil surface under the growth and photosynthetic activity of bean Cowpea (*Vigna unguiculata* Walp.), cv. BRS Pujante. The study was conducted at the Centre for Science and Technology Agrifood the Federal University of Campina Grande, using a completely randomized design, with treatments arranged in a factorial scheme 5 x 2, corresponding to the levels of available water (AD) 20; 40; 60; 80 and 100%, maintained after the soil irrigation, depending on the mulch (CC) without cover (SC) and four repetitions, totaling the 40 experimental units. At 45 days the cowpea plants were evaluated for growth and gas exchange. The highest growth in number of leaves and leaf area of BRS Pujante occurs in water with crops available in the soil above 75%. The soil cover reduced the effects of water stress on plant growth. The mechanism of tolerance of plants of the BRS Pujante is related to reducing the number of leaves and leaf area and the increase of gas exchange in the remaining leaves. The cowpea cultivar BRS Pujante presents high levels of efficiency of water use under conditions of low water availability.

Keywords: semiarid, water deficit, physiology.

1. INTRODUÇÃO

O feijão Caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], também conhecido como feijão macassar, fradinho e de corda, é cultivado por pequenos, médios e grandes produtores das regiões Norte e Nordeste do Brasil. Representa fundamental importância social e econômica, constituindo-se como importante fonte proteica, cujo maior consumo é verificado na forma de grãos secos, entretanto, os grãos verdes são muito apreciados (Bastos et al., 2012).

Predominantemente, o cultivo de feijão Caupi é realizado sob o regime de sequeiro, onde a irregularidade de chuvas e altas temperaturas têm contribuído consideravelmente para o déficit hídrico (Nascimento et al., 2004). Embora a cultura seja considerada tolerante à estresses abióticos como o hídrico, térmico e salino (Tagliaferre et al., 2013), há redução da sua produtividade, uma vez que a disponibilidade de água é um dos fatores ambientais que mais influenciam na produção das culturas (Bastos et al., 2012).

A utilização de indicadores da eficiência do uso de água é uma das formas de se analisar a resposta dos cultivos às diferentes condições de disponibilidade de água, pois relaciona a produção de biomassa seca ou a produção comercial com a quantidade de água aplicada ou evapotranspirada pela cultura (Puppala et al., 2005).

De acordo com Nascimento et al. (2004), para o manejo adequado do feijão Caupi visando produtividade, é importante conhecer a capacidade de resposta aos níveis de déficit hídrico, bem como a relação entre consumo de água e a produtividade. Com base nesse conhecimento, o agricultor pode selecionar cultivares apropriadas às novas condições edafoclimáticas.

Um aspecto inovador em relação ao manejo de irrigação em feijão Caupi é a introdução de cobertura morta sobre o solo, haja vista que a presença de palhada na superfície do mesmo em quantidade adequada é de grande importância na agricultura irrigada (Locatelli et al, 2014). Ela altera a relação solo-água reduzindo a taxa de evapotranspiração das culturas, principalmente nos estádios em que o seu dossel não cobre totalmente o solo, o que resulta em redução na frequência de irrigação e economia nos custos de operação do sistema (Stone et al., 2006).

Os efeitos dos diferentes níveis de água sob o feijão Caupi foram avaliados por Santos et al. (2000), Bezerra et al. (2003), Bastos et al. (2012), Tagliaferre et al. (2013), que observaram que o nível crescente de déficit hídrico afetou drasticamente o desempenho desta cultura.

Com isso, objetivou-se avaliar o efeito de níveis de água disponível no solo e o uso de cobertura morta sobre a superfície do solo, sob o crescimento e atividade fotossintética do feijão Caupi cv. BRS Pujante.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Cultura do feijão caupi

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) têm como provável centro de origem o continente africano (FILGUEIRA, 2008). É uma dicotiledônea pertencente à ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolinae, gênero *Vigna*, espécie *Vigna unguiculata* (L.) (FREIRE FILHO et al., 2005).

Segundo Freire Filho et al. (2005), a cultura é conhecida no Brasil por vários nomes, tais como feijão-de-corda, feijão macassar, feijão fradinho, feijão de praia e feijão de estrada na região, feijão-miúdo, feijão catador e feijão gerutuba.

No Brasil, historicamente, sua produção concentra-se nas regiões Nordeste (1,2 milhão de hectares) e Norte (55,8 mil hectares). Apresentando produtividade média de 366 kg.ha⁻¹, em função do baixo nível tecnológico empregado no cultivo (SILVA, 2009). Este fato ocorre porque ele é plantado principalmente por pequenos agricultores, que utilizam pouca tecnologia ou cultivam-no consorciado com outras culturas (FILHO, 2007).

A produção de feijão Caupi no Nordeste brasileiro tem apresentado, ao longo dos últimos anos, variações importantes de acréscimo e decréscimo na produção. Estas variações são típicas de regiões cujos processos produtivos são dependentes do clima, ou seja, da distribuição pluviométrica regular em um dado ano e seguida por outro ano com uma distribuição irregular (FROTA e PEREIRA, 2000). Este efeito é mais observado no cultivo de sequeiro, que geralmente é responsável por mais de 70% da produção média anual, ficando os 30% restantes por conta do cultivo irrigado.

Dentre as leguminosas, destaca-se pela sua rusticidade, sendo cultivado principalmente nos países da África, América Latina e Ásia, exercendo importante papel no suprimento das necessidades nutricionais das camadas mais carentes desses países (FREIRE FILHO et al., 2005), pois seus grãos são muito aceitos, possuem alto valor nutritivo e são relativamente mais acessíveis, constituindo-se em um dos principais elementos da dieta alimentar, além de

desempenhar papel fundamental na composição da produção agrícola desses países, por possuir baixo custo e ser fisiologicamente adaptada a diferentes condições ambientais, apresentando tolerância ao estresse hídrico, pouca exigência em fertilidade de solo e fixação biológica do nitrogênio atmosférico, fatores que garantem a versatilidade de produção.

Pode ser considerada uma excelente fonte de proteínas (23% a 25% em média) e apresentar todos os aminoácidos essenciais, carboidratos (62% em média), vitaminas e minerais, além de possuir grande quantidade de fibras dietéticas, baixa quantidade de gordura (teor de óleo de 2% em média) e não conter colesterol (ANDRADE JÚNIOR et al., 2002).

Pelo seu valor nutritivo exposto, o feijão Caupi é cultivado principalmente para a produção de grãos, secos ou verdes, visando o consumo humano *in natura*, na forma de conserva ou desidratado (ANDRADE JÚNIOR et al., 2002). Além disso, ele também pode ser utilizado como forragem verde, feno, ensilagem, farinha para alimentação animal e, ainda, como adubação verde e proteção do solo (CAMPOS; SILVA; SILVA, 2010).

2.2. Cultivo do feijão-Caupi no semiárido

A produtividade do Caupi é fortemente influenciada pela cultivar utilizada e pelas condições edafoclimáticas de cada região. O cultivo no Brasil é realizado predominantemente em condições de sequeiro, com baixo uso de tecnologia, além do uso de solos de baixa a média fertilidade, com chuvas geralmente mal distribuídas. Embora seja considerada uma espécie adaptada à seca, sua capacidade de adaptação varia dentro da espécie, ou seja, entre cultivares (SUMMERFIELD et al., 1985).

Diversas cultivares foram desenvolvidas para cultivo de sequeiro, entretanto, o agricultor pode escolher aquelas mais apropriadas às suas condições de cultivo. A cultivar BRS Pujante (ROBRIGUES et al., 2013) foi desenvolvida para áreas irrigadas e de sequeiro do vale do São Francisco, apresentando rendimentos da ordem de 1.586 kg.ha⁻¹ e 704 kg.ha⁻¹, respectivamente. O uso de sistemas de irrigação promove um fornecimento de água adequado no período mais crítico da cultura, que seria a fase de

enchimento de grãos, quando o déficit hídrico compromete de forma significativa a produtividade por unidade de área (BEZERRA et al, 2003).

A produção do feijão Caupi se concentra em áreas com uma grande irregularidade na distribuição das chuvas ao longo do ano, dessa forma, a avaliação do comportamento produtivo de cultivares em diferentes ambientes e condições de cultivo serve como ferramenta para seleção de cultivares mais produtivas. Produtividades médias de 897 kg ha⁻¹ e 1.596 kg.ha⁻¹ foram obtidas por Alcântara et al. (2002), em cultivo de sequeiro e irrigado com materiais de porte ereto e semiereto, respectivamente. Com a cultivar BRS 202 Rouxinol, Alcântara et al. (2001a), obtiveram produtividade média de 892 kg.ha⁻¹ em cultivo de sequeiro e 1.509 kg.ha⁻¹ em cultivo irrigado. Avaliando cultivares de porte semi-prostrado, Alcântara et al., 2001b obtiveram produtividades médias de 890 kg.ha⁻¹ e de 1.296 kg.ha⁻¹ em cultivo de sequeiro e irrigado, respectivamente.

Dados de pesquisa afirmam que o feijão Caupi tem potencial genético para alcançar maiores produtividades quando em cultivo irrigado. O fornecimento de água é um dos fatores mais limitantes da produção de grãos do feijão Caupi para condições semiáridas, sendo a duração e época de ocorrência do déficit hídrico em maior ou menor intensidade que afeta de forma significativa o rendimento da cultura (ANDRADE JÚNIOR et al., 2002). Em ensaios de pesquisa já foram obtidas produtividades de grãos secos acima de 3 t.ha⁻¹, sendo citado que seu potencial genético pode ultrapassar rendimentos superiores a 6 t.ha⁻¹ em condições favoráveis (BEZERRA, 1997).

A finalidade básica da irrigação na cultura do feijão-caupi é oferecer o suprimento hídrico necessário que possibilita altos rendimentos de grãos e de boa qualidade. Os métodos de irrigação mais utilizados são aspersão e irrigação por sulco, cada um apresentando suas vantagens e desvantagens, com base nos custos de implantação, no manejo da água e na operacionalização. Como em qualquer cultura, a irrigação precisa ser bem manejada para evitar problemas de salinização, como sugere Bernardo (1995).

A maioria das culturas possui períodos críticos quanto à deficiência hídrica durante os quais a falta de água causa sérios problemas, implicando

decréscimos na produção. Os prejuízos causados dependem da sua duração, da severidade e do estágio de desenvolvimento da planta (FOLEGATTI et al., 1997).

O feijão Caupi sendo amplamente cultivado pelos pequenos agricultores, tem experimentado uma expansão na sua área em cultivos comerciais irrigados (CARDOSO et al., 1991); no entanto, a produtividade média alcançada neste regime (1.200 kg ha^{-1}) está aquém da que poderia ser obtida com um manejo adequado, notadamente durante as fases vegetativa e reprodutiva, buscando-se maximizar a eficiência do uso da água pela cultura (ANDRADE JÚNIOR et al., 2002).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em ambiente protegido da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal, no período de Dezembro de 2014 a março de 2015, utilizando-se a cultivar de feijão Caupi BRS Pujante, por que???. O município está localizado geograficamente na longitude 37° 48' 06'' W e latitude - 06° 46' 13'' S, com altitude média de 184 metros.

Estudou-se cinco níveis de água disponível (AD) do solo, correspondentes à 20; 40; 60; 80 e 100% (testemunha) de água disponível no solo, com o solo em duas condições de cobertura, com cobertura morta (CC) e sem cobertura (SC), sendo arranjos em esquema fatorial, 5 x 2, totalizando 10 tratamentos e quatro repetições, usando-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, totalizando as 40 unidades experimentais. O ensaio foi realizado em unidades experimentais compostas por vasos com capacidade de 12 dm³, preenchido com solo classificado como Neossolo Flúvico (EMBRAPA, 2013) (Tabela 1).

A adubação de fundação foi realizada com base na análise de solo, seguindo recomendação contida no boletim técnico do estado de Pernambuco, (CAVALCANTI et al., 2008), e consistiu na aplicação de 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg ha⁻¹ de K₂O, nas formas de superfosfato simples e cloreto de potássio respectivamente. Vinte dias após a semeadura, aplicaram-se 20 kg ha⁻¹ de N em cobertura, na forma de Ureia.

Tabela 1. Análise química e de fertilidade do solo utilizado no experimento. Pombal, PB, 2015.

pH	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	H ⁺ + Al ⁺³	CTC	MO	PST
H ₂ O	mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----						g Kg ⁻¹	%
8,2	177	0,41	0,65	3,9	1,5	0,0	6,5	31,95	10

P, K, Na: Extrator Mehlich 1; Al, Ca, Mg: Extrator KCL 1M; SB=Ca⁺²+Mg⁺²+K⁺+Na⁺; H + Al: Extrator Acetato de Cálcio 0,5 M, pH 7,0; CTC=SB+H⁺+Al⁺³; M.O.: Digestão Úmida Walkley-Black; PST= Percentagem de Sódio Trocável.

Foram semeadas quatro sementes em cada vaso, a uma profundidade de 2 cm, onde a emergência das plântulas se estabilizou no quinto dia após a semeadura. O desbaste foi realizado 15 dias após a semeadura (DAS),

mantendo-se a planta mais vigorosa. Após a semeadura, realizou-se a cobertura do solo utilizando-se de folhas de Pau Ferro [*Caesalpinia leiostachya* (Benth.) Ducke], como cobertura morta na superfície do solo, colocado-se 40g de folhas secas por vaso, resultando em uma camada de 3 a 5 cm. Os tratos culturais foram realizados para manter a cultura livre de plantas invasoras, doenças e pragas.

As irrigações foram realizadas diariamente, com um volume uniforme de água às plantas, em função da evapotranspiração média no tratamento testemunha, obtida por pesagem, usando-se de água de abastecimento local com CE de 0,3 dS m⁻¹. O volume aplicado (V_a) por recipiente foi obtido pela diferença entre a média do peso dos recipientes em condição de máxima retenção de água (P_{cc}) e o peso médio dos recipientes na condição atual (P_a), dividido pelo número de recipientes (n), como indicado na expressão 1.

$$V_a = \frac{P_{cc} - P_a}{n} \quad \text{Eq. 1}$$

Ressalta-se que o peso da capacidade de campo foi determinado saturando-se os recipientes com água e submetendo-os à drenagem; quando o processo de drenagem cessou, os recipientes foram pesados para obtenção do P_{cc}.

Aos 45 DAS foram medidas: Taxa de assimilação de CO₂ (A) (μmol m⁻² s⁻¹), transpiração (E) (mol de H₂O m⁻² s⁻¹), condutância estomática (g_s) (mol de H₂O m⁻² s⁻¹) e concentração interna de CO₂ (C_i) (μmol mol⁻¹) na terceira folha contada a partir do ápice, no período da manhã entre as 7:00 e 9:00 horas usando o equipamento portátil de medição de fotossíntese “LCPro+” da ADC BioScientific Ltda, operando com controle de temperatura a 25°C, irradiação de 1200 μmol fótons m⁻² s⁻¹ e fluxo de ar de 200 ml min⁻¹, e CO₂ proveniente do ambiente à uma altura de 3 m da superfície do solo. De posse dos dados foram quantificadas a eficiência no uso da água (EUA) (A/E) [(μmol m⁻² s⁻¹) (mol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹] e a eficiência instantânea da carboxilação Φ_c (A/C_i) (Brito et al., 2012).

Após análise fisiológica, as plantas foram analisadas quanto ao número de folha. Posteriormente, as mesmas foram coletadas para a determinação da área foliar, obtida de um integrador de área foliar (cm²) de bancada LICOR,

modelo 3100C. Em seguida foram acondicionadas em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até atingir peso constante. Após a secagem, foi determinada a massa de matéria seca total (folhas e caule + pecíolo) em balança analítica.

Os efeitos dos níveis de água disponível (AD) e da cobertura (COB) e da interação entre os fatores foram avaliados estatisticamente através da análise de variância. Para as variáveis em que os níveis de água disponível, os níveis de cobertura ou a interação AD x COB foram significativas, de acordo com o teste F e análise de regressão. Nesta análise foram testados os modelos linear e quadrático, sendo selecionado para expressar o comportamento de cada variável o modelo que apresentou significância a 5% de probabilidade e o maior coeficiente de correlação para os dados obtidos. Para isso, utilizou-se do software estatístico SISVAR (FERREIRA et al., 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre os níveis de água disponíveis no solo e cobertura influenciou, significativamente, todas as variáveis avaliadas, com exceção da concentração interna de CO₂, que foi influenciada, apenas, pelo fator níveis de água disponíveis no solo e para eficiência instantânea da carboxilação que não foi influenciada pelos tratamentos estudados na presente pesquisa (Figura 1 e 2).

Observou-se o maior NF nas plantas de feijão Caupi cultivada sob o nível de 95% de AD no solo, quando se obteve em média 31,5 folhas por planta no tratamento com cobertura morta. No entanto as plantas cultivadas sem cobertura o maior número de folhas foi observado sob a disponibilidade de água próxima a 87% averiguando-se, em média, 28,1 folhas por plantas. Em níveis inferiores aos citados foi verificado reduções no número de folhas das plantas, sendo estas mais drásticas sob as plantas cultivadas sem cobertura do solo, indicando a maior severidade do estresse hídrico sob essas plantas, possivelmente devido a maior superfície exposta a evapotranspiração, intensificado a perda de água pela planta e pelo solo.

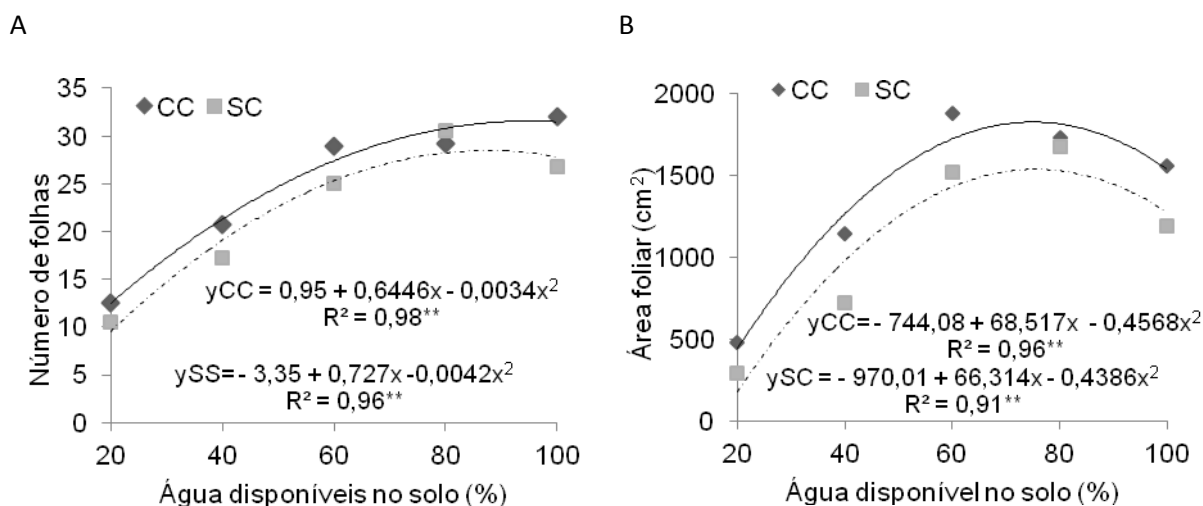


Figura 1. Número de Folhas (A) e área foliar (cm²) (B) do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* Walp.) cv. BRS Pujante aos 45 DAP (b), cultivado sob níveis de água disponível no solo, com e sem cobertura. Pombal, PB, 2015.

As respostas observadas no número de folhas foram similares as obtidas para área foliar, observando-se maior área foliar nas plantas de feijão Caupi cv. BRS Pujante no solo com e sem cobertura, sob disponibilidade de água de 75%, com valores máximos de área foliar aos 45 DAS de 1.825,2 e 1.536,4 cm², respectivamente (Figura 1B). Resultados estes três vezes superiores aos observado para as plantas sob o menor nível de água disponível no solo, demonstrando a severidade do estresse hídrico sob o crescimento das plantas da cv. BRS Pujante. Resultados semelhantes foram observados por Bastos et al. (2012), avaliando diferentes regimes hídricos na cultura do feijão Caupi, observaram que a redução da disponibilidade de água afetou diretamente o número de folhas e a área foliar dá plantas. Os autores ainda ressaltam que as reduções ocasionadas na área foliar ocasionadas pelo déficit hídrico, repercutiram negativamente sob o rendimento de grãos.

Segundo Larcher (2000), a redução da perda de água devido ao decréscimo da superfície de transpiração da planta é uma das medidas comportamentais de resistência ao déficit hídrico, evitando a perda excessiva de água em longo prazo. Fato confirmado no presente, onde o crescimento da cv. BRS Pujante foi drasticamente afetada pelo estresse hídrico sob as disponibilidades hídricas no solo inferiores a 60% no solo sem cobertura e de 50% no solo com cobertura. Verificando-se ainda que a técnica de cobertura do solo amenizou o efeito do estresse hídrico sob as plantas de feijoeiro, sendo uma estratégia viável para o cultivo da espécie regiões com problemas de baixa disponibilidade água, haja vista que o aumento da área foliar da cultura exerce efeito direto sob a produção de grãos (BASTOS et al., 2012).

Quanto à resposta fisiológica das plantas, verificou-se no solo sem cobertura, redução linear da taxa de assimilação de CO₂ e da condutância estomática conforme o aumento da água disponível no solo (Figura 2 A e C). A redução da taxa fotossintética e da condutância estomática das plantas de feijoeiro-caupi cv. BRS Purjante corroboram com a redução da concentração interna de CO₂ nos maiores níveis de água disponível no solo. De modo que à redução do influxo de CO₂ para cavidade subestomática, está relacionada ao

fechamento parcial dos estômatos, reduzindo com isso o substrato para atividade da Ribulose 1,5 bifosfato carboxilase/oxigenase (RUBISCO) (MACHADO et al., 2005).

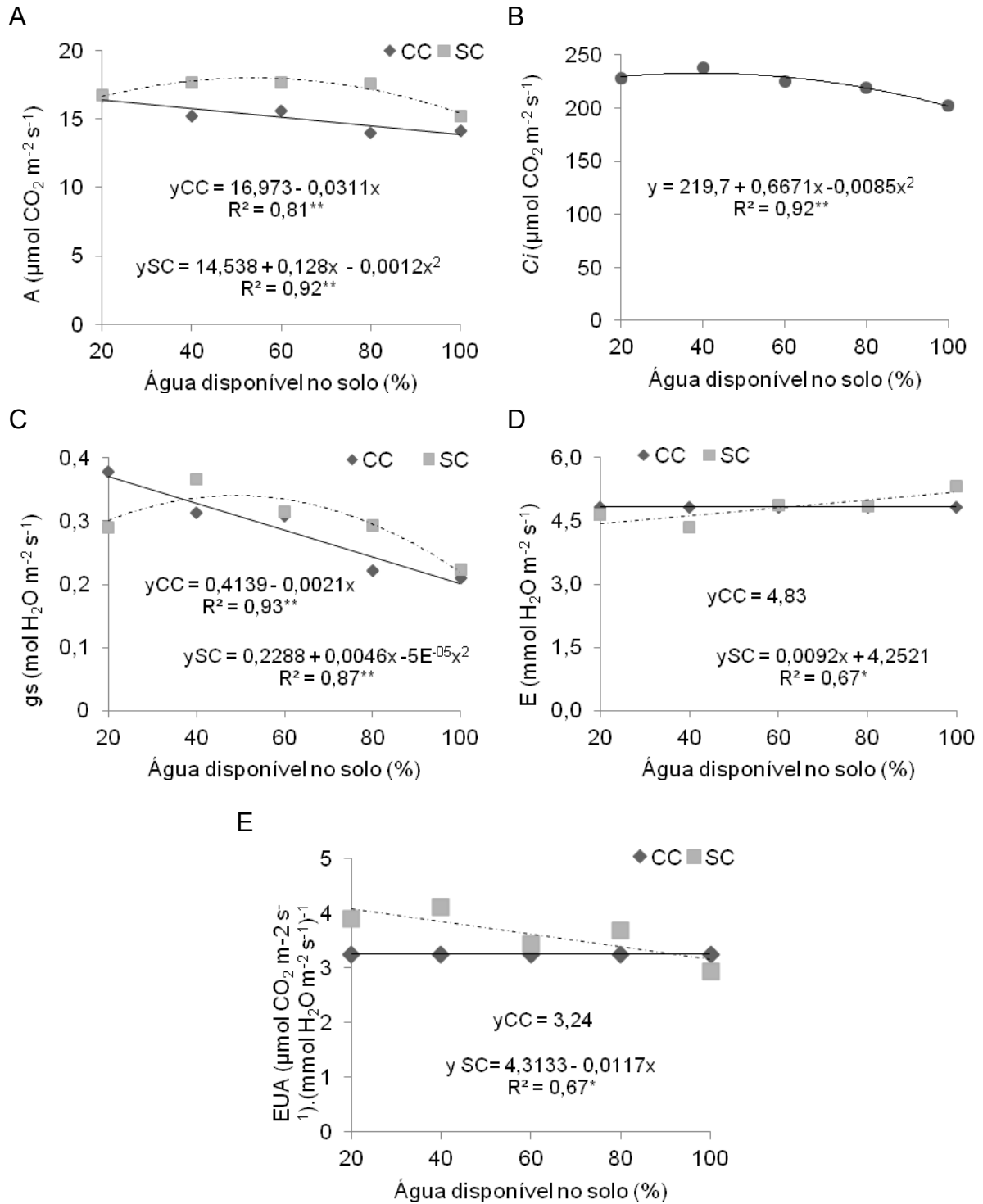


Figura 2. Taxa de assimilação de CO₂ (A) (A), Concentração intercelular de CO₂ (C_i) (B), condutância estomática (g_s) (C), transpiração (E) (D) e eficiência do uso da água (EUA) (E) de plantas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* Walp.) cultivar BRS Pujante aos 45 DAP, cultivado sob níveis de água disponível no solo, com e sem cobertura. Pombal, PB, 2015.

Para transpiração e a eficiência do uso da água das plantas de feijoeiro-caupi cv. BRS Purjante cultivadas em solo com cobertura, não foi verificado ajuste significativo em função dos diferentes níveis de água disponível do solo, obtendo-se médias de 4,83 (mmol H₂O m⁻² s⁻¹) e 3,24 (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹). (mmol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹ para transpiração e eficiência do uso da água respectivamente (Figura 1 D e F). Apontando que a maior abertura estomática verificada nas plantas sob condições de menor disponibilidade de água no solo, possivelmente foi relacionada à necessidade de reduzir o potencial de água na planta, em busca de extrair água do solo sob condições de baixo potencial matricial (TAIZ; ZAIGER, 2013). Esse fenômeno aumentou o influxo de CO₂ na planta em prol da maior abertura estomática, com isso estimulando ao maior potencial fotossintético das plantas sob menor disponibilidade hídrica em função da maior disponibilidade de substrato para RUBISCO (Figura 2A, B e C).

Resultados semelhantes foram verificado por Dutra et al. (2015), em que o aumento da lamina de irrigação reduziu a condutância estomática e conseqüentemente a taxa fotossintética das plantas de feijão-caupi cv. BRS Guariba e BRS Marataoã.

Nas plantas cultivadas sem cobertura do solo verificou-se que a maior taxa de assimilação de CO₂ (17,7 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹) ocorreu quando as plantas foram cultivadas em solo com 53% de água disponível (Figura 1A). O aumento da atividade fotossintética pode estar relacionado ao maior consumo de CO₂, haja vista, que foi verificado reduções na concentração interna de CO₂ a partir do nível de 40% AD. No entanto, acredita-se que aumento gradual da taxa fotossintética foi barrado devido ao fechamento estomático, calculado em

níveis de A_d superiores a 46% em resposta aos estresses abióticos (JADOSKI et al., 2005). Inibindo o influxo de CO_2 para cavidade subestomática e com isso limitando a atividade da RUBISCO.

Sabendo que as plantas cultivadas sob os maiores níveis de disponibilidade de água obtiveram os maiores índices de área foliar, apresentando dessa forma, grande superfície foliar exposta a demanda evapotranspirativa, com isso necessitando de regular a perda de água de modo a manter a planta turgida e em plena atividade fotossintética mesmo que essa não esteja em sua máxima magnitude.

Para isso, o fechamento estomático é estratégia de maior viabilidade, haja vista, que estes são responsáveis por regular todas as atividades de trocas gasosas (SHIMAZAKI et al., 2007; Brito et al., 2012). No entanto, no solo sem cobertura morta que a transpiração das plantas de feijão-caupi aumento linearmente em função do aumento da água disponível no solo, independente do fechamento estomático. Consequentemente afetando negativamente a eficiência do uso da água, que respondeu de forma linear decrescente em função do aumento da água disponível, possivelmente em função da redução da taxa fotossintética, em função da baixa concentração interna de CO_2 .

5. CONCLUSÕES

O maior crescimento em número de folhas e área foliar da cultivar BRS Pujante ocorre em cultivos com água disponível no solo acima de 75%.

A cobertura do solo reduziu os efeitos do estresse salino sob o crescimento das plantas de feijão-caupi cultivar BRS Pujante

O mecanismo de tolerância das plantas da cultivar BRS Pujante está relacionado à redução do número de folhas e da área foliar e o aumento das trocas gasosas nas folhas restantes.

As plantas de feijão-caupi cultivar BRS Pujante apresentam altos índices de eficiência do uso da água sob condições de baixa disponibilidade hídrica.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, J. dos P. et al. Avaliação de genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto e tegumento marrom em diversos ambientes n Bahia. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO-CAUPI, 5, 2001, Teresina. **Avanços tecnológicos no feijão-caupi: anais**. Teresina: EMBRAPA Meio-Norte, 2001a. p. 154-158. (EMBRAPA Meio-Norte. Documento, 56).

ALCÂNTARA, J. dos P. et al. Avaliação de genótipos de feijão-caupi de porte enramado e tegumento marrom em diversos ambientes da Bahia. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO-CAUPI, 5, 2001, Teresina. **Avanços tecnológicos no feijão-caupi: anais**. Teresina: EMBRAPA Meio-Norte, 2001c. p. 149-153. (EMBRAPA Meio-Norte. Documento, 56).

ALCÂNTARA, J. dos P. et al. BRS rouxinol, nova cultivar de caupi de porte semi-ereto para o Estado da Bahia. **Revista ceres**, Viçosa, MG, V, 48, n. 280. P. 723-728, 2001b.

ALCÂNTARA, J. P. et al. BRS Paraguaçu, novo cultivar de caupi de porte "enramador" e tegumento branco para o Estado da Bahia. **Revista Ceres**, v. 49, n. 286, p. 695-703, 2002.

ANDRADE JÚNIOR, A. S. de. et al. **Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)**. Teresina, PI: Embrapa Meio-Norte, 2002. 108 p.: il.; 21 cm. - (Embrapa Meio-Norte. Sistemas de Produção: 2).

BASTOS, E. A. et al. Parâmetros fisiológicos e produtividade de grãos verdes do feijão-caupi sob déficit hídrico. **Water Resources and Irrigation Management**, v.1, p.31-37, 2012.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6 ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 1995. 657p.

BEZERRA, A. A. de C. **Variabilidade e diversidade genética em caupi (*Vigna unguiculata* (L.) walp) precoce, a de crescimento determinado e porte ereto e semi-ereto.** 1997, 105. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

BEZERRA, F. M. L. et al. Feijão-caupi e déficit hídrico em suas fases fenológicas. **Revista Ciência Agronômica**, v.34, p.13-18, 2003.

BRITO, M. E, B. et al. Comportamento fisiológico de combinações copa/porta-enxerto de citros sob estresse hídrico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, p.857-865, 2012.

CAMPOS, J.H.B.C.; SILVA, M.T.; SILVA, V.P.R. da. Impacto do aquecimento global no cultivo do feijão-caupi, no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.4, p.396–404, 2010.

CARDOSO, M. J. et al. **Cultura do feijão macáçar (*Vigna Unguiculata* L. Walp)no Piauí: aspectos técnicos** . Teresina: EMBRAPA-UEPAE de Teresina, 1991. 43p. (EMBRAPA-UEPAE de Teresina. Circular Técnica, 9).

CAVALCANTI, F. J. et al. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco.** 2ª Aproximação. Recife – Instituto Agronômico de Pernambuco – IPA, 2008. 212p. II.

DUTRA, A. F. et al. Parâmetros fisiológicos e componentes de produção de feijão-caupi cultivado sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, v.10, n.2, p.189-197, 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência Agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.

FILHO, R. V. **Manejo da cultura do feijoeiro visando ao controle de plantas daninhas.** VI Seminário sobre pragas, doenças e plantas daninhas do feijoeiro, Campinas (SP), 2007. (Documentos IAC).

FOLEGATTI, M. V et al. **Efeito de diferentes níveis de irrigação e de déficit hídrico na produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L).** In: Congresso Chileno De Engenharia Agrícola, 2., 1997, Chillán. Disquete. Chillán, 1997.

FREIRE FILHO, F. R. **Feijão-caupi Avanços tecnológicos.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; 2005. 519 p. (Embrapa Informação Tecnológica).

FROTA. A. A. A.; PEREIRA, P. R. Caracterização do feijão-caupi na região meio-norte do Brasil. CARDOSO, M. J. (Org.). **A cultura do feijão-caupi no meio-norte do Brasil.** EMBRAPA Meio-Norte, 2000. 264p. (Circular Técnica, 28).

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola.** Rio de Janeiro: IBGE, v.16-20, 2011.

JADOSKI, S. O. et al. Relações hídricas e fisiológicas em plantas de pimentão ao longo de um dia. **Ambiência**, v. 1, n. 1, p. 11-19, 2005.

LOCATELLI, V. E. R. et al. Componentes de produção, produtividade e eficiência da irrigação do feijão-caupi no cerrado de Roraima. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.6, p.574–580, 2014.

MACHADO, E. C. et al. Respostas da fotossíntese a fatores ambientais em três espécies de citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 1161-1170, 2005.

NASCIMENTO, J.T. et al. Efeito da variação de níveis de água disponível no solo sobre o crescimento e produção de feijão caupi, vagens e grãos verdes. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.2, p.174-177, 2004.

PUPPALA, N. et al. Evapotranspiration, yield, and water-use efficiency responses of *Lesquerella fendleri* at different growth stages. **Industrial Crops and Products**, v.21, p.33-47, 2005.

RODRIGUES, J. E. L. et al. Doses de P e K para o feijão-caupi em solo ácido, de baixa fertilidade do estado do Pará. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 3., 2013, Recife-PE. **Anais...** . Recife: CONAC, 2013.

SANTOS, C.A.F. et al. Comportamento produtivo de caupi em regime irrigado e de sequeiro em Petrolina e Juazeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.11, p.2229-2234, 2000.

SANTOS, H. G. dos. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** – 3 ed. rev. ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2013. 353 p.

SHIMAZAKI, K. I. et al. Light regulation of stomatal movement. **Annual Review of Plant Biology**, v. 58, p. 219-247, 2007.

SILVA, K, J. D. **Centro de Inteligência do Feijão**. Disponível em: <www.cpamn.embrapa.br>, 2009. Acesso em 20/07/2015.

STONE, L. F. et al. Evapotranspiração do feijoeiro irrigado em plantio direto sobre diferentes palhadas de culturas de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.577-582, 2006.

SUMMERFIELD, R. J. et al. The physiology cowpea. In: SINGH, S.R.; RACHIE, K.O. (Eds.). **Cowpea research, production and utilization**. Chichester: John Wiley, 1985. p.66-101.

TAGLIAFERRE, C. et al. Características agronômicas do feijão caupi inoculado em função de lâminas de irrigação e de níveis de nitrogênio. **Revista Ceres**, v. 60, n.2, p. 242-248, 2013.

WANG, X. P. et al. Water balance change for a re-vegetated xerophyte shrub area. **Hydrological Sciences Journal**, v. 49, n.2, p. 283-295, 2004.