



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

JEAN TELVIO ANDRADE FERREIRA

**TROCAS GASOSAS FOLIARES DE ESPÉCIES DE PLANTAS LEGUMINOSAS E
NÃO- LEGUMINOSAS CULTIVADAS EM AMBIENTE SEMIÁRIDO**

AREIA

2025

JEAN TELVIO ANDRADE FERREIRA

**TROCAS GASOSAS FOLIARES DE ESPÉCIES DE PLANTAS LEGUMINOSAS E
NÃO- LEGUMINOSAS CULTIVADAS EM AMBIENTE SEMIÁRIDO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de “**Mestre em Agronomia**”. Área de concentração: Agricultura tropical.

Orientador: Prof.(a) Dr. Djail Santos

Coorientador: Prof. (a) Dr. Tancredo Augusto Feitosa de Souza

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

F383t Ferreira, Jean Telvio Andrade.

Trocas gasosas foliares de espécies de plantas leguminosas e não-leguminosas cultivadas em ambiente semiárido / Jean Telvio Andrade Ferreira. - Areia, 2025.

47 f.

Orientação: Djail Santos Santos.

Coorientação: Tancredo Augusto Feitosa de Souza Souza.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCA.

1. Respostas Fotossintéticas. 2. Plantas Leguminosas. 3. Plantas de Cobertura. I. Santos, Djail Santos. II. Souza, Tancredo Augusto Feitosa de Souza. III. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635 (043.3)

JEAN TELVIO ANDRADE FERREIRA

**TROCAS GASOSAS FOLIARES DE ESPÉCIES DE PLANTAS LEGUMINOSAS E
NÃO-LEGUMINOSAS CULTIVADAS EM AMBIENTE SEMIÁRIDO**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós- Graduação em
Agronomia da Universidade
Federal da Paraíba, como requisito
parcial à obtenção do título de
“**Mestre em Agronomia**”. Área de
concentração: Agricultura tropical.

APROVADA EM: 28 / 02/ 2020.

Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente



DJAIL SANTOS

Data: 26/11/2024 11:47:53-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador: Professor Dr. Djail Santos
(Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Centro de Ciências
Agrárias, Universidade Federal da Paraíba)

Documento assinado digitalmente



MANOEL BANDEIRA DE ALBUQUERQUE

Data: 26/11/2024 10:11:06-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinador Interno: Professor Dr. Manoel Bandeira de
Albuquerque (Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Centro de
Ciências Agrárias, Universidade
Federal da Paraíba)

Examinador Externo: Dr Francisco Thiago Coelho Bezerra
(Pós-Doutorado Júnior (PDJ/CNPq) Universidade Federal da Paraíba)

Aos meus pais e todos aqueles que de alguma forma estiveram e estão próximos de mim, fazendo esta vida valer cada vez mais a pena, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, que permitiu tudo isso acontecer ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como universitário, mas em todos os momentos sendo meu maior mestre.

Agradeço aos meus pais, José Ferreira Filho e Maria Ilza Andrade Ferreira, que sempre foram minha maior fonte de inspiração e força. Meus irmãos Carla e Túlio, minha sobrinha Maria Helena e cunhado Chico. Sou grato todos os meus familiares, por acreditarem e apoiarem meu sonho.

Ao Prof. Dr. Djail Santos pela orientação e Dr. Tancredo Augusto Feitosa de Souza pela co-orientação, não só pela confiança, mas por cada correção que serve para o meu crescimento profissional e pessoal, e todo apoio me dado durante o mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos durante o curso de mestrado.

Agradeço ao CCA, por me proporcionar um ambiente criativo e amigável para os estudos. Sou grato à cada membro do corpo docente, à direção e a administração dessa instituição de ensino.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Manoel Bandeira de Albuquerque e Dr. Francisco Thiago Coelho Bezerra, pela disponibilidade de participar e pelas contribuições pessoais acerca da dissertação.

A equipe de trabalho Karla, Thamillys, Valber e os trabalhadores da fazenda experimental Jó, Fã, Xuriu e Vavá, por todo apoio durante o experimento.

Aos amigos que fiz nesse curto período de mestrado, em especial a Jackson, Wilma, Karla, Ítala, Paloma, Reinaldo, Romario, Rodrigo, João, Fabiano, Ivan, Micaela, Francinaldo, Andressa, Bruno, Joana, enfim, a minha turma 2018.1

Ao grupo Tenda e todos seus integrantes por todo apoio e os conhecimentos transmitidos.

A todos, meus sinceros agradecimento.

FERREIRA, J. T.A. **Trocas gasosas foliares de espécies de plantas leguminosas e não-leguminosas cultivadas em ambiente semiárido.** 2020. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba. 49p.

RESUMO GERAL

A região semiárida por suas características climáticas pode fazer com que as plantas se comportem de formas variadas de acordo com as condições do ambiente e com respostas diferentes ao longo do dia. O objetivo com o trabalho foi avaliar as trocas gasosas foliares pelo método do curso diário de plantas leguminosas e não leguminosas na região semiárida em um experimento com três blocos casualizados e dez tratamentos (*Crotalaria juncea* L., *C. spectabilis* Roth, *C. ochroleuca* G. Don., *Canavalia ensiformes* (L.) DC., *Dolichos lablab* L., *Mucuna pruriens* (L.) DC., *Neonotonia wightii* (Wight & Arn.) J.A. Lackey e *Brachiaria decumbens* Stapf), *Pennisetum americanum* (L.) R.Br.), *Stilozobium aterrimum* Piper and Tracy. As avaliações foram feitas seguindo o método do curso diário, sucessivamente nos horários de 8:00-10:00, 10:00-12:00, 12:00-14:00, 14:00- 16:00 e 16:00-18:00 horas. As variáveis analisadas foram para temperatura, condutância estomática, concentração interna de gás carbônico, relação entre concentração interna e externa de gás carbônico, assimilação líquida de CO₂, transpiração, eficiências no uso da água, intrínseca do uso da água e de carboxilação em função dos horários de avaliações e das espécies. As espécies *C. juncea*, *C. ochroleuca* e *C. spectabilis* da família Fabaceae apresentaram os maiores valores para assimilação líquida de CO₂ nas condições ambientais da área, os horários 08:00-10:00 e 10:00-12:00 apresentaram os maiores valores na taxa de assimilação líquida, as espécies *B. decumbens*, *P. americanum* e *C. juncea* foram mais eficientes na utilização da água.

Palavras chave: respostas fotossintéticas; plantas leguminosas; plantas de cobertura.

FERREIRA, J. T.A. **Leaf gas exchange of leguminous and non-leguminous plant species grown in a semiarid environment.** 2020. Dissertation (Master's in Agronomy) – Federal University of Paraíba, Areia, Paraíba. 49p.

ABSTRACT

The Região semiárida region due to its climatic characteristics can make the plants behave in different ways according to the conditions of the environment and with different responses throughout the day. The objective of the work was to evaluate leaf gas exchange using the daily course method of leguminous and non-leguminous plants in the semi-arid region of Paraíba in an experiment with three randomized blocks and ten treatments (*Crotalaria juncea* L., *C. spectabilis* Roth, *C. ochroleuca* G. Don., *Canavalia ensiformes* (L.) DC., *Dolichos lablab* L., *Mucuna pruriens* (L.) DC., *Neonotonia wightii* (Wight & Arn.) J.A. Lackey e *Brachiaria decumbens* Stapf), *Pennisetum americanum* (L.) R.Br.), *Stilozobium aterrimum* Piper and Tracy. Assessments were made using the daily course method, successively at the hours of 8: 00-10: 00, 10: 00-12: 00, 12: 00-14: 00, 14: 00-16:00 and 16:00 -18: 00 hours. The variables analyzed were for temperature, stomatal conductance, internal concentration of carbon dioxide, relationship between internal and external concentration of carbon dioxide, net CO₂ assimilation, transpiration, water use efficiencies, intrinsic use of water and carboxylation as a function of evaluation and species schedules. The species *C. juncea*, *C. ochroleuca* and *C. spectabilis* of the Fabaceae family showed the highest values for net CO₂ assimilation in the environmental conditions of the area, the hours 8: 00-10: 00 and 10: 00-12: 00 higher values in the liquid assimilation rate, the species *B. decumbens*, *P. americanum* and *C. juncea* were more efficient in the use of water.

Keywords: photosynthetic responses; leguminous plants; cover plants.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Precipitação acumulada (barra, mm); temperatura média (linha contínua marcador (▲), °C), umidade relativa (linha contínua marcador (■), %) no local estudado Areia, Paraíba, Brasil, no período de junho a dezembro de 2018. Dados obtidos no site: http://www.inmet.gov.br	29
Figura 2 – Dispersão das variáveis fisiológicas das espécies de plantas, leguminosas e não leguminosas, cultivadas em ambiente ‘ e agrupamentos dos tratamentos com base nos escores do primeiro (CP1) e segundo (CP2) componente principal.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características das plantas utilizadas no experimento (Agosto a dezembro de 2018).....	30
Tabela 2 - Resumo das análises de variância (Quadrado Médio) para temperatura (Tleaf), condutância estomática (Gs), concentração interna de gás carbônico (Ci), relação entre concentração interna e externa de gás carbônico (Ci/Ca), assimilação líquida de CO ₂ (A), transpiração (E), eficiências no uso da água (EUA), intrínseca do uso da água (EiUA) e de carboxilação (EiC) em função dos horários de avaliações (H) e das espécies (E) de plantas leguminosas e não-leguminosas.....	32
Tabela 3 - Valores médios de temperatura foliar (°C) em função dos horários de avaliações e das espécies de plantas, leguminosas e não leguminosas, cultivadas em ambiente semiarido...	33
Tabela 4 - Valores médios de concentração interna de CO ₂ (μmol CO ₂ mol ⁻¹ ar) em função dos horários de avaliações e das espécies de plantas, leguminosas e não leguminosas, cultivadas em ambiente semiarido.....	34
Tabela 5 - Valores médios de concentração interna de CO ₂ (μmol CO ₂ mol ⁻¹ ar) em função dos horários de avaliações e das espécies de plantas, leguminosas e não leguminosas, cultivadas em ambiente semiarid.....	35
Tabela 6 - Valores médios de relação entre concentração interna e externa de gás carbônico (Ci/Ca) em função dos horários de avaliações e das espécies de plantas, leguminosas e não leguminosas, cultivadas em ambiente semiarido.....	36
Tabela 7 - Valores médios da assimilação líquida de CO ₂ (A) em função dos horários de avaliações e das espécies de plantas, leguminosas e não leguminosas, cultivadas em ambiente semiarido.....	37
Tabela 8 - Valores médios de transpiração (E) em função dos horários de avaliações e das espécies de plantas, leguminosas e não leguminosas, cultivadas em ambiente semiarido.....	38
Tabela 9 - Valores médios da eficiência no uso da água (EUA) em função dos horários de avaliações e das espécies de plantas, leguminosas e não leguminosas, cultivadas em ambiente semiarido.....	39
Tabela 10 - Valores médios de eficiências intrínsecas do uso da água (EiUA) em função dos horários de avaliações e das espécies de plantas, leguminosas e não leguminosas, cultivadas em ambiente semiarido	40
Tabela 11 - Valores médios de eficiências instantâneas de carboxilação (Eic) em função dos horários de avaliações e das espécies de plantas, leguminosas e não leguminosas, cultivadas em	

ambiente semiarido 41

Tabela 12 - Matriz de autovalores e autovetores dos componentes principais (CP) das variáveis fisiológicas das espécies de plantas, leguminosas e não leguminosas, cultivadas em ambiente semiarido..... 42

LISTA DE ABREVIACÕES

<i>A</i>	Taxa de assimilação de CO ₂
<i>C_i</i>	Concentração interna de carbono
<i>E</i>	Transpiração
<i>E_iC</i>	Eficicia intrnseca de carboxilação
<i>E_iUA</i>	Eficicia intrnseca no uso da água
<i>G_s</i>	Condutncia estomática

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 PLANTAS DE COBERTURA.....	14
2.1.1 Leguminosas perenes e anuais utilizadas como plantas de cobertura	14
2.1.2 Leguminosas anuais.....	15
2.1.3 Leguminosas perenes.....	16
2.1.4 Não-leguminosas utilizadas como plantas de cobertura	16
2.1.5 Não-leguminosas anuais e perenes usadas como plantas de cobertura	17
2.2 TROCAS GASOSAS EM PLANTAS LEGUMINOSAS E NÃO-LEGUMINOSAS	17
REFERÊNCIAS	19
CAPÍTULO I	24
3 INTRODUÇÃO.....	27
4 MATERIAL E MÉTODOS	29
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
6 CONCLUSÕES.....	44
REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO GERAL

A agricultura é uma atividade milenar que com o passar dos anos sofreu transformações, com a finalidade de otimizar a produção e produzir mais alimento, tendo em vista a demanda crescente devido ao aumento da população mundial (GARÉ et al., 2020). Porém, o intenso uso, atrelado a um mau gerenciamento dos recursos naturais, vem acarretando graves problemas de degradação do ambiente, e assim tem-se vista como primeiro plano a obtenção de rentabilidade e lucratividade agrícola, deixando de lado o equilíbrio ambiental, o que afeta drasticamente a relação solo-água-planta-atmosfera.

Esses problemas são sentidos de forma mais intensa pelos agricultores familiares, já que possuem um menor poder aquisitivo, levando-os a recorrer a sistemas alternativos para que viabilizem os custos de sua produção (MICU et al., 2022). Torna-se necessária a adoção de medidas que proporcionem a produção de alimentos buscando-se ao mesmo tempo diminuindo os efeitos de degradação dos solos gerados ao longo das últimas décadas (VIEIRA et al., 2019).

Os adubos verdes têm ressurgido no final do último século XX e começo do século XXI como alternativa viável, voltando assim a ter sua importância reconhecida pelos produtores rurais (ARAUJO et al., 2019). As respostas mediante as trocas gasosas entre a planta e o ambiente, e de crescimento são informações que proporcionam uma melhor tomada de decisão quando o objetivo é obter ganhos produtivos aliados a racionalidade no uso dos recursos naturais e equilíbrio ambiental (DANTAS et al., 2021).

As plantas da família Leguminosae se destacam por sua utilização como adubos verdes devido a efeitos benéficos, principalmente fixação de nitrogênio. Além disto pode-se destacar seus efeitos na cobertura vegetal, melhorando atributos químicos e biológicos (MELO et al., 2019; MARSHALL et al., 2020). Assim, este grupo de plantas vem sendo estudado principalmente em sucessão ou consórcio com espécies de culturas anuais ou perenes em áreas de produção (SHEKINAH, 2018; ARAUJO, 2019). Além destas as não-leguminosas como por exemplo as gramíneas são utilizadas pois oferecem uma cobertura satisfatória do solo e melhoria na atividade microbiana, além de fornecer renda extra no período entressafra (AMORIM, 2020).

O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho fisiológico de dez espécies vegetais de cobertura leguminosas e não-leguminosas no Região semiarida em região semiárida, de acordo com as suas trocas gasosas foliares, estimando o período de valores máximos de absorção e correlacionando-os com a produção de biomassa.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PLANTAS DE COBERTURA

A partir das décadas de 1980 e 1990 intensificaram-se estudos sobre a retomada e importância das plantas de cobertura (WEZEL et al., 2014), levando em consideração principalmente a diminuição dos custos e melhoria nutricional dos solos, visto que agricultores familiares não conseguiam se inserir no meio produtivo devido ao seu menor poder aquisitivo. As melhorias com a utilização dessas plantas dizem respeito principalmente aos atributos químicos, físicos e biológicos com a disponibilização de nutrientes, a melhoria na estrutura do solo (TRAIL et al., 2019; SALOMÃO et al., 2020), atrelado também ao manejo das plantas espontâneas e o cultivo consorciado com uma cultura econômica principal (ARAUJO et al., 2019).

Na tomada de decisão por espécies de plantas a serem utilizadas para cultivo deve-se tomar cuidado com a adaptação das espécies ao clima e solo da região, além de sua produtividade e facilidade no manejo (IASTREMSKI et al., 2021). No contexto da utilização de plantas de cobertura e adubos verdes se destacam as leguminosas devido a fixação de nitrogênio (através da simbiose com bactérias fixadoras do N atmosférico) quando comparadas, por exemplo, com as gramíneas que também são utilizadas para cobertura (DANTAS et al., 2019). Além disso, as leguminosas se destacam também devido a uma decomposição mais rápida o que favorece a liberação e mineralização de nutrientes, controle de alguns patógenos bem como possibilitar uma semeadura mais rápida de culturas de sucessão (NETO et al., 2018; SHEKINAH et al., 2018).

Com a finalidade de obter sustentabilidade agrícola, aliado a um custo compatível com as condições financeiras a adoção de medidas torna-se necessária (JESUS et al., 2019). Nesse contexto, a utilização de plantas de cobertura como adubos verdes tem se tornado uma opção, visto que além da função de proteção do solo, propiciam a disponibilidade e ciclagem de nutrientes e aumento da matéria seca (NUNES et al., 2020).

2.1.1 Leguminosas perenes e anuais utilizadas como plantas de cobertura

Na utilização de plantas de cobertura como adubos verdes destacamos as famílias das leguminosas (Fabaceae), que possuem boa capacidade de fixam nitrogênio atmosférico e incorporação ao solo, além de sua capacidade em realizar simbiose com bactérias, especialmente do gênero *Rhizobium*, tornando-se um suprimento de Nitrogênio para as culturas

(SOARES et al., 2019).

Para utilização das plantas de cobertura, alguns aspectos são relevantes, principalmente os processos de adaptação das espécies às diferentes condições edafoclimáticas, além disto, a acessibilidade das sementes para a semeadura, a facilidade de manejo e os custos financeiros. (BARBOSA et al., 2020). Estas espécies podem ser utilizadas sozinhas ou em consórcios com Fabaceae, buscando-se um melhor aproveitamento na reposição de Nitrogênio no solo, e a elevação da produtividade (CAMPOS, 2019).

No contexto da agricultura nacional, existem inúmeras espécies com potencial para plantas de cobertura, caso das famílias Poaceae e Crucíferas, entretanto, estudos demonstram que as leguminosas possuem destaque devido a características como a boa relação C/N, sobretudo no período de florescimento, uma rápida decomposição favorecendo a mineralização e liberação de nutrientes e a simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico, o que possibilita a dispensa da adubação nitrogenada mineral (FREITAS et al., 2020).

Alguns trabalhos já foram desenvolvidos mostrando a eficácia das espécies pertencentes a essa família, indicando um ganho na produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes, principalmente de nitrogênio e potássio, reduzindo os riscos de lixiviação, já que como característica destaca-se seu rápido crescimento e estabelecimento no campo, mesmo quando submetidas a condições com altas temperaturas como é o caso das regiões tropicais (SILVA et al., 2021).

2.1.2 Leguminosas anuais

Na família das leguminosas (Fabaceae), de características anuais, cabe um destaque às espécies do gênero *Crotalaria*, que são destaque na utilização como plantas de cobertura. Estas em geral são arbustivas, de crescimento determinado e sementes de tamanho reduzido com formato parecido ao de um rim, pode-se destacar as espécies *C. juncea* e *C. spectabilis*, as mesmas possuem características que as credenciam como a boa adaptação a solos de reduzida fertilidade (FRASCA et al., 2023), sendo vistas em muitos lugares como espécies “melhoradoras” Cabe destacar outras espécies que também são utilizadas em menor escala como *C. breviflora*, *C. ochroleuca*, *C. grantiana*, *C. mucronata* e *C. paulina*.

Outras espécies de grande utilização como plantas de cobertura são as do gênero *Mucuna*, que possuem alta capacidade de fixação de N e de ciclagem de outros nutrientes, e também são consideradas espécies melhoradoras dos solos, vale destacar seu efeito competitivo

sobre plantas infestantes que são suprimidas pelo sombreamento devido ao seu rápido crescimento, as representantes são: mucuna-preta, mucuna-anã, mucuna-cinza, mucuna-rajada e mucuna-verde (DIAS et al., 2021). Porém, o destaque fica para a mucuna-preta devido a sua boa adaptação, rápido crescimento e alta produção de biomassa verde, sendo bem utilizada na alimentação animal (NETO et al., 2018; SOUZA et al., 2018).

Diversos trabalhos vêm sendo realizados com essa espécie para facilitar o seu manejo, e consequentemente, um melhor efeito nos atributos do solo (QUEIROZ et al., 2019). Além destas, a *Canavalia ensiformes* tem sido utilizada como planta de cobertura pela sua boa adaptação a solos de baixa fertilidade, e a sua eficiência na cobertura do solo (SANTOS et al., 2021).

2.1.3 Leguminosas perenes

A soja perene é uma das principais espécies da família Fabaceae utilizadas como plantas de cobertura vegetal permanente, sendo utilizada no cultivo intercalado com algumas espécies forrageiras e também culturas perenes, tanto como forragem para animais pois apresenta alta produção de biomassa (MORAIS et al., 2017).

Vale destacar que no contexto de plantas leguminosas perenes usadas como plantas de cobertura, a espécie *Dolichos lab lab* tem sido estudada (NETO et al., 2018; NIZ et al., 2018) é uma planta rasteira e seu hábito de crescimento é indeterminado; os estudos sobre esta espécie estão relacionados devido principalmente ter uma boa produção de biomassa e se desenvolver bem mesmo a temperaturas mais altas (ADAMI et al., 2021).

2.1.4 Não-leguminosas utilizadas como plantas de cobertura

Para uso como plantas de cobertura pode-se destacar duas famílias além das leguminosas, são estas as gramíneas e as crucíferas, e dentro destas algumas espécies são de ciclo anual e perene, estas espécies desempenham um bom papel no que diz respeito à cobertura do solo, e suas raízes profundas atuam no processo de descompactação do solo, além de muitas delas como o milho e o trigo fornecem uma renda extra devido à colheita dos grãos e na obtenção de subprodutos. (FARELEIRA et al., 2022).

Em gramíneas pode-se evidenciar os estudos sobre muitas espécies a exemplo da *Brachiaria* (*Brachiaria decumbens*), milheto (*Pennisetum americanum* L.), milho (*Zea mays*), aveia-preta (*Avena sativa*), sorgo (*Sorghum bicolor*) e trigo (*Triticum*); já na família das crucíferas destaca-se o nabo-forrageiro (*Raphanus sativus* L.) (REIS et al., 2019).

2.1.5 Não-leguminosas anuais e perenes usadas como plantas de cobertura

No cultivo consorciado ou na entressafra, vale o destaque para algumas plantas de cobertura de ciclo mais rápido ocorrendo no período máximo menor que um ano, e vale ressaltar dentre essas plantas algumas não-leguminosas como é o caso da aveia-preta, nabo-forrageiro, milheto, milho e sorgo (BERTOLINO et al., 2021).

A espécie milheto possui características importantes como uma boa tolerância a estresses abióticos como seca, salinidade, temperatura elevada, e por isto é consideravelmente importante para as regiões semiárida (DUDHATE et al., 2018). As demais espécies também são amplamente estudadas e respostas positivas quanto ao seu uso como plantas de cobertura devido principalmente à produção de biomassa e reestruturação dos solos (LIMA et al., 2020). A utilização de algumas não-leguminosas perenes como *Brachiaria* utilizadas em consórcio ou não com outras espécies (ARRUDA et al., 2023), é vista, com bons olhos já que resultados como OLIVEIRA et al. (2019) demonstraram que elas são capazes de absorver formas de fósforo não detectadas pelos métodos tradicionais de análise de solo, tornando-o disponível para as culturas em sucessão. SILVA et al. (2018), constatou um aumento de 18% na produtividade de grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) com o uso de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, como planta de cobertura graças ao incremento nos teores de P nas folhas do feijoeiro.

2.2 TROCAS GASOSAS EM PLANTAS LEGUMINOSAS E NÃO-LEGUMINOSAS

Diferentes condições climáticas, implicam em respostas fisiológicas das plantas, e, por isso, os estudos relacionados às trocas gasosas são primordiais para facilitar o processo de tomada de decisão no campo visando a escolha das espécies. As plantas em diferentes estágios de desenvolvimento e sob condições como por exemplo de altas temperaturas ou estresse hídrico podem alterar seu aparato fotossintético (OZLU et al., 2022). Cabe destacar que as diferentes disponibilidades de água podem afetar diretamente o processo fotossintético, a água é necessária na liberação de prótons e elétrons da etapa fotoquímica, na regulação da abertura e fechamento estomático, o que possibilita a absorção de CO₂ e a mobilização de fotoassimilados nas plantas (ARAUJO et al., 2018). Nesse contexto, respostas como a redução da área foliar, abscisão foliar, fechamento estomático, crescimento radicular, redução da fotossíntese e aumento da deposição de cera foliar podem ser vistos em plantas sob estresse (TAIZ et al., 2017).

As taxas fotossintéticas estão intimamente relacionadas ao metabolismo fisiológico das

plantas, e seu comportamento tende a variar de acordo com as condições ambientais, (FELIPPE et al., 2020). Uma das respostas positiva no uso de plantas de cobertura é a produção de biomassa, e isto está intimamente ligado aos produtos da fotossíntese (VISHWAKARMA, et al., 2021).

A resposta das plantas aos fatores bióticos e abióticos tem sido fonte de pesquisa para entender o seu comportamento quando expostas a eventos desfavoráveis, tais como em seca, inundação, compactação do solo, dentre outros fatores. Estudos com a utilização de plantas não-leguminosas têm mostrado sua eficácia no que diz respeito a eficácia tanto na parte nutricional, como nas características físicas e biológicas no solo (ARAUJO, 2020). As características adaptativas de algumas espécies como o *P. americanum* e espécies de brachiárias se mostram promissoras devido suas características adaptativas a regiões de uma menor disponibilidade de água (COSTA, 2020; LOPES, 2020).

Em forrageiras pode-se notar que para a sua sobrevivência a planta pode alterar características morfológicas e fisiológicas como fechamento estomático, aumento da profundidade das raízes, ajuste osmótico, diminuição do diâmetro dos estômatos, dentre outros (VISHWAKARMA et al., 2021). Em seu trabalho, Melo et al. (2019) verificaram que plantas de cobertura da família Leguminosae em destaque a espécie *C. juncea* refletem uma maior adaptabilidade a condições de zona úmida da região semiárida brasileira em relação as taxas fisiológicas.

REFERÊNCIAS

- ADAMI, P. F.; COLET, R. A.; LEMES, E. S.; OLIGINI, K. F.; BATISTA, V. V. Plantas de cobertura nas entressafras soja-trigo e soja-soja. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n.3, p. 16551- 16567, 2020.
- AMORIM, S. P.; NASCIMENTO, D.; BOECHAT, C. L.; DUARTE, L. D. S. L.; ROCHA, C. B., CARLOS, F. S. Gramíneas e leguminosas como cobertura afetam atributos microbianos em latossolo do cerrado na região nordeste. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 1, p. 31-42, 2020.
- ARAÚJO, G. D. N. J.; GOMES, F. T.; SILVA, M. J.; ROSA J. A. M. F.; SIMÕES, V. J. L. P.; IZIDRO, J. L. P. S.; SILVA, T. G. F. Estresse hídrico em plantas forrageiras: Uma revisão. **Pubvet**, v. 13, n.1, p.1-10, 2019.
- ARAUJO, I. S.; SOUZA, T. A. F.; FORSTALL-SOSA, K. S.; OLIVEIRA L. E., SILVA, S. I. A.; SANTOS, D. *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. vs. *Mucuna pruriens* (L.) DC.: Efeito do cultivo de espécies de plantas não leguminosas e leguminosas sobre a comunidade de fungos micorrízicos nativos de solos arenosos. **Acta Biológica Catarinense**, v. 7, n. 2, p. 48-57, 2020.
- ARAUJO, T. D. S.; GALLO, A. D. S.; ARAUJO, F. D. S.; SANTOS, L. C. D.; GUIMARÃES, N. D. F.; SILVA, R. F. D. Biomassa e atividade microbiana em solo cultivado com milho consorciado com leguminosas de cobertura. **Revista de Ciências Agrárias**, v.42, n.2, p.51-60, 2019.
- ARRUDA, E. M.; OLIVEIRA J. M. F.; NETO, D. C. O. R.; SOUZA, J. A. L.; BRITO, S. G. Emergência e crescimento de *Brachiaria ruziziensis* em função da profundidade de semeadura em solos arenosos. **Scientific Electronic Archives**, v. 16, n. 7, 2023.
- BARBOSA, T. D. C. S.; LACERDA, C. F.; BARBOSA, F. E. L.; SANTOS B. R.; COSTA, M. C. G. Carbon and chemical fractionation of soil organic matter in irrigated banana plantation subjected to conservation practice. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.6, p. 42049-42063, 2020.
- BERTOLINO, K. M.; DUARTE, G. R. B.; VALADARES, G. M. P.; BOTREL, É. P.; MARTINS, F. A. D. Produção de biomassa e cobertura do solo pelo consórcio de crotalária e milho e sua influência em propriedades físicas do solo. **ForScience**, v.9, n.2, p. e00931-e00931, 2021.
- BRITO, M. F.; TSUJIGUSHI, B. P.; ROCHA, D. P.; SILVA, R. F. Reciclagem de nutrientes de adubos verdes e produtividade de milho cultivado em sucessão em agroecossistema de transição agroecológica. **Acta Iguazu**, v.6, n.3, p.11-21, 2017.
- CAMPOS, S. D. A. Épocas e métodos de manejo da aveia preta na cultura do milho. 2019
- CARVALHO D., R.C.D.; MUNHOZ, D. G.; BIANCHI, L.; ANUNCIATO, V. M.; TROPALDI, L.; SILVA, P. V.; VELINI, E. D. Resposta de glyphosate em mucuna-preta desenvolvida em diferentes temperaturas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p.e49710414355- e49710414355, 2021.
- CARVALHO, A. M. D.; COSER, T. R.; REIN, T. A.; DANTAS, R. D. A.; SILVA, R. R.; SOUZA, K. W. Manejo de plantas de cobertura na floração e na maturação fisiológica e

seu efeito na produtividade do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n.7, p.551-561, 2015.

CASTRO CARVALHO, F. L.; JÚNIOR, L. B. B.; SOUSA, R. R.; ARAÚJO, R. L.; ARAÚJO, N. B. P.; VERAS, F. H. C.; SILVA, S. D. D. Avaliação da adubação verde com leguminosas em cultivo consorciado com a cultura do milho (*Zea mays* L.). **Global Science and tecnologia**, v.12, n.2, p.116-127, 2019.

CLARK, M.; TILMAN, D. Comparative analysis of environmental impacts of agricultural production systems, agricultural input efficiency, and food choice. **Environmental Research Letters**, v.12, n.6, p.064016, 2017.

DANTAS, E. F.; FREITAS, A. D. S.; LYRA, M. D. C. C. P.; ROSALIA, S.; SANTOS, C. E.; CARVALHO N., S. J.; ARRUDA S. A. C.; SA B.; SAMPAIO, E. V. Biological fixation, transfer and balance of nitrogen in passion fruit (*Passiflora edulis* Sims) orchard intercropped with different green manure crops. **Australian Journal of Crop Science**, v. 13, n. 3, p. 465-471, 2019.

DANTAS, M.; LIMA, G. S.D.; GHEYI, H. R.; SILVA, A. A. R.D.; MELO, A. S.; MEDEIROS, L. C.D. Gas exchange and photosynthetic pigments of West Indian cherry under salinity stress and salicylic acid. **Comunicata Scientiae**, v. 12, p. e3664-e3664, 2021.

DUDHATE, A.; SHINDE, H.; TSUGAMA, D.; LIU, S.; TAKANO, T. Transcriptomic analysis reveals the differentially expressed genes and pathways involved in drought tolerance in pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br]. **PloS One**, v.13, n.4, p.1-14 2018.

FARELEIRA, P.; VIDEIRA, I.; SOARES, R.; MATOS, S.; ALMEIDA, L.; BARRADAS, A.; NUNES, A.P. Culturas de cobertura para a melhoria das propriedades microbiológicas do solo em sistemas de produção hortícola intensiva. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 4, p. 482- 486, 2022

FELIPPE, D.; NAVROSKI, M. C.; AGUIAR, N. S.; PEREIRA, M.; MORAES, C.; AMARAL, M. Crescimento, sobrevivência e trocas gasosas de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden submetidas a regimes de irrigação e aplicação de hidrogel. **Revista Florestal Mesoamericana Kurú**, v.17, n.40, 2020.

FRASCA, L.L.D.M; REZENDE, C.C.;SILVA, M.A.; LANNA, A.C.; FILIPPI, M.C.C.; Nascente, as. bioagentes e mistura de plantas de cobertura afetando a soja. In: **Colóquio Agrariae**. 2023. pág. 141-155.

FREITAS, E. M.D.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; FERREIRA, E. A.; GRAZZIOTTI, D. C. F. S.; GUIMARAES, A. G.; SILVEIRA, F. A.; AKER, A. Mevaluation of weed changes according to different fertilization management systems, through phytosociological analyzes in lettuce and carrot. **Australian Journal of Crop Science**, v. 14, n. 1, p. 150-160, 2020.

GARÉ, L. M.; MARTINS, L.; ARF, O.D.S.; BUZO, F.; PORTUGAL, J. R.; GARCIA, N. F. S.; SALES, L. Z. S. Adubação verde e nitrogenada sobre os componentes de produção e produtividade do feijoeiro de inverno irrigado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, n. 4, p. 1165-1176, 2020.

GODOY, J.R.L. Ecofisiologia do estabelecimento de leguminosas arbóreas da Mata Atlântica, pertencentes a diferentes grupos funcionais, sob atmosfera enriquecida com CO₂: uma abordagem sucessional. 2017. 114 f. Tese (Doutorado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente), Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, 2017.

IASTREMSKI, M. P.; RESENDE, J. T. V.; CAMARGO, C. K.; RUTHES, M. G.; SANTOS, M. A. P. Competition of onion genotypes in the soil and climatic conditions of Guarapuava, State of Paraná. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 43, p. e53105-e53105, 2021.

JESUS, K. R. E.; TORQUATO, S. A.; MACHADO, P. G.; ZORZO, C. R. B.; CARDOSO, B. O.; LEAL, M. R. L. V.; MOREIRA, D. A. Sustainability assessment of sugarcane production systems: SustenAgro Decision Support System. **Environmental Development**, v. 32, p. 100444, 2019.

JUKANTI, A. K.; GOWDA, C. L.; RAI, K. N.; MANGA, V. K.; BHATT, R. K. Crops that feed the world 11. Pearl Millet (*Pennisetum glaucum* L.): an important source of food security, nutrition and health in the arid and semi-arid tropics. **Food Security**, v.8, n.2, p.307-329, 2016.

LIMA, A. F.; SOUSA, G. G.; SOUZA, M. V. P.; SILVA JUNIOR, F. B.; GOMES, S. P.; MAGALHÃES, C. L. Cultivo do milho irrigado com água salina em diferentes coberturas mortas. **Irriga**, v. 25, n. 2, p. 347-360, 2020.

LOPES, M. N.; CÂNDIDO, M. J. D.; POMPEU, R. C. F. F.; SILVA, R. G.; LACERDA, C. F.; BEZERRA, M. A.; SOUZA C. M. S. Gas exchange in Massai grass fertilized with nitrogen and grazed by sheep. **Bioscience Journal**, v. 36, n. 1, 2020.

MARSHALL, C. B.; LYNCH, D. H. Soil microbial and macrofauna dynamics under different green manure termination methods. **Applied Soil Ecology**, v.148, p.1-8, 2020.

MELO, L. N.; SOUZA, T. A. F.; SANTOS, D. Transpiratory rate, biomass production and leaf macronutrient content of different plant species cultivated on a Regosol in the Brazilian Semiarid. **Russian Agricultural Sciences**, v.45, n.2, p.147-153, 2019.

MICU, M.M.; DUMITRU, E.A; VINTU, C.R; TUDOR, V.C.; FINTINERU, G. Modelos subjacentes ao desenvolvimento bem-sucedido da agricultura familiar a Romenia. **Sustentabilidade**, v.14, n.4, p. 2443, 2022.

NETO, R. C. A.; ARAÚJO, J. M.; ALMEIDA, U. O. Crescimento do sorgo forrageiro submetido à adubação verde. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v.5, n.1, p.177-187, 2018.

NUNES, M. R.; KARLEN, D. L.; VEUM, K. S.; MOORMAN, T. B.; CAMBARDELLA, C.A. Biological soil health indicators respond to tillage intensity: A US meta-analysis. **Geoderma**, v. 369, p. 114335, 2020.

OLIVEIRA, J. D. D.; SILVA, J. B. D.; ALVES, C. Z. Tratamentos para incrementar, acelerar

e sincronizar a emergência de plântulas de mucuna-preta. **Revista Ciência Agronômica**, v.48, n.3, p.531-539, 2017.

OLIVEIRA, J. S.; EMERENCIANO, N. J. V.; DIFANTE, G. S.; LISTA, F. N.; SANTOS, R. S.; BEZERRA, J. D. V.; Bonfim, B. R. S.; Milhomens, L. B. S.; Ribeiro, J. S. M. Structural and productive features of *Panicum* cultivars submitted to different rest periods in the irrigated semiarid region of Brazil. **Bioscience Journal**, v. 35, n. 3, 2019.

OZLU, E.; ARRIAGA, F. J.; BILEN, S.; GOZUKARA, G.; BABUR, E. Carbon foot print management by agricultural practices. **Biology**, v. 11, n. 10, p. 1453, 2022.

QUEIROZ, P. C.; SOUZA, A. R.; SANTOS, T. M.; CLEMENTE, J. M.; DUARTE, A. R.; MACHADO, M. G. Superação de dormência de sementes de mucuna-preta. **Humanidades e Tecnologia (Finom)**, v.1, n.18, p.68-75, 2019.

REIS, M. M.; SILVA, A. J. D.; SANTOS, L. D. T.; LOPES, É. M. G.; BARROS, R. E.; DONATO, L. M. S. Irrigação de milho com água residuária tratada: resposta de trocas gasosas e acúmulo de nutriente. **Ciência e Agrotecnologia**, v.43, p.1-10, 2019.

SALOMÃO, P. E. A.; KRIEBEL, W.; SANTOS, A. A.; MARTINS, A. C. E. The importance of straw no- tillage system for soil restructuring and organic matter restoration. **Research, Society and Development**, v.9, n.1, p.1-21, 2020.

SANTOS, V. F.; ARAÚJO, A. C.; FREITAS, P. R.; SILVA, A. L.; SANTOS, A. L.; ROCHA, B. A. M.; TEIXEIRA, C. S. Enhanced antibacterial activity of the gentamicin against multidrug- resistant strains when complexed with *Canavalia ensiformis* lectin. **Microbial Pathogenesis**, v. 152, p. 104639, 2021.

SILVA, J. V. D. S.; CRUZ, S. C. S.; ALOVISI, A. M. T.; KURIHARA, C. H.; XAVIER, W. D; MARTINEZ, M. A. Adubação fosfatada no feijoeiro cultivado sob palhada de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Revista Ceres**, v.65, n.2, p.181-188, 2018.

SILVA, M. A.; NASCENTE, A. S.; MELLO F. L. L.; REZENDE, C. C.; FERREIRA, E. A. S.; FILIPPI, M. C. C.; LACERDA, M. C. Plantas de cobertura isoladas e em mix para a melhoria qualidade do solo e das culturas comerciais no Cerrado. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. e11101220008-e11101220008, 2021.

SOARES, R.N.; OLIVEIRA, S. R.; SILVA S.; B. M. Morphological aspects and anatomy of the fruit, seeds and seedlings of *Pentaclethra macroloba* (willd.) Kuntze (Fabaceae). **Journal of Seed Science**, v. 41, n. 4, 2019.

SOUZA, G.A.V.S.; SOUZA, T.A.F.; RIOS, E.S.; SANTOS, D.; SOUZA, G.J.L.- Agronomic evaluation of legume cover crops for sustainable agriculture. **Russian Agricultural Sciences**, v. 44, n. 1, p. 31-38, 2018.

TAIZ, L; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. [tradução: Alexandra Antunes Mastroberti et al.]; revisão técnica: Paulo Luiz de Oliveira. 6ª. ed. Porto Alegre: **Editora Artmed**, 2017. 858p.

TRAIL, P. J.; MOTIS, T. N.; BICKSLER, A. J. A Regional assessment of four green manure/cover crop species suited to tropical Southeast Asia. **Journal of Agricultural Studies**, v.7, n.1, p.103- 114, 2019.

VIEIRA, M.; GILMARA, M.; IZA, O.B.; KORZ, C.; FISCHER, J. Agricultura sustentável: favorecendo ambientes saudáveis e o empoderamento feminino. **Em Extensao**, v.18, n.2, p.4-25, 2019.

VISHWAKARMA, M.; KULHARE, P.S.; TAGORE, G.S. Chlorophyll content in leaves of wheat as influenced by inorganic, organic and integrated sources of nutrient application. **International Journal of Plant & Soil Science**, p. 31-45, 2021.

CAPÍTULO I

TROCAS GASOSAS FOLIARES DE ESPÉCIES DE PLANTAS LEGUMINOSAS E NÃO-LEGUMINOSAS CULTIVADAS EM AMBIENTE SEMIÁRIDO

TROCAS GASOSAS FOLIARES DE ESPÉCIES DE PLANTAS LEGUMINOSAS E NÃO-LEGUMINOSAS CULTIVADAS EM AMBIENTE SEMIÁRIDO

RESUMO

A região do Região semiárida é caracterizada por fatores climáticos como variação de temperatura e chuvas durante o ano, fazendo com que as plantas tenham desempenhos fisiológicos distintos. O objetivo do trabalho foi avaliar as diferentes respostas fisiológicas de plantas leguminosas e não leguminosas na região do Região semiárida em um experimento com três blocos casualizados e dez tratamentos (*Crotalaria juncea* L., *C. spectabilis* Roth, *C. ochroleuca* G. Don., *Canavalia ensiformes* (L.) DC., *Dolichos lablab* L., *Mucuna pruriens* (L.) DC., *Neonotonia wightii* (Wight & Arn.) J.A. Lackey e *Brachiaria decumbens* Stapf), *Pennisetum americanum* (L.) R.Br.), *Stilozobium aterrimum* Piper and Tracy. As avaliações foram feitas seguindo o método do curso diário, sucessivamente nos horários de 8:00-10:00, 10:00-12:00, 12:00-14:00, 14:00- 16:00 e 16:00-18:00 horas. As variáveis analisadas foram para temperatura, condutância estomática, concentração interna de gás carbônico, relação entre concentração interna e externa de gás carbônico, assimilação líquida de CO₂, transpiração, eficiências no uso da água, intrínseca do uso da água e de carboxilação em função dos horários de avaliações e das espécies. As espécies *C. juncea*, *C. ochroleuca* e *C. spectabilis* da família Fabaceae apresentaram os maiores valores de assimilação líquida de CO₂ nas condições ambientais da área, os horários 08:00-10:00 e 10:00-12:00 apresentaram os maiores valores na taxa de assimilação líquida, as espécies *B. decumbens*, *P. americanum* e *C. juncea* foram mais eficientes na utilização da água.

Palavras-chave: respostas fotossintéticas; plantas de cobertura; leguminosas.

FOLIAR GAS EXCHANGE OF LEGUMINOUS AND NON-LEGUMINOUS PLANT SPECIES GROWN IN SEMI-ARID ENVIRONMENTS

ABSTRACT

The Região semiárida region is characterized by climatic factors such as temperature variation and rainfall during the year, causing the plants to have different physiological performances. The objective of the work was to evaluate the different physiological responses of leguminous and non-leguminous plants in the Brejo region of Paraíba in an experiment with three randomized blocks and ten (*Crotalaria juncea* L., *C. spectabilis* Roth, *C. ochroleuca* G. Don., *Canavalia ensiformes* (L.) DC., *Dolichos lablab* L., *Mucuna pruriens* (L.) DC., *Neonotonia wightii* (Wight & Arn.) J.A. Lackey e *Brachiaria decumbens* Stapf), *Pennisetum americanum* (L.) R.Br.), *Stilozobium aterrimum* Piper and Tracy. Assessments were made using the daily course method, successively at the hours of 8: 00-10: 00, 10: 00-12: 00, 12: 00-14: 00, 14: 00-

16: 00 and 16:00 -18: 00 hours. The variables analyzed were for temperature, stomatal conductance, internal concentration of carbon dioxide, relationship between internal and external concentration of carbon dioxide, net CO₂ assimilation, transpiration, water use efficiencies, intrinsic use of water and carboxylation as a function of evaluation and species schedules. The species *C. juncea*, *C. ochroleuca* and *C. spectabilis* of the Fabaceae family showed the highest values of net CO₂ assimilation in the environmental conditions of the area, the hours 8: 00-10: 00 and 10: 00-12: 00 higher values in the liquid assimilation rate, the species

B. decumbens, *P. americanum* and *C. juncea* were more efficient in the use of water.

Keywords: photosynthetic responses; cover plants; legumes.

3 INTRODUÇÃO

A produção agrícola está diretamente ligada à qualidade dos solos, e ao longo das últimas décadas nota-se um aumento expressivo nos processos que degradam seus recursos, devido a técnicas como as queimadas e o monocultivo, gerando-se uma diminuição na cobertura do solo, deixando-os expostos aos processos erosivos (NUNES et al., 2020). Isto, não é exclusividade de grandes proprietários, mas se estende também à agricultores familiares (PEREIRA et al., 2017). Diante dessa problemática, busca-se alternativas que viabilizem o cultivo e a recuperação de áreas degradadas (ADETUNJI et al., 2020) buscando-se garantir a geração de alimentos para o presente e também os recursos naturais para as gerações futuras (ARAÚJO et al., 2019).

A adoção de medidas para proteção do solo e melhoria em seus atributos químicos, físicos e biológicos têm sido uma alternativa viável, já que possuem um baixo custo quando comparadas com outras técnicas e visto que se adaptam às diversas condições climáticas, mesmo em regiões como semiárido que possuem como particularidade os baixos índices pluviométricos, temperaturas mais altas e chuvas de distribuição irregular durante o ano (MELO et al., 2019).

Nesse contexto, plantas de cobertura com potencial para uso como adubo verde, principalmente leguminosas, se encaixam como alternativa para reduzir os efeitos da degradação em solos manejados por técnicas inadequadas (ARAÚJO, 2019). Tornam-se necessários estudos relacionados à utilização desses adubos verdes, haja vista sua importância para o setor produtivo, principalmente agricultores familiares, auxiliando-os na tomada de decisão para cultivo de suas áreas (ALMEIDA, et al., 2022).

Torna-se importante para o contexto produtivo, entender a forma e o comportamento fisiológico das plantas e suas influências sobre as respostas produtivas. Tem-se vistos alguns estudos sobre as trocas gasosas das plantas, já que estas fornecem informações acerca de variáveis como assimilação de CO₂, abertura estomática, transpiração, dentre outros, podendo-se mensurar respostas interessantes como a eficiência no uso da água, auxiliando a tomada de decisão visto as variabilidades ambientais de um local para outro (VISHWAKARMA et al., 2021). É importante também destacar estudos sobre o curso diário nas plantas, ou seja, o comportamento fisiológico das plantas ao longo do dia, para compreender suas respostas nos diferentes horários, diante das variações ambientais que lhes são impostas (QUEIROZ et al., 2020).

As plantas de cobertura, por estarem inseridas em diferentes famílias, principalmente Fabaceae e Poaceae, possuem características distintas tanto quanto ao crescimento, produção

de biomassa, quanto nas respostas às condições ambientais impostas e, assim, suas trocas gasosas são diretamente influenciadas, desta maneira, entender como as plantas de cobertura se comportam em ambientes semiáridos é importante haja vista sua adaptação às condições locais (OLIVEIRA et al., 2019). Em seu trabalho, Melo et al. (2019) encontraram melhores resultados fisiológicos para a espécie *Crotalaria juncea* em região de clima semiárido reforçando a ideia de adaptação da espécie às condições edafoclimáticas.

Diante disto, foi estabelecido um experimento de longa duração (5 anos) em condições de Neossolo Regolítico, comparando-se as trocas gasosas foliares de dez espécies de cobertura com potencial para uso como adubo verde em região do Região semiarida brasileiro. A hipótese levantada nesse contexto é que as espécies leguminosas expressam melhores valores em suas taxas fisiológicas em relação às não-leguminosas, baseados nos estudos de Souza et al. (2018) e Melo et al. (2019).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Estação Experimental Olho D'água no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, utilizando um experimento de campo de longa duração (5 anos) (06°58'12" S, 35°42'15" W, altitude 619 m). O clima é do tipo tropical úmido e seco (As', segundo a classificação de Köppen), com precipitação anual e temperatura média de 1310 mm e 21 °C, respectivamente. Os dados sobre a condição meteorológica (precipitação mensal e a temperatura média) da área no período de junho a dezembro de 2018, foram obtidos no site: <http://www.inmet.gov.br>, em particular, para Areia, Paraíba, Brasil (Fig. 1).

Foi realizado um estudo de campo durante o período de junho a dezembro de 2018 em uma área cultivada com plantas de cobertura durante 4 anos seguindo os tratamentos e espécies de plantas descritas por Melo et al., (2019). Foram avaliadas dez espécies (Tabela 1) em delineamento em 3 blocos casualizados.

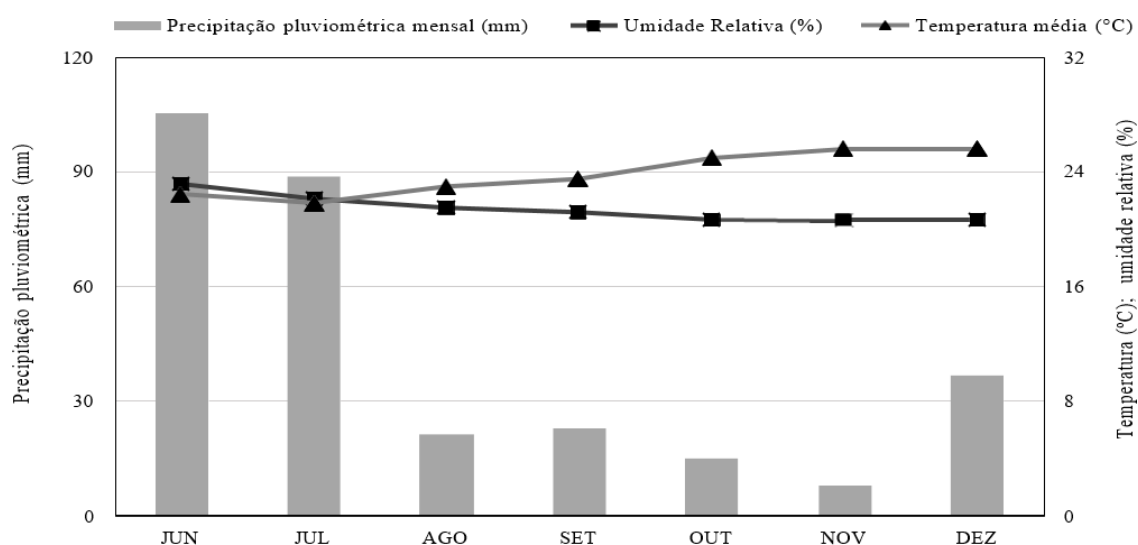


Figura 1- Precipitação acumulada (barra , mm); temperatura média (linha contínua marcador (▲), °C), umidade relativa (linha contínua marcador (■), %) no local estudado Areia, Paraíba, Brasil, no período de junho a dezembro de 2018. Dados obtidos no site: <http://www.inmet.gov.br>.

Cada parcela de tratamento possuía dimensões de 6 m × 4 m e foi replicada nos blocos, e para a análise, utilizou-se a porção central (5 × 3 m) de cada parcela. As plantas estudadas foram semeadas a profundidades de 2-3 cm e as linhas foram espaçadas de 0,5m entre si. Foram selecionadas 3 plantas de maior porte por parcela para quantificar as trocas gasosas, sendo estas localizadas na área útil da parcela. As leituras foram feitas nos horários entre 9:00 e 11:00 horas.

As trocas gasosas foram medidas nas plantas em folhas jovens totalmente expandidas, em ramos médios antes do florescimento, usando um analisador de gás infravermelho (modelo LI-6400xt, LI Cor, Nebraska USA).

As variáveis foram: taxa fotossintética (A , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), transpiração foliar (E , $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática (G_s , mol m^{-1}), concentração interna de CO_2 (C_i , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), relação entre concentração interna e externa de gás carbônico (C_i/C_a), eficiência no uso de água (EUA relação: A/E) ($\mu\text{mol CO}_2$) ($\text{mmol H}_2\text{O}$) $^{-1}$, eficiência instantânea de carboxilação (EiC relação: A/C_i) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) ($\mu\text{mol s}^{-1}$) $^{-1}$ e a eficiência intrínseca do uso da água (EiUA relação: A/G_s) ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$) (mol m^{-1}).

Tabela 1 – Características das plantas utilizadas no experimento (Agosto a dezembro de 2018)

Espécies	Família	Principais características	Floração (dias)	Comportamento fisiológico
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf. cv. Basilisk.	Poaceae	Planta perene	160	C4
<i>Crotalaria juncea</i> L.	Fabaceae	Planta anual	45	C3
<i>Crotalaria spectabilis</i> Roth	Fabaceae	Planta anual	68	C3
<i>Canavalia ensiformes</i> (L.) DC.	Fabaceae	Planta anual	68	C3
<i>Dolichos lablab</i> L.	Fabaceae	Planta perene	87	C3
<i>Pennisetum americanum</i> (L.) R.Br.)	Poaceae	Planta anual	60	C4
<i>Stilozobium aterrimum</i> Piper and Tracy	Fabaceae	Planta anual	100	C3
<i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC.	Fabaceae	Planta anual	100	C3
<i>Crotalaria ochroleuca</i> G. Don.	Fabaceae	Planta anual	49	C3
<i>Neonotonia wightii</i> (Wight & Arn.) J.A. Lackey	Fabaceae	Planta perene	116	C3

Os dados inicialmente foram submetidos a análise de normalidade pelo teste de Kolmogorov-Smirnov ($p > 0,05$) e quando não ajustados à curva normal foram transformados na função $\log(x+1)$. Em seguida foram submetidos a análise de variância utilizando o teste F ($p \leq 0,05$) para verificar a significância dos fatores, quando significativos realizou-se comparações múltiplas de médias através do teste de Scott- Knott para comparar as espécies e o teste de Tukey para comparação entre os horários de avaliações, admitindo-se um erro de até 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os efeitos da interação entre as espécies, plantas não leguminosas e leguminosas, e os horários de avaliação das trocas gasosas foram significativos para temperatura foliar, condutância estomática, concentração interna de gás carbônico, relação entre concentração interna e externa de CO₂, assimilação líquida de gás carbônico, eficiência no uso da água, eficiência intrínseca no uso da água e eficiência instantânea de carboxilação (Tabela 2). Enquanto para transpiração efeito apenas desses fatores isoladamente.

Na Tabela 3 pode-se observar os valores médios de temperatura foliar em função dos horários de avaliações e das espécies. Os menores valores, em todas espécies, foram observados nos horários de 08:00–10:00h e de 16:00–18:00h, enquanto os maiores foram registrados de 12:00–14:00h não havendo diferença deste último horário com 10:00–12:00h e 14:00–16:00h para *B. decumbens*, *C. juncea* e *N. wightii*. No horário que registrou as máximas temperaturas foliares (12:00–14:00) observou-se que as maiores foram em *C. ensiformes*, *M. pruriens*, *P. americanum* e *S. aterrimum*, enquanto as menores em *B. decumbens*, *C. juncea*, *C. oroleuca*, *C. spectabilis*, *D. lab_lab* e *N. wightii*.

Os maiores e os menores valores da temperatura foliar estão relacionados a temperatura do ar, assim à medida que foi aumentada a luminosidade houve um acréscimo nos valores, atingindo o ponto máximo entre 12:00–14:00h, a temperatura foliar está relacionada ao aumento do déficit do vapor de pressão, assim o aumento da temperatura diminui o potencial de água na folha, a viscosidade da água diminui e aumenta-se a condutância do mesófilo para favorecer a manutenção da temperatura (RODRIGUEZ et al., 2019).

Tabela 2. Resumo das análises de variância (Quadrado Médio) para temperatura (Tleaf), condutância estomática (Gs), concentração interna de gás carbônico (Ci), relação entre concentração interna e externa de gás carbônico (Ci/Ca), assimilação líquida de CO₂ (A), transpiração (E), eficiências no uso da água (EUA), intrínseca do uso da água (EiUA) e de carboxilação (EiC) em função dos horários de avaliações (H) e das espécies (E) de plantas leguminosas e não-leguminosas

FV	GL	Tleaf ¹	G ¹	Ci ¹	Ci/Ca ¹	A ¹
Bloco	2	0,0013 ^{**}	0,0007 ^{ns}	0,0264 ^{ns}	0,0013 ^{**}	0,0086 ^{ns}
H	4	0,0498 ^{**}	0,0350 ^{**}	0,1636 ^{**}	0,0156 ^{**}	0,9214 ^{**}
E	9	0,0048 ^{**}	0,0318 ^{**}	0,6221 ^{**}	0,0386 ^{**}	0,5413 ^{**}
H x E	36	0,0006 ^{**}	0,0019 ^{**}	0,0303 ^{**}	0,0010 ^{**}	0,4232 ^{**}
Resíduo	98	0,0001	0,0009	0,0054	0,0002	0,0147
CV (%)		0,81	39,49	3,31	9,23	10,73
Média		1,52	0,07	2,22	0,17	1,13
		°C	mol m ⁻² s ⁻¹	μmol CO ₂ mol ⁻¹ ar	-	μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹

FV	GL	E ¹	EUA	EiUA ¹	EiC ¹
Bloco	2	0,0035 ^{ns}	1,0024 ^{**}	0,0135 ^{ns}	0,0006 ^{ns}
H	4	0,4513 ^{**}	1,4156 ^{**}	0,2367 ^{**}	0,0092 ^{**}
E	9	0,3452 ^{**}	8,2769 ^{**}	0,3856 ^{**}	0,0256 ^{**}
H x E	36	0,0112 ^{ns}	0,8245 ^{**}	0,0141 ^{**}	0,0037 ^{**}
Resíduo	98	0,0089	0,1269	0,0047	0,0012
CV (%)		13,60	10,70	3,52	69,92
Média		0,69	3,33	1,96	0,05
		mmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹	μmol CO ₂ mmol ⁻¹ H ₂ O		mol m ⁻² s ⁻¹

¹Dados transformados na função log (x+1) por não se ajustarem à distribuição normal pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (p > 0,05); ^{ns} e ^{**}: não significativo e significativo a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 3. Valores médios de temperatura foliar (°C) em função dos horários de avaliações e das espécies de plantas, leguminosas e não leguminosas, cultivadas em ambiente semiárido.

Espécie	Horários de Avaliação (h)				
	08:00– 10:00	10:00– 12:00	12:00– 14:00	14:00– 16:00	16:00– 18:00
<i>B. decumbens</i>	30,08 bB	35,60 aA	34,91 aB	36,26 aA	31,47 bA
<i>C. ensiformes</i>	28,67 cC	32,46 bC	35,46 aA	33,89 abB	28,03 cB
<i>C. juncea</i>	28,32 bC	32,02 aC	33,22 aB	32,92 aB	26,61 bB
<i>C. oroleuca</i>	28,32 cC	32,24 bC	34,79 aB	33,32 abB	27,80 cB
<i>C. spectabilis</i>	29,29 cC	36,09 aA	33,80 abB	32,25 bB	26,85 dB
<i>D. lab_lab</i>	29,12 cC	36,93 aA	34,73 abB	34,09 bB	27,09 dB
<i>M. pruriens</i>	30,26 cB	35,20 bA	36,54 abA	38,09 aA	30,55 cA
<i>N. wightii</i>	29,17 bC	32,67 aC	33,68 aB	32,14 aB	26,79cB
<i>P. americanum</i>	30,27 cB	34,01 bB	35,79 abA	36,90 aA	30,42 cA
<i>S. aterrimum</i>	31,92 aA	34,39 bB	36,66 abA	36,99 aA	30,77 aA

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelos testes de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) e de Tukey ($p \leq 0,05$), respectivamente.

Tabela 4 estão apresentados os valores médios da condutância estomática em função dos horários de avaliações e das espécies. Em todas as espécies os maiores valores foram observados nos horários de 08:00–10:00h não havendo diferença significativa com os demais horários nas espécies *B. decumbens*, *D. lab lab*, *M. pruriens*, *P. americanum* e *S. aterrimum*. Nos horários que registraram as máximas condutâncias (08:00–10:00) observou-se que as maiores foram em *C. ensiformes*, *C. juncea*, *C. oroleuca*, comportamento que variou tendo em vista a regulação estomática ajustando-se os fluxos de entrada de CO₂ e saída de água nas folhas (WANG, et al., 2019). Enquanto as menores foram em *B. decumbens*, *P. americanum*, *M. pruriens*, *D. lab lab*, *S. aterrimum* que provavelmente estão relacionados ao déficit de pressão de vapor de água na atmosfera, já que o comportamento dos estômatos é influenciado primordialmente pelas condições atmosféricas, esta regulação estomática aliada a umidade do solo influi a transpiração (DORNELES, et al., 2019).

Tabela 4. Valores médios de condutância estomática ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) em função dos horários de avaliações e das espécies de plantas, leguminosas e não leguminosas, cultivadas em ambiente semiarido.

Espécie	Horários de Avaliação (h)				
	08:00– 10:00	10:00– 12:00	12:00– 14:00	14:00– 16:00	16:00– 18:00
<i>B. decumbens</i>	0,13 aB	0,12 aB	0,12 aB	0,08 aB	0,04 aB
<i>C. ensiformes</i>	0,63 aA	0,23 bA	0,17 bB	0,17 bA	0,13 bA
<i>C. juncea</i>	0,74 aA	0,35 bA	0,35 bA	0,26 bA	0,26 bA
<i>C. oroleuca</i>	0,69 aA	0,36 bA	0,30 bcA	0,28 bcA	0,16 cA
<i>C. spectabilis</i>	0,57 aA	0,33 bA	0,30 bA	0,27 bA	0,08 cB
<i>D. lab_lab</i>	0,18 aB	0,11 aB	0,11 aB	0,10 aB	0,08 aB
<i>M. pruriens</i>	0,13 aB	0,05 aB	0,04 aB	0,03 aB	0,02 aB
<i>N. wightii</i>	0,56 aA	0,26 bA	0,25 bA	0,20 bA	0,24 bA
<i>P. americanum</i>	0,13 aB	0,11 aB	0,12 aB	0,07 aB	0,03 aB
<i>S. aterrimum</i>	0,10 aB	0,08 aB	0,06 aB	0,04 aB	0,05 aB

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelos testes de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) e de Tukey ($p \leq 0,05$), respectivamente.

Nota-se na Tabela 5 os valores médios da concentração interna de CO_2 em função dos horários de avaliações e das espécies. Os maiores valores coincidiram com a condutância estomática sendo esses no horário de 08:00-10:00, não diferindo significamente com os demais horários nas espécies *C. ensiformes*, *M. pruriens*, *N. wightii*, *S. aterrimum*, enquanto que os menores foram registrados nos horários 12:00- 14:00 e 14:00–16:00h a exceção *M. pruriens* (10:00-12:00) e *S. aterrimum* (16:00- 18:00), isto se explica em virtude da concentração interna de CO_2 está diretamente associada a atividades da enzima rubisco, esta é afetada pelo fechamento estomático, e isto pode ter ocorrido devido a uma menor disponibilidade de hídrica nesses horários (FIGUEIREDO et al., 2019; SIMÕES et al., 2019; LOPES et al., 2020). A maioria das espécies obtiveram os maiores valores no horário de 08:00-10:00 onde ocorre um acúmulo de CO_2 , opostamente a isso o gasto aumentou nos horários de maior temperatura, o não diferimento significativamente no horário das 16:00–18:00 h ocorreu devido a diminuição na atividade da enzima rubisco (SAKODA et al., 2020).

Tabela 5. Valores médios de concentração interna de CO₂ (μmol CO₂ mol⁻¹ ar) em função dos horários de avaliações e das espécies de plantas, leguminosas e não leguminosas, cultivadas em ambiente semiarido.

Espécie	Horários de Avaliação (h)				
	08:00– 10:00	10:00– 12:00	12:00– 14:00	14:00– 16:00	16:00– 18:00
<i>B. decumbens</i>	157,07 aB	80,60 bB	61,98 bcB	48,01 cB	60,29 cC
<i>C. ensiformes</i>	235,36 aA	202,34 aA	189,34 aA	219,80 aA	275,46 aA
<i>C. juncea</i>	216,13 abA	179,20 abA	174,27 abA	168,01 bA	251,33 aA
<i>C. oroleuca</i>	220,62 abA	194,77 bA	177,62 bA	199,23 bA	302,09 aA
<i>C. spectabilis</i>	229,92 abA	229,92 abA	208,38 bA	227,07 abA	313,10 aA
<i>D. lab_lab</i>	239,38 abA	184,97 bcA	157,78 cA	188,69 bcA	292,69 aA
<i>M. pruriens</i>	188,33 aB	150,28 aA	171,77 aA	192,76 aA	164,66 aB
<i>N. wightii</i>	240,26 aA	207,04 aA	203,96 aA	218,28 aA	274,24 aA
<i>P. americanum</i>	93,05 bC	52,62 bcC	63,66 bcB	33,71 cC	147,31 aB
<i>S. aterrimum</i>	240,60 aA	189,92 aA	180,76 aA	176,02 aA	175,91 aB

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelos testes de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) e de Tukey ($p \leq 0,05$), respectivamente.

No tocante a Tabela 6 verifica-se os valores médios entre concentração interna e externa de gás carbônico em função dos horários de avaliações e das espécies. Os maiores valores foram observados nos horários de 08:00-10:00 e/ou 16:00–18:00h a exceção da espécie *C. juncea* que não diferiu dos horários 12:00-14:00 e 14:00–16:00h. Verificamos os menores valores nos horários 12:00-14:00 e 14:00–16:00h não diferindo do horário 10:00-12:00 nas espécies *C. ensiformes* e *M. pruriens*. Nos horários de maiores valores as espécies não diferiram entre si, a ressalva ficou parte das espécies *B. decumbens*, *M. pruriens* e *P. americanum* com menores valores, e isso se explica devido a uma menor concentração interna nesse horário para essas espécies, condicionados por uma menor abertura estomática, mas não limitando as taxas fotossintéticas (WALTER et al., 2015). Os valores da relação ci/ca indicam uma variação na fotossíntese devido o fechamento estomático, assim como as variações no acúmulo do CO₂ que possivelmente não está sendo fixado na fase de carboxilação da ribulose 1,5 bifosfato (JACINTO 2019).

Tabela 6. Valores médios de relação entre concentração interna e externa de gás carbônico (Ci/Ca) em função dos horários de avaliações e das espécies de plantas, leguminosas e não leguminosas, cultivadas em ambiente semiarido.

Espécie	Horários de Avaliação (h)				
	08:00– 10:00	10:00– 12:00	12:00– 14:00	14:00– 16:00	16:00– 18:00
<i>B. decumbens</i>	0,43 aC	0,23 bC	0,18 bcC	0,13 cC	0,16 bcC
<i>C. ensiformes</i>	0,70 aA	0,57 bA	0,52 bA	0,59 abA	0,72 aA
<i>C. juncea</i>	0,66 aA	0,53 aB	0,51 aB	0,48 bB	0,68 aA
<i>C. oroleuca</i>	0,66 abA	0,57 bcA	0,51 cA	0,56 bcA	0,78 aA
<i>C. spectabilis</i>	0,69 abA	0,63 bcA	0,57 cA	0,61 bcA	0,80 aA
<i>D. lab_lab</i>	0,68 aA	0,49 bA	0,42 bB	0,49 bB	0,74 aA
<i>M. pruriens</i>	0,51 aB	0,39 bB	0,39 bB	0,49 abB	0,42 abB
<i>N. wightii</i>	0,70 abA	0,58 bcA	0,57 cA	0,59 bcA	0,73 aA
<i>P. americanum</i>	0,26 bD	0,15 cD	0,18 bcC	0,09 cC	0,38 aB
<i>S. aterrimum</i>	0,63 aA	0,50 bA	0,47 bB	0,45 bB	0,45 bB

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelos testes de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) e de Tukey ($p \leq 0,05$), respectivamente.

A Tabela 7 apresenta os valores médios da assimilação líquida de CO₂ (A) em função dos horários de avaliações e das espécies. Os valores mais altos na maioria das espécies não diferiram entre os horários 08:00-10:00 e 14:00-16:00, exceto as espécies *C. ensiformes* e *C. juncea* que ocorreram às 08:00-10:00, *B. decumbens* entre 08:00-10:00 e 10:00-12:00, além da *S. aterrimum* que não houve diferença entre os horários. Em todos os horários estudados as espécies *M. pruriens* e *S. aterrimum* diferiram com os valores mais baixos e as demais espécies, o que possivelmente ocorreu devido variações pluviométricas, necessitando uma quantidade maior de água para assimilação do carbono (COSTA et al., 2018).

Os maiores valores encontrados indicam a atividade da rubisco sendo impulsionada com a disponibilidade da radiação fotossinteticamente ativa, devido ao aumento da luminosidade (QUEIROZ et al., 2019). Em relação aos menores valores nos horários finais se deve a saturação da energia e altos valores do déficit de pressão, pois a atividade da carboxilase da rubisco é afetada pelo aumento da temperatura (MONTILLET et al., 2021).

Em relação os horários verificam-se que as espécies se sobressaíram nos horários que coincidiram com a maior abertura estomática e de acordo com o aumento da temperatura, ajustando-se para evitar uma maior transpiração, tendo em vista que os estômatos coordenam os fluxos de entrada de CO₂ e saída de água nas folhas (BARBOZA et al., 2019).

Tabela 7. Valores médios da assimilação líquida de CO₂ (A) em função dos horários de avaliações e das espécies de plantas, leguminosas e não leguminosas, cultivadas em ambiente semiarido

Espécie	Horários de Avaliação (h)				
	08:00– 10:00	10:00– 12:00	12:00– 14:00	14:00– 16:00	16:00– 18:00
<i>B. decumbens</i>	14,74 abB	19,55 aA	19,55 aA	14,93 abB	8,02 bB
<i>C. ensiformes</i>	28,22 aA	18,98 abA	14,75 bcB	11,22 bcB	7,35 cB
<i>C. juncea</i>	34,50 aA	26,79 abA	27,02 abA	23,50 abA	15,52 bA
<i>C. oroleuca</i>	30,63 aA	25,31 aA	22,63 aA	18,83 aA	6,69 bC
<i>C. spectabilis</i>	22,22 aA	22,55 aA	22,28 aA	18,00 aA	3,54 bC
<i>D. lab_lab</i>	12,20 aB	11,44 aB	12,83 aB	9,98 aB	3,51 bC
<i>M. pruriens</i>	12,22 aB	6,71 abB	5,31 bC	2,47 bcD	3,80 cC
<i>N. wightii</i>	26,52 aA	18,76 abA	18,97 abA	13,84 bB	12,23 bA
<i>P. americanum</i>	19,09 aA	19,92 aA	19,92 aA	13,28 aB	4,58 bC
<i>S. aterrimum</i>	7,51 aC	8,13 aB	6,11 aC	4,52 aC	5,83 aC

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelos testes de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) e de Tukey ($p \leq 0,05$), respectivamente.

Na tabela 8 constatamos os valores médios da transpiração (E) em função dos horários de avaliações e das espécies. Os valores mais altos em todas as espécies ocorreram nos horários 08:00-10:00 a 12:00-14:00, e dentro dos horários *C. ensiformes*, *C. juncea*, *C. oroleuca*, *C. spectabilis*, *C. spectabilis*, *N. wightii* apresentaram os maiores valores transpiratórios. Esses valores coincidem com as maiores aberturas estomáticas, sendo este fator decisivo no processo transpiratório (MELO et al., 2019). As taxas transpiratórias foram maiores nos horários 08:00–10:00, 10:00–12:00, 12:00–14:00 e demonstraram um decréscimo ao longo atingindo os menores valores no horário 16:00- 18:00 em todas espécies devido à redução da radiação solar tornar menor a temperatura ambiente e a folha (URBAN et al., 2017). Os menores valores nos

períodos 16:00-18:00h ocorreram devido a regulação estomática, ajustando-se ao aumento da temperatura evitando assim um gasto maior de água (HARTZELL et al., 2021).

Tabela 8. Valores médios de transpiração (E) em função dos horários de avaliações e das espécies de plantas, leguminosas e não leguminosas, cultivadas em ambiente semiarido.

Horários de Avaliação (h)						
Espécie	08:00– 10:00	10:00– 12:00	12:00– 14:00	14:00– 16:00	16:00– 18:00	Média
<i>B. decumbens</i>	3,52 aB	4,75 aB	4,52 aB	3,68 aB	1,60 bB	3,61
<i>C. ensiformes</i>	7,84 aA	6,21 aA	5,70 abB	4,98 abB	3,18 bA	5,58
<i>C. juncea</i>	7,88 aA	7,05 aA	7,57 aA	6,51 aA	4,47 aA	6,70
<i>C. oroleuca</i>	7,62 aA	7,61 aA	7,47 aA	6,60 aA	3,37 bA	6,53
<i>C. spectabilis</i>	7,56 aA	7,59 aA	6,33 aA	5,72 aA	1,76 bB	5,79
<i>D. lab_lab</i>	4,14 aB	4,21 aB	3,36 aC	2,98 abC	1,56 bB	3,25
<i>M. pruriens</i>	3,59 aB	2,29 aC	1,86 abC	0,96 bD	0,91 bB	1,92
<i>N. wightii</i>	7,55 aA	6,13 aA	6,83 aA	4,98 aB	4,31 aA	5,96
<i>P. americanum</i>	3,61 aB	4,02 aB	4,20 aB	2,62 aC	0,98 bB	3,08
<i>S. aterrimum</i>	3,23 aB	3,05 aC	2,73 aC	2,05 aC	1,70 aB	2,55
Média	5,65	5,29	5,05	2,38	2,38	4,49

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelos testes de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) e de Tukey ($p \leq 0,05$), respectivamente.

No que diz respeito a tabela 9 verificamos os valores da eficiência no uso da água (EUA) em função dos horários de avaliações e das espécies. Os maiores valores foram apresentados nos horários de 08:00–10:00h nas espécies *C. ensiformes*, *C. juncea*, *C. oroleuca*, *C. spectabilis*, *N. wightii*, e 16:00-18:00 *B. decumbens*, *M. pruriens*, *S. aterrimum*, a espécie *D. lab_lab* as 12:00–14:00 e *P. americanum* que não diferiu entre os horários. Em relação aos melhores horários destaca-se o *P. americanum* em 08:00–10:00h, e *B. decumbens* e *M. pruriens* em e 16:00-18:00. E dentro dos melhores horários o comportamento do *P. americanum* em 08:00–10:00h e *P. americanum* e *B. decumbens* em 16:00- 18:00 o que pode ser explicado devido seu metabolismo necessitar de um gasto menor de água por carbono fixado (TAIZ et al., 2017; FIGUEIREDO et al., 2018). Esses horários de maior fixação estão condicionados a necessidade de translocação da água e nutrientes pelo xilema, para evitar a perda da turgência das células

(DIAS et al., 2019; OLIVEIRA et al., 2019).

Tabela 9. Valores médios da eficiência no uso da água (EUA) em função dos horários de avaliações e das espécies de plantas, leguminosas e não leguminosas, cultivadas em ambiente semiarido.

Espécie	Horários de Avaliação (h)				
	08:00– 10:00	10:00– 12:00	12:00– 14:00	14:00– 16:00	16:00– 18:00
<i>B. decumbens</i>	4,10 abB	4,11abB	4,31abA	3,91 bB	4,90 aA
<i>C. ensiformes</i>	3,62 aC	3,03 abC	2,56 bC	2,36 bD	2,26 bC
<i>C. juncea</i>	4,42 aB	3,82 abB	3,53 bB	3,61 bB	3,26 bB
<i>C. oroleuca</i>	4,09 aB	3,34 abC	3,00 bC	2,95 bC	1,75 cD
<i>C. spectabilis</i>	2,98 aD	2,77 abC	3,47 aB	3,19 aC	1,99 bD
<i>D. lab_lab</i>	2,99 bcD	2,67 bcC	3,81 aB	3,35 abC	2,47 bC
<i>M. pruriens</i>	3,47 abC	2,97 bcC	2,93 bcC	2,25 cD	4,18 aA
<i>N. wightii</i>	3,54 aC	3,04 abC	2,81 abC	2,81 abC	2,67 bC
<i>P. americanum</i>	5,33 aA	4,88 aA	4,70 aA	4,96 aA	4,62 aA
<i>S. aterrimum</i>	2,29 bE	2,60 bC	2,23 bC	2,15 bD	3,42 aB

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelos testes de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) e de Tukey ($p \leq 0,05$), respectivamente.

Sobre a Tabela 10 pode-se observar os valores médios de eficiências intrínsecas do uso da água (EiUA) em função dos horários de avaliações e das espécies. As espécies não diferiram seus valores entre os horários 10:00–12:00 a 14:00–16:00h não diferindo significativamente também do horário 16:00–18:00h nas espécies *B. decumbens*, *S. aterrimum*, já a *M. pruriens* não diferiu em todos os horários. Nos horários de maiores valores destaca-se a *B. decumbens* e *P. americanum* demonstrando uma resposta adaptativa ao ambiente, na qual reduz a desidratação das células do mesofilo sem, no entanto, interromper o aproveitamento eficaz do carbono disponível nas câmaras subestomática (YAMORI et al., 2020).

Tabela 10. Valores médios de eficiências intrínsecas do uso da água (EiUA) em função dos horários de avaliações e das espécies de plantas, leguminosas e não leguminosas, cultivadas em ambiente semiarido.

Espécie	Horários de Avaliação (h)				
	08:00– 10:00	10:00–12:00	12:00– 14:00	14:00– 16:00	16:00– 18:00
<i>B. decumbens</i>	119,37 bB	157,64 abA	169,71 abA	184,40 aA	190,08 aA
<i>C. ensiformes</i>	50,20 bD	82,47 a C	94,84 aC	81,97 aC	56,16 bC
<i>C. juncea</i>	53,20 bD	85,99 aC	87,97 aC	97,45 aB	59,98 bC
<i>C. oroleuca</i>	55,95 bD	77,83 aC	91,09 aC	84,38 aC	40,46 bD
<i>C. spectabilis</i>	47,44 bD	75,68 aC	81,84 aC	75,73 aC	41,48 bD
<i>D. lab_lab</i>	75,50 bC	106,97 aB	124,77 aB	108,78 aB	54,46 bC
<i>M. pruriens</i>	102,69 aB	132,18 aA	134,24 aB	110,61 aB	131,68 aB
<i>N. wightii</i>	49,69 cD	80,11 abC	80,81 abC	80,60 aC	55,12 bcC
<i>P. americanum</i>	153,22 aA	176,01 aA	168,85 aA	198,34 aA	141,87 abB
<i>S. aterrimum</i>	75,73 bC	105,11abB	111,58 aC	116,31 aB	119,95 aB

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelos testes de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) e de Tukey ($p \leq 0,05$), respectivamente.

Na Tabela 11 observamos os valores médios de eficiências instantâneas de carboxilação (Eic) em função dos horários de avaliações e das espécies. Entre as espécies *B. decumbens* e

P. americanum obtiveram seus maiores valores no horário de 14:00- 16:00, já as demais espécies não diferiram entre os horários. Nos horários de maiores valores destaca-se a *B. decumbens* e *P.americanum* demonstrando diferença significativa nos horários 16:00-18:00 e 10:00-12:00 respectivamente, nos demais horários não houve diferença significativa. Os resultados encontrados demonstram uma característica das espécies *B. decumbens* e *P. americanum* que conseguem ser mais eficientes devido a enzima Pep-carboxilase que fixa o CO₂, em adição à Rubisco, sendo assim um mecanismo de adaptação das plantas, devido às restrições no mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos (SILVA et al., 2015).

Tabela 11. Valores médios de eficiências instantâneas de carboxilação (Eic) em função dos horários de avaliações e das espécies de plantas, leguminosas e não leguminosas, cultivadas em ambiente semiarido.

Espécie	Horários de Avaliação (h)				
	08:00– 10:00	10:00– 12:00	12:00– 14:00	14:00– 16:00	16:00– 18:00
<i>B. decumbens</i>	0,10 cA	0,25 bcB	0,43 abA	0,51 aB	0,24 bcA
<i>C. ensiformes</i>	0,12 aA	0,10 aC	0,08 aA	0,05 aC	0,03 aB
<i>C. juncea</i>	0,16 aA	0,15 aC	0,16 aA	0,14 aC	0,07 aB
<i>C. oroleuca</i>	0,14 aA	0,13 aC	0,13 aA	0,09 aC	0,03 aB
<i>C. spectabilis</i>	0,10 aA	0,11 aC	0,11 aA	0,08 aC	0,01 aB
<i>D. lab_lab</i>	0,05 aA	0,06 aC	0,08 aA	0,05 aC	0,01 aB
<i>M. pruriens</i>	0,06 aA	0,05 aC	0,03 aA	0,02 aC	0,02 aB
<i>N. wightii</i>	0,11 aA	0,09 aC	0,09 aA	0,06 aC	0,05 aB
<i>P. americanum</i>	0,24 cdA	0,49 bA	0,34 bcA	1,07 aA	0,04 dB
<i>S. aterrimum</i>	0,03 aA	0,04 aC	0,03 aA	0,03 aC	0,03 aB

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelos testes de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) e de Tukey ($p \leq 0,05$), respectivamente.

De acordo com a Tabela 12 podemos verificar o comportamento das variáveis com relação ao componente principal. No CP1 que as variáveis EUA, EiUA, EiC, Tair, Tleaf indicaram um aumento simultâneo dentro do componente, diferentemente das variáveis Ci/Ca Gs, Ci, que demonstraram sinal oposto, já no CP2 destacou-se as variáveis Gs, E e A e tendo a (A) uma maior contribuição no CP2.

Também no grupo 1 as variáveis Ci/ca e Ci, que apresentaram os menores valores no CP1, estão intrinsecamente relacionadas e em especial o tratamento *N. wightii* (16-18 h) o que possivelmente foi ocasionado devido ao acentuado fechamento estomático nesse horário (CAI et al., 2017).

Tabela 12. Matriz de autovalores e autovetores dos componentes principais (CP) das variáveis fisiológicas das espécies de plantas, leguminosas e não leguminosas, cultivadas em ambiente semiarido.

	CP1	CP2
Autovalor (λ)	5,17	2,85
Variância explicada (%)	51,7	28,5
Variância acumulada (%)	51,7	80,2
	Autovetores ¹	
A	-0,0932	0,5649
Gs	-0,2614	0,4481
Ci	-0,4112	-0,1812
E	-0,1886	0,4706
EUA	0,2362	0,3632
EiUA	0,4317	0,0116
EiC	0,2893	0,2862
Tair	0,3337	-0,0513
Tleaf	0,3119	-0,0348
Ci/Ca	-0,4287	-0,0895

¹O critério utilizado para separar as variáveis representativas do componente foi baseado no módulo da relação $0,5(\lambda^{-0,5})$, estando destacada em negrito (OVALLES; COLLINS, 1988).

No que tange a separação em grupos constatamos que no grupo 2 o comportamento das variáveis EUA, EiUA, EiC, Tair, Tleaf tiveram uma maior relação e nesse desempenho destaca-se os tratamentos *P. americanum* (10-12 h) e *B. decumbens* (12-14 h) visto o comportamento de ambas espécies no processo de utilização da água e fotossíntese (FIGUEIREDO et al., 2018), o que possivelmente aconteceu devido a atividade da enzima Pep Carboxilase auxiliando na fixação de Carbono (YAMORI et al., 2020).

No grupo 1 a maior relação de aumento simultâneo se deu entre as variáveis Gs, E e A, tendo uma aproximação maior nos tratamentos *C. ensiformes* (8-10 h), *C. oroleuca* (8-10 h) e *C. juncea* (8-10 h) e isso se explica a maior abertura estomática dessas espécies nesse período (BARBOZA et al., 2017) implicando uma maior fotossíntese e consequentemente um acréscimo nos valores de transpiração (URBAN, 2017; COSTA et al., 2018).

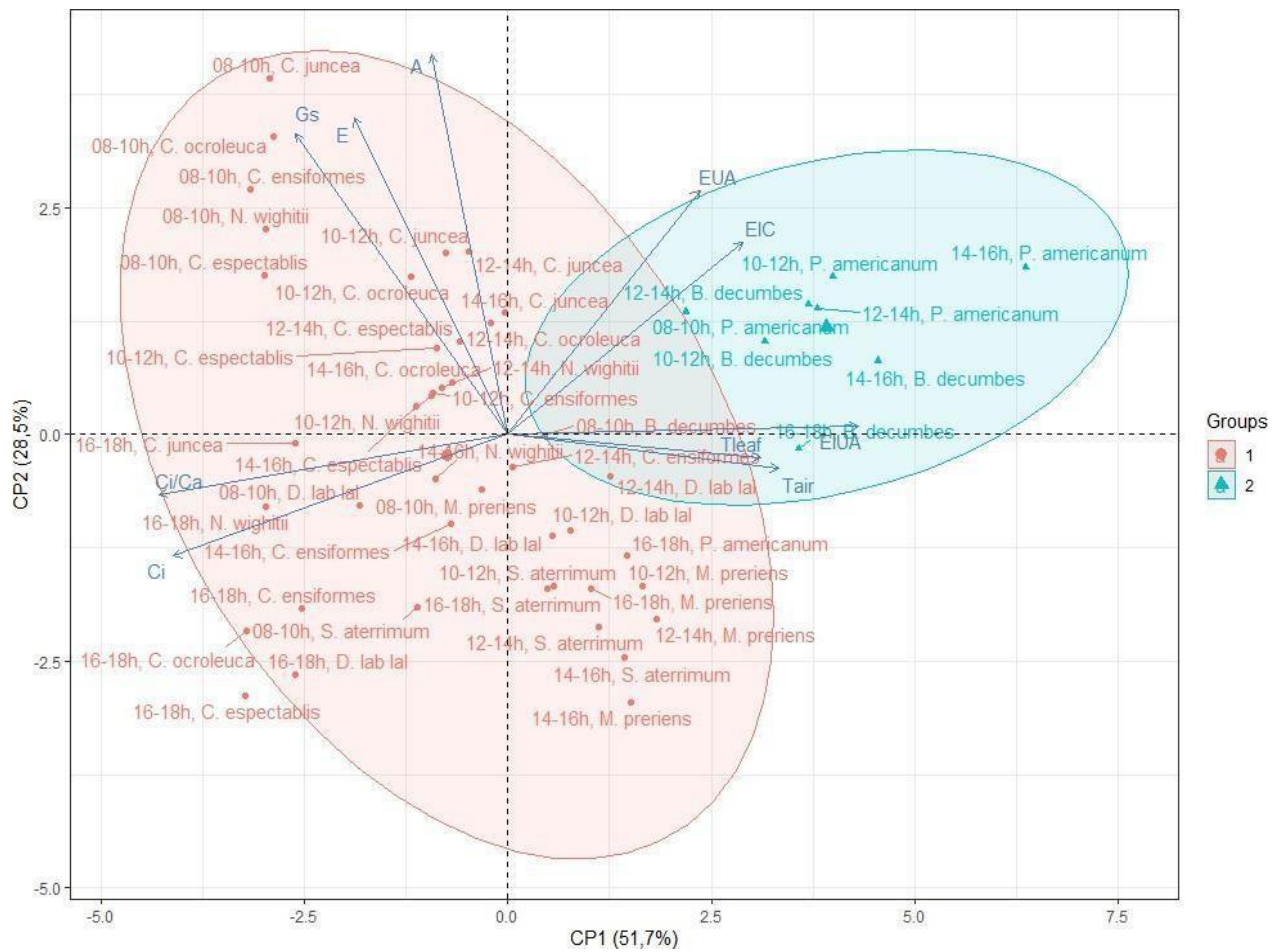


Figura 2. Dispersão das variáveis fisiológicas das espécies de plantas, leguminosas e não leguminosas, cultivadas em ambiente semiarido e agrupamentos dos tratamentos com base nos escores do primeiro (CP1) e segundo (CP2) componente principal

6 CONCLUSÕES

As espécies *C. juncea*, *C. ochroleuca* e *C. spectabilis* da família Fabaceae apresentaram os maiores valores de assimilação líquida nas condições ambientais da área

Os horários 08:00-10:00 e 10:00-12:00 foram os melhores horários na taxa de assimilação líquida em todas as espécies;

As espécies *B. decumbens*, *P. americanum* e *C. juncea* foram mais eficientes na utilização da água.

REFERÊNCIAS

- ADETUNJI, A. T.; NCUBE, B.; MULIDZI, R.; LEWU, F. B. Management impact and benefit of cover crops on soil quality: A review. **Soil and Tillage Research**, v.204, p.104717, 2020.
- ALMEIDA, E. M.; MONTAGNER, D. B.; DIFANTE, G.S.; ARAÚJO, A. R.; ANTANA, J. C. S.; GURGEL, A. L. C.; SCARIOT, C. Growth dynamics and nutrient uptake of *Panicum maximum* under nitrogen fertilisation. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.10 p.1- 15, 2022.
- BARBOSA, L. C.; PORTO, S. M.; Bertolde, F. Z. Análise estomática de duas espécies arbóreas nativas de Mata Atlântica. **Revista Pindorama**, v.8, n.8, p.1-9, 2019.
- BARBOZA, G. C.; FILHO, J. T. Transpiração foliar e condutância estomática da cana-de-açúcar em função do clima e disponibilidade de água. **Irriga**, v.22, n.4, p.675-689, 2017.
- CAI, S.; CHEN, G.; WANG, Y.; HUANG, Y.; MARCHANT, D. B.; WANG, Y.; Evolutionary conservation of ABA signaling for stomatal closure. **Plant Physiology**, v.174, n.2, p.732- 747, 2017.
- CAMPOS, A. R.; LIMA, R. L.; AZEVEDO, C. A.; NASCIMENTO, R. D.; SILVA, S. S. Physiological attributes of *Jatropha* under different planting densities and nitrogen doses. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.20, n.12, p.1112-1117, 2016.
- COSTA, S. J.; ERASMO, E. A. L.; OLIVEIRA T. T. C.; SILVA, J. Respostas fisiológicas de dendê submetidas ao estresse hídrico em condições do Cerrado. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.8, n.4.2018.
- DIAS, M. S.; REIS, L. S.; LIMA, I. R. V.; OLIVEIRA, A. W.; SANTOS, R. H. S.; ALMEIDA, C. A. C.; SILVA, V. M. Eficiência do uso da água pela cultura do amendoim sob diferentes lâminas de irrigação e adubação. In **Colloquium Agrariae**, v.15, n.2, p.72-83, 2019.
- DORNELES, K. R., POSSO, D. A., REBHACH, I., DEUNER, S., PAZDIORA, P. C., AVILA, L. A. & DALLAGNOL, L. J. Respostas morfofisiológicas e rendimento de grãos do trigo mediados pelo aumento da concentração de CO₂ atmosférico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.14, n.1, p.1981-0997.2019.
- FIGUEIREDO, F. R. A.; GONÇALVES, A. C. M.; RIBEIRO, J. E. S.; NÓBREGA, J.S.; DIAS, T. J. Gas exchanges in sugar apple (*Annona squamosa* L.) subjected to salinity stress and nitrogen fertilization. **Australian Journal of Crop Science**, v.13, n.12, p.1959-1966, 2019.
- HARTZELL, S.; BARTLETT, M. S.; INGLESE, P.; Consoli, S.; Yin, J.; Porporato, A. Modelling nonlinear dynamics of Crassulacean acid metabolism productivity and water use for global predictions. **Plant, Cell & Environment**, v.44, n.1, p.34-48, 2021.
- JACINTO J. S. G.; MORAES, J. G. L.; SILVA, F. D. B. D., SILVA, B. D. N., SOUSA, G. G. D., OLIVEIRA, L. L. B. D., MESQUITA, R. O. Respostas fisiológicas de genótipos de fava (*Phaseolus lunatus* L.) submetidas ao estresse hídrico cultivadas no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.34, n.3, p.413-422, 2019.

LOPES, M. D. F.Q.; FIGUEIREDO, F. R. A.; BRUNO, R. D. L. A.; SILVA, R. T.; SOUZA, L. V.; LIMA, L. K. S. Massa de sementes e variação diurna das trocas gasosas em *Luetzelburgia auriculata* (Alemão) Ducke. **Scientia Plena**, v.15, n.12, .2020.

MELO, L.N.; SOUZA, T.A.F.; SANTOS, D. Transpiratory rate, biomass production and leaf macronutrient content of different plant species cultivated on a Regosol in the Brazilian semiarid. **Russian Agricultural Sciences**, v.45, n.2, p.147-153, 2019.

MONTILLET, J. L.; RONDET, D.; BRUGIÈRE, S.; HENRI, P.; RUMEAU, D.; REICHHELD, J. P.; COUTÉ, Y.; LEONHARDT, N.; REY, P. Plastidial and cytosolic thiol reductases participate in the control of stomatal functioning. **Plant, Cell & Environment**, v. 44, n. 5, p. 1417-1435, 2021.

NUNES, M. R.; KARLEN, D. L.; VEUM, K. S.; MOORMAN, T. B.; CAMBARDELLA, C.A. Biological soil health indicators respond to tillage intensity: **A US meta-analysis. Geoderma**, v. 369, p.114335, 2020.

OLIVEIRA, A. S. L. D.; SOUZA, E. S. D.; PESSOA, L. G. M.; FERREIRA S. S. L.; SOUZA, R.; SILVA, M.; ANTONINO, A. C. D. Growth and photosynthetic efficiency of *Atriplex nummularia* under different soil moisture and saline tailings. **Revista Caatinga**, v.32, n.2, p.493-505, 2019.

OLIVEIRA, J. S.; EMERENCIANO, N. J. V.; DIFANTE, G. S.; LISTA, F. N.; SANTOS, R. S.; BEZERRA, J. D. V.; BONFIM, B. R. S.; MILHOMENS, L. B. S.; RIBEIRO, J. S. M. Structural and productive features of Panicum cultivars submitted to different rest periods in the irrigated semiarid region of Brazil. **Bioscience Journal**, v.35, n.3, 2019.

OLIVEIRA, T. P. D. F. D.; BARROSO, D. G.; FIGUEIREDO, F. A. M. M. D.; BARROS, T. C.; GAMBETTA, G. A.; Campostrini, E. Trocas gasosas, condutividade hidráulica das raízes, eficiência do uso da água e crescimento de mudas clonais e seminíferas de *Toona ciliata*. **Ciência Florestal**, v.29, n.2, p.715-727, 2019.

QUEIROZ, P. C.; SOUZA, A. R.; SANTOS, T. M.; CLEMENTE, J. M.; DUARTE, A. R.; MACHADO G. Superação de dormência de sementes de mucuna-preta. **Humanidades e Tecnologia (Finom)**, v.1, n.18, p.68-75, 2019.

RODRIGUEZ -Z. F. D.; GROOVER, A. Wood and water: How trees modify wood development to cope with drought. **Plants, People, Planet**, v. 1, n. 4, p. 346-355, 2019.

SAKODA, K., YAMORI, W., SHIMADA, T., SUGANO, S.S., TANAKA, Y. Higher stomatal density improves photosynthetic induction and biomass production in Arabidopsis under fluctuating light **Front. Plant Sci.** V.11, p.589603, 2020.

SIMÕES, P.; LAAMON, V. J.; MELLO V. L. M. L.; IZIDRO, S.; PINTO, J. L.; NASCIMENTO A. J. G.; IMBROISI T., V. Assimilação de carbono em plantas forrageiras. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v.12, n.1, p. 125-134, 2019.

VISHWAKARMA, M.; KULHARE, P.S.; TAGORE, G.S. Chlorophyll content in leaves of wheat as influenced by inorganic, organic and integrated sources of nutrient application.

International **Journal of Plant & Soil Science**, p. 31-45, 2021.

WANG, J., HASEGAWA, T., LI, L., LAM, S. K., ZHANG, X., LIU, X. & GENXING, P. Changes in grain protein and amino acids composition of wheat and rice under short term increased [CO₂] and temperature of canopy air in a paddy from East China, **New Phytologist**, v.222, n.2, p.726-734, 2019.

YAMORI, W.; KUSUMI, K.; IBA, K.; TERASHIMA, I. Increased stomatal conductance induces rapid changes to photosynthetic rate in response to naturally fluctuating light conditions in rice. **Plant, Cell & Environment**. v. 43, n.1, 2020.