

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

ROBERTA ESPÍNDULA CARDOSO

APLICAÇÃO EXÓGENA DE MELATONINA NA AMENIZAÇÃO DO ESTRESSE DO
NITROGÊNIO NA PRODUTIVIDADE DO FEIJOEIRO COMUM

Monte Carmelo

2023

ROBERTA ESPÍNDULA CARDOSO

APLICAÇÃO EXÓGENA DE MELATONINA NA AMENIZAÇÃO DO ESTRESSE DO
NITROGÊNIO NA PRODUTIVIDADE DO FEIJOEIRO COMUM

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como requisito necessário para a obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Douglas José Marques

Monte Carmelo

2023

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

C268
2023 Cardoso, Roberta Espíndula, 1999-
APLICAÇÃO EXÓGENA DE MELATONINA NA AMENIZAÇÃO DO
ESTRESSE DO NITROGÊNIO NA PRODUTIVIDADE DO FEIJOEIRO
COMUM [recurso eletrônico] : APLICAÇÃO EXÓGENA DE
MELATONINA NA AMENIZAÇÃO DO ESTRESSE DO NITROGÊNIO NA
PRODUTIVIDADE DO FEIJOEIRO COMUM / Roberta Espíndula
Cardoso. - 2023.

Orientador: Douglas José Marques .
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Uberlândia, Graduação em
Agronomia.

Modo de acesso: Internet.

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Agronomia. I. , Douglas José Marques, 1980-,
(Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia.
Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU: 631

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074

ROBERTA ESPÍNDULA CARDOSO

APLICAÇÃO EXÓGENA DE MELATONINA NA AMENIZAÇÃO DO ESTRESSE DO
NITROGÊNIO NA PRODUTIVIDADE DO FEIJOEIRO COMUM

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como requisito necessário para a obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

Monte Carmelo, 26 de junho de 2023

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Douglas Jose Marquês (UFU)

Prof. Dra. Andressa Giovannini Costa (UFU)

Prof. Dra. Vanessa Andaló Mendes de Carvalho (UFU)

Dedico este trabalho aos meus pais, pelo estímulo, carinho e compreensão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela saúde e força para ultrapassar todos os obstáculos ao longo do curso.

Agradeço ao orientador Douglas José Marques o incentivo, motivação e orientação nesta caminhada acadêmica.

Aos meus pais e irmãs por terem me dado força e sustentabilidade financeira para chegar a esse momento e aos meus amigos Mariana, Cecilia, Barbara, Kleysser, Gabriel, Thiago, Antônio Eduardo.

O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 OBJETIVOS	8
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	8
3.1 Importância econômica do feijoeiro comum.....	8
3.2 Uso do nitrogênio no feijoeiro.....	8
3.3 Uso de melatonina na agricultura	9
4 MATERIAL E MÉTODOS	10
4.1 Caracterização da área experimental e material vegetal.....	10
4.2 Experimento	11
4.3 Avaliação Agronômica	13
4.4 Análise estatística.....	13
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	13
6 CONCLUSÃO.....	16
REFERÊNCIAS	17

RESUMO

O feijão é um alimento importante presente nas famílias de diferentes classes econômicas, principalmente nas de rendas mensal baixa inferior a um salário-mínimo. Cultivado em regiões tropicais e subtropicais, sendo amplamente cultivado no Brasil, com grande relevância econômica e social. Contudo, a cultura demanda altas concentrações de nitrogênio (N), cuja em disponibilidade natural não é suficiente para suprir a necessidades da planta. Nesse contexto, surge a possibilidade de associar a melatonina a esse nutriente, visando maximizar a absorção e utilização do nitrogênio, reduzindo a necessidade da adubação. A investigação teve como objetivo avaliar a produtividade do feijoeiro comum em função da presença da melatonina em diferentes concentrações de nitrogênio. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 02x05. Os tratamentos foram constituídos da presença e ausência de melatonina com diferentes concentrações de N (0 kg ha⁻¹ N; 150 kg ha N; 300 kg ha N; 450 kg ha N e 600 kg ha N) e com quatro repetições cada. Os resultados revelaram que a presença de melatonina influenciou o crescimento das plantas de feijão, em altura da planta, massa seca (folhas+caule), e na produtividade de grãos nas diferentes concentrações do nitrogênio. Concluiu-se com a pesquisa presença de melatonina amenizou a falta de N incrementado a produtividade do feijoeiro comum.

Palavras-chave: Adubação nitrogenada; *Phaseolus vulgaris* L.; N-acetil-5-metoxitriptamina.

1 INTRODUÇÃO

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é a espécie principal do gênero *Phaseolus*, é uma cultura que tem grande importância para a dieta proteica humana. O feijão é um dos produtos agrícolas de maior importância econômica e social, cultivado em grandes áreas e necessitando de mão de obra durante o seu ciclo, além de que possui um ciclo de curto período. No Brasil, seu cultivo é de grande importância, sendo bastante difundido em todo o território nacional como uma cultura de subsistência em pequenas propriedades (AIDAR et. al., 2002).

A cultura é exigente em nutrientes como o fósforo, o potássio e principalmente o nitrogênio, que é demandado em maior quantidade para atender as necessidades da planta (BARBOZA; GONZAGA, 2012). O grande desafio é o manejo adequado entre o feijoeiro e o nitrogênio, visando aumentar a eficiência desse nutriente.

Como alternativa para reduzir aplicação do nitrogênio a melatonina (MT) (*N-acetil-5-metoxitriptamina*) pode ser uma boa opção. Esse hormônio é uma molécula sinalizadora de baixo peso molecular, que se encontra em todos os organismos vivos, de animais a plantas. Nas plantas a melatonina atua com outros antioxidantes para melhorar o sistema antioxidante, protegendo as plantas do estresse abiótico induzido por alta temperatura, frio, salinidade, seca, alimentação, radiação ultravioleta, metais pesados e poluentes químicos (ARNAO; HERNÁNDEZ-RUIZ, 2018). Acredita-se então, que a melatonina pode ajudar as plantas a maximizar a absorção e utilização do nitrogênio disponível no solo, reduzindo a necessidade de adubação nitrogenada.

O nitrogênio é um dos nutrientes requeridos em maiores quantidades por diversas culturas, especialmente as leguminosas, em função do curto ciclo de cultivo e alta demanda pelo elemento, principalmente na maturação e enchimento das vagens. As principais fontes de nitrogênio para a cultura do feijão no solo, são matéria orgânica, a aplicação de adubos e fixação biológica de nitrogênio atmosférico, obtidos com a combinação do feijão com as bactérias do grupo *Rhizobium*.

Porém os solos brasileiros possuem uma deficiência desse nutriente, já que as altas temperaturas e umidade aceleram o processo de decomposição da matéria orgânica, que libera de forma mais rápida o nitrogênio, provocando posteriormente a perda no perfil do solo por conta da lixiviação e na desnitrificação, na forma gasosa. Com isso, os solos tropicais, são pobres em nitrogênio, que rapidamente se esgotam após poucos ciclos de cultivo, se não for feito a reposição.

2 OBJETIVOS

A investigação teve como objetivo avaliar a produção do feijoeiro comum em função da presença de melatonina em diferentes concentrações de nitrogênio.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Importância econômica do feijoeiro comum

A cultura é a mais cultivado entre os *Phaseolus*, cultivado em 121 países ao redor do mundo, cujo a produção ultrapassa os 20 milhões de toneladas, em uma área de 25,6 hectares. Cujos maiores produtores mundiais são Mianmar (18%), Índia (15%), Brasil (11%), EUA (5%), México (4%), Tanzânia (4%), e China (4%) responsáveis por 61% do total produzido no mundo, ou 19 milhões de toneladas.

O Brasil é o terceiro maior produtor e consumidor de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) no mundo, onde se engloba os feijões preto, cores e caupi, com ênfase no estado do Paraná com a maior produção nacional (CNA, 2023). O grão é o alimento básico da dieta do brasileiro, com um consumo de 17,8 kg por habitantes no ano, o que deixa o Brasil como maior consumidor, com importância econômica, segurança alimentar, nutricional e sua importância cultural na culinária de diversos países e culturas (MELO, 2009; BARBOSA; GONZAGA, 2012).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a safra 2022/2023 produziu uma estimativa de 3.079,4 mil toneladas em uma área de 2,7 milhões de hectares. Contudo, mesmo com o aumento da produção, o país não produz o suficiente para atender ao mercado interno.

3.2 Uso do nitrogênio no feijoeiro

O feijoeiro possui sistema radicular reduzido e pouco profundo, e que apresenta um ciclo curto, de 90 a 100 dias, devido a esse fato é uma cultura que exige uma grande demanda de nutrientes. Em comparação aos demais nutrientes, o nitrogênio é absorvido em maiores quantidades pelo feijoeiro (OLIVEIRA et al., 1996).

Por sua quantidade de absorção, a aplicação do nitrogênio deve ocorrer de forma correta quanto a dose e a época, de forma que se verifique vantagens para o aumento do número das vagens, assim como uma boa nutrição (CARVALHO et al., 2001).

Roselem (1987), constatou que o N aplicado em uma cobertura de até 36 dias após a emergência da planta tem um maior aproveitamento. Em um outro estudo se tem que a adubação nitrogenada parcelada, em cobertura, até os 30 dias após a emergência das plantas é vantajosa para a cultura do feijão (ARAÚJO et al., 1994).

Em outros dois casos temos que para Ambrosano et al. (1996), em um cultivo de feijão irrigado no inverno, a produtividade pode ser maior com a adição de N, e que aquelas aplicadas em cobertura foram mais efetivas do que as aplicadas durante a semeadura, em uma época de até 25 dias após a emergência. E que para Calvache e Reichardt (1996) foi verificado que a maior absorção de N ocorreu na floração e na época de formação de vagens.

Com isso, temos que para a cultura do feijoeiro comum a fixação biológica de N, é completamente diferente ao que se observa na cultura da soja (*Glycine Max*) espécie da mesma família Fabaceae, onde a resposta a adubação mineral seja uma prática indispensável, o que intensifica os custos de produção e os impactos ambientais causados pela dinâmica de perdas do nitrogênio (ROCHA; LEMOS, 2021).

3.3 Uso de melatonina na agricultura

A melatonina (N-acetil-5-metoxitriptamina) é uma biomolécula onipresente que funciona principalmente como um antioxidante de amplo espectro em animais e plantas. Estudos sobre fitomelatonina sugerem que a melatonina (MT) pode proteger as plantas do estresse abiótico induzido por alta temperatura, frio, salinidade, seca, alimentação, radiação ultravioleta, metais pesados e poluentes químicos (HANSAN et al., 2018).

A MT tem sido utilizada como regulador do crescimento das plantas, pois ela participa de vários processos regulatórios e de desenvolvimento nas plantas, incluindo o estabelecimento das raízes e desenvolvimento das raízes laterais (ZHANG et al., 2013). Também auxilia na regulação dos ritmos circadianos, na manutenção do equilíbrio redox celular, na regulação do amadurecimento dos frutos e proteção de cloroplastos (LEI et al., 2013; SUN et al., 2014). Outros autores evidenciam a regulação da senescência foliar e a remoção de espécies reativas de oxigênio (SHI et al., 2015; GAO et al., 2016). Além disso, estudos mostraram que a MT apresenta as mesmas funções que a auxina na regulação do crescimento vegetal, ou seja,

promove o crescimento em baixas concentrações, enquanto inibe o crescimento em altas concentrações (CHEN et al., 2009).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área experimental e material vegetal

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação na área experimental, Campo Demonstrativo e Experimental (CADEX), no Campus Monte Carmelo da Universidade Federal de Uberlândia (Figura 3). A cidade de Monte Carmelo está localizada na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, em Minas Gerais, cujo seu bioma é o Cerrado, e conforme a classificação de Köppen, o clima da área de estudo é classificado como AW, isto é, apresenta um clima classificado como tropical quente e úmido e com inverno seco, suas temperaturas que variam de um mínimo de 15,2°C a um máximo de 32,2°C.

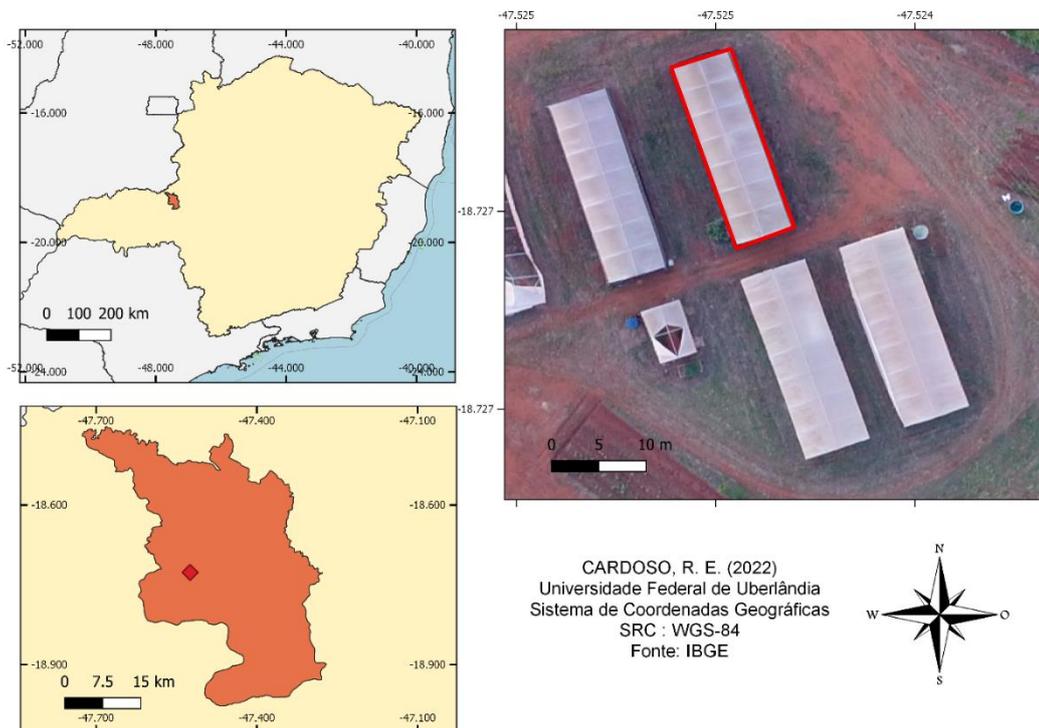


Figura 1 - Mapa de localização. Fonte: O Autor (2023)

4.2 Experimento

O experimento foi montado em delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 02x05. O fatorial é um tipo de esquema, ou seja, uma das maneiras de organizar os tratamentos e não um tipo de delineamento. Os tratamentos foram constituídos da presença de melatonina (+*Met*) e ausência (-*Met*), com diferentes concentrações de N (0 kg ha N; 150 kg ha N; 300 kg ha N; 450 kg ha N e 600 kg ha N), sendo a dosagem 150 kg N ha⁻¹ (Tabela 1). Cada tratamento composto por quatro repetições.

Como etapas no pré-plantio os vasos foram preparados com a instalação da irrigação, no qual durante todo o projeto foi empregado um sistema de gotejamento com uma vazão de 1,1 litros por hora. Ao considerar o momento ideal para a irrigação, foi decidido que ela ocorreria apenas uma vez pela manhã no início do experimento, levando em conta o tamanho do recipiente, e ao final do experimento a irrigação passou a acontecer no período da manhã e da tarde.

A semeadura foi realizada em vasos de 20 dm³, com três sementes da cultivar de feijão UFU#12 por vaso, no dia 13 de outubro. Totalizando 40 vasos, dispostos em cinco filas de oito vasos (Figura 2). O desbaste foi realizado quando as plantas apresentaram três a quatro folhas definitivas (entre 10 e 15 dias após o plantio), deixando a planta mais vigorosa.

Tabela 1 – Tratamentos utilizados.

Tratamento	Ausência ou Presença de Melatonina	Dose de Nitrogênio
T1	Ausência	0
T2	Ausência	150
T3	Ausência	300
T4	Ausência	450
T5	Ausência	600
T6	Presença	0
T7	Presença	150
T8	Presença	300
T9	Presença	450
T10	Presença	600

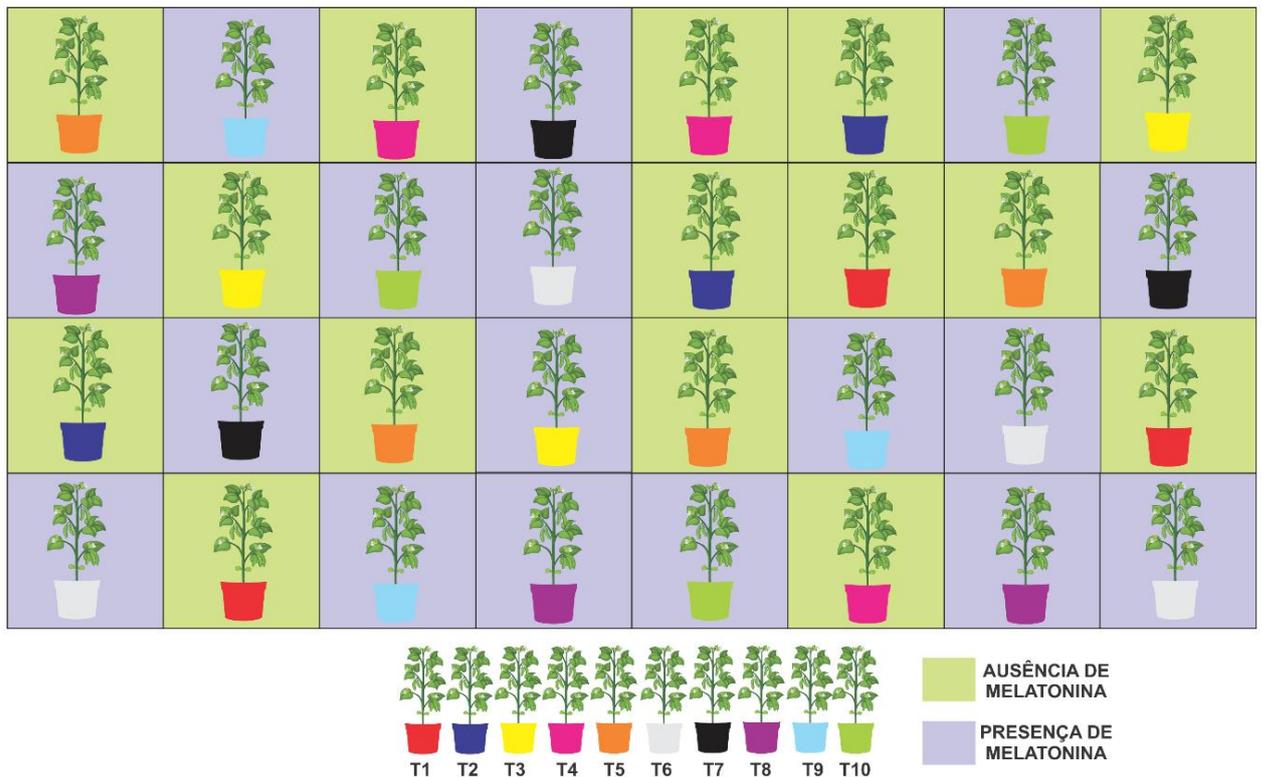


Figura 2 - Esquema do delineamento experimental utilizada na pesquisa. Fonte: O Autor (2023)

Quanto a aplicação dos tratamentos elas ocorreram em três datas. No dia do plantio, em que foi aplicado melatonina. Essas adubações foram feitas em forma de solução nutritiva, onde se utilizou a dose recomendada e diluiu em um litro de água destilada, dessa diluição, se aplicou 30 mL por vaso de acordo com o tratamento, a fonte de nitrogênio usado em todas as adubações foi a ureia a 45%. O nitrogênio, teve suas diferentes doses aplicadas conforme os tratamentos. Já a segunda e terceira aplicação, com 25 e 45 dias respectivamente, foi aplicado somente a adubação nitrogenada e potássio. A melatonina foi aplicada somente na semeadura.

Durante a condução do experimento, se constatou a presença de tripses (*Caliothrips phaseoli*), e com 25 dias do plantio, sendo feita a aplicação do inseticida Acefato[®], para o controle. Aos 30 dias observou-se a presença do ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*), aplicou-se Oberom[®], para o controle (AGROFIT, 2023).

4.3 Avaliação Agronômica

Para avaliar os parâmetros avaliados foi considerado a porcentagem (%) de germinação, o desenvolvimento da planta (altura e massa seca), ciclo total em dias, número de vagens por planta, número grãos nas vagens do feijão, produtividade afim de verificar se tais quantidades possuíram alguma influência na produção por área.

Altura das plantas foi medida com uma trena, tomando como base o colo da planta até o ápice da planta, no final do experimento.

Já para a massa seca, as plantas foram coletadas para a determinação da massa seca (MS) sendo separadas em raízes e parte aérea (caule e folhas). Os componentes foram secos em estufa a 60°C, com ventilação forçada, até atingirem massa constante. As raízes foram separadas da parte aérea através de um corte no colo da planta, lavadas com água deionizada para retirar o excesso de solo aderido às raízes. A água deionizada é um tipo de água purificada que remove todas as impurezas, incluindo sais e minerais dissolvidos. A parte aérea foi processada em conjunto.

No final do ciclo da cultura, quando as vagens estavam totalmente secas, a colheita foi realizada manualmente e as vagens colocadas em uma estufa com temperatura controlada de 70°C por 3 dias, procedendo-se posteriormente à debulha manual dos grãos.

4.4 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e médias comparadas pelo Teste t de Student em $p < 0,05$ (STEEL et al., 2006). Padrão desvios foram calculados e os estimadores de regressão e correlação de Pearson aplicadas usando software SISVAR (Ferreira, 2011).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados referentes à altura das plantas (Figura 3) revelaram uma distinção entre os tratamentos. Inicialmente, independentemente da presença (+*Met*) ou ausência (-*Met*) da melatonina, altura das plantas foram semelhantes na ausência de N. No entanto, à medida que a concentração de N aumentou, na presença de melatonina, a altura da planta foi superior. Outros estudos revelaram que a melatonina também desempenhou melhorias no crescimento e desenvolvimento de diferentes culturas, em diferentes condições (TURK; ERDAL, 2015;

BAÏABUSTA et al., 2016; ZHANG R. et al., 2017; GONG et al., 2017; LI et al., 2017; AMJADI et al., 2021). Com base nos valores do coeficiente de determinação (r^2), observamos que a presença *+Met* apresentou 96% de incremento, quando comparado com ausência *-Met*. Isso indica que na presença *+Met*, a concentração N exerceu uma influência 3% a mais na altura das plantas em comparação ao grupo *-Met*.

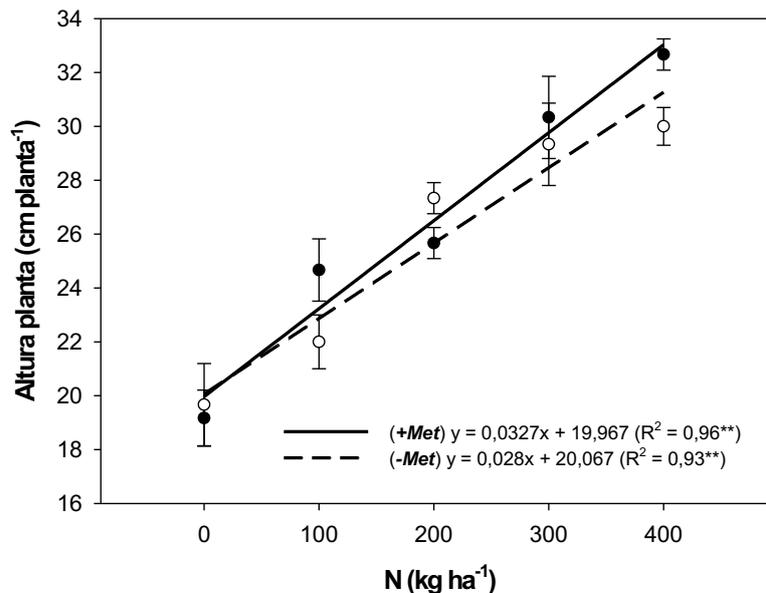


Figura 3 - Altura da planta de feijoeiro comum na presença de melatonina presença (*+Met*) e ausência de melatonina (*-Met*) em função das concentrações de nitrogênio Fonte: O Autor (2023)

Para matéria seca (MS) do feijoeiro comum, os resultados foram distintos na massa seca folha (A) e massa seca caule (B) em relação presença (*+Met*) e ausência (*-Met*). Para a MS de folha e caule na ausência de N os valores de concentração foram superiores na presença (*+Met*). A massa seca da folha foi superior em todos as diferentes concentrações de N, na presença de melatonina. Esses resultados podem estar relacionados ao papel do N na divisão celular, no desenvolvimento de tecidos vegetais e na formação de novas folhas. Outros autores também afirmam que o aumento do rendimento e da biomassa pelo tratamento com melatonina também pode ser devido ao aumento na fixação simbiótica de nitrogênio (WEI et al., 2015; MAO et al., 2018; REN et al., 2019; WANG et al., 2021; CHEN et al., 2021). Já para a massa seca do caule (Figura 4) na ausência de N a presença (*+Met*), proporcionou aumento acompanhando as concentrações de N. A presença ou ausência de melatonina afetou a relação entre o N e as massas. Na presença (*+Met*) o coeficiente de determinação é de 77% em ambas as massas, indicando uma relação moderada entre essas variáveis. No grupo *-Met*, o coeficiente de

determinação é de 92% e 85%, demonstrando uma relação mais forte. Isso sugere que a melatonina pode influenciar a resposta das plantas à disponibilidade de nitrogênio, impactando a relação entre essas variáveis. Condizente com tais valores o experimento realizado por Cao et al., (2022) apresentou também um aumento da biomassa ao avaliar a soja, onde a aplicação de melatonina aumentou os principais genes envolvidos no metabolismo do nitrogênio, aumentando assim a atividade de enzimas relacionadas e restaurando o crescimento e a produção estável de biomassa. Já para o trigo, o tratamento com melatonina aumentou a absorção de nitrogênio, especialmente em uma condição de deficiência de nitrogênio do trigo de inverno e resultou em 16% a 23% mais rendimentos em plantas tratadas com melatonina em comparação com plantas não tratadas com melatonina sob N suficiente ou N condições deficientes (QJAO et al., 2019).

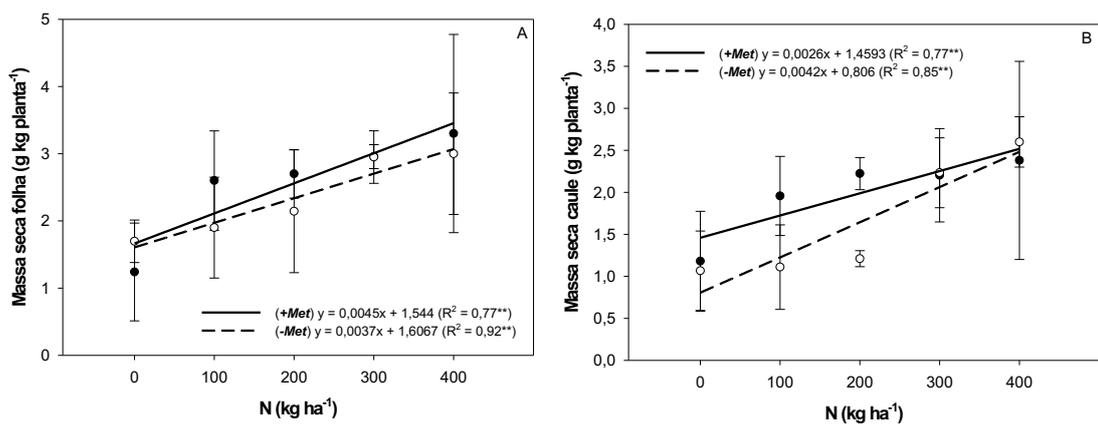


Figura 4 - Massa seca da folha (A), caule (B) em plantas feijoeiro comum na presença de melatonina (+Met) e ausência de melatonina (-Met) em função das concentrações de nitrogênio. Fonte: O Autor (2023).

Para a produtividade (Figura 5), apresentou um comportamento linear na presença (+Met) nas diferentes concentrações de N. Esses resultados estão embasados no r² 94% para presença (+Met) indicando uma relação forte entre o N e a produtividade que é de 83%. Esses resultados sugerem que a presença de melatonina pode ter um efeito positivo na relação entre N e a produtividade.

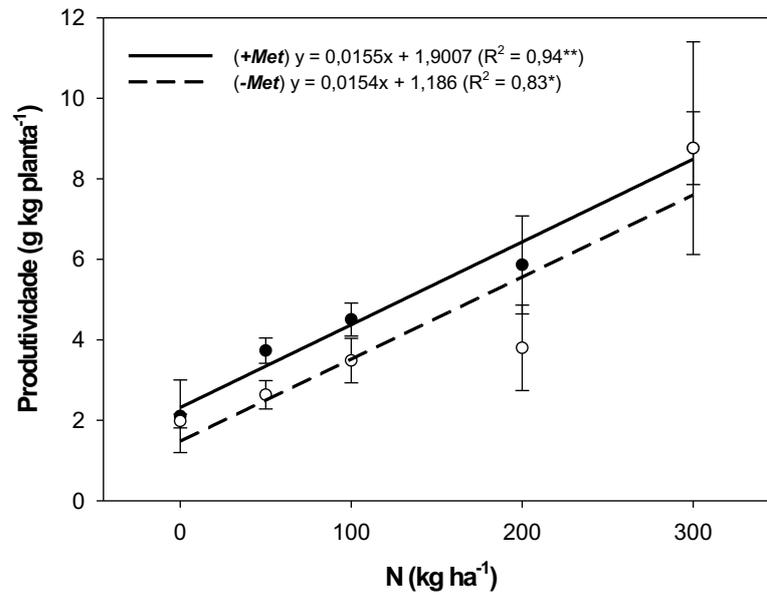


Figura 5- Produtividade feijoeiro comum na presença de melatonina (+*Met*) e ausência de melatonina (-*Met*) em função das concentrações de nitrogênio. Fonte: O Autor (2023).

6 CONCLUSÃO

Concluiu-se com a pesquisa que presença de melatonina amenizou o estresse de N incrementado a produtividade do feijoeiro comum.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT. **Tripes e ácaros em feijoeiro**. 2023. Disponível em: agrofit.agricultura.gov.br/. Acesso em: 8 jul. 2023.
- AIDAR, H. et al. Produção do feijoeiro comum em várzeas tropicais. **Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 305p**, 2002.
- AMBROSANO, E. J. et al. Efeito do nitrogênio no cultivo de feijão irrigado no inverno. **Scientia Agricola**, v.53, p.338-341, 1996
- ARAÚJO, G. A. A. et al. Efeito da época de aplicação do adubo nitrogenado em cobertura sobre o rendimento do feijão, no período de outono-inverno. **Revista Ceres**, v.41, p.442-450, 1994
- ARNAO, M. B.; HERNÁNDEZ-RUIZ, J. Melatonin, and its relationship to plant hormones. **Annals of Botany**, v. 121, p. 195-207, 2018.
- BARBOSA, F. R.; GONZAGA, A. C.O. Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira: 2012-2014. **Embrapa Arroz e Feijão**. 2012.
- CALVACHE, A.M.; REICHARDT, K. Efeito de épocas de deficiência hídrica na eficiência do uso do nitrogênio da cultura do feijão cv. Imbabello. **Scientia Agricola**, v.53, p.342-353, 1996.
- CAO, L. et al. Melatonin confers drought stress tolerance in soybean (*Glycine max* L.) by modulating photosynthesis, osmolytes, and reactive oxygen metabolism. **Photosynthetica**, v. 57, n. 3, p. 812-819, 2019.
- CARVALHO, M. A. C. et al. Produtividade e qualidade de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob influência de parcelamentos e fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.617-624, 2001.
- CHEN, Q. et al. Exogenously applied melatonin stimulates root growth and raises endogenous indoleacetic acid in roots of etiolated seedlings of *Brassica juncea*. **Journal of plant physiology**, v. 166, n. 3, p. 324-328, 2009.
- CHEN, Z. et al. Effects of melatonin on morphological characteristics, mineral nutrition, nitrogen metabolism, and energy status in alfalfa under high-nitrate stress. **Frontiers in Plant Science**, v. 12, p. 694179, 2021.
- Companhia Nacional De Abastecimento (CONAB). **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 10, safra 2022/23, n. 9 nono levantamento, junho 2023.
- Confederação da Agricultura e Pecuária no Brasil (CNA). **Feijão**. 2023. Disponível em: <https://cnabrasil.org.br/feijoes>. Acesso em: 08 jul. 2023.
- GAO, H. et al. Melatonin treatment delays postharvest senescence and regulates reactive oxygen species metabolism in peach fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 118, p. 103-110, 2016.

HASAN, M. K. et al. Melatonin alleviates low-sulfur stress by promoting sulfur homeostasis in tomato plants. **Scientific reports**, v. 8, n. 1, p. 1-12, 2018.

LEI, Q. et al. Identification of genes for melatonin synthetic enzymes in 'Red Fuji' apple (*Malus domestica* Borkh. cv. Red) and their expression and melatonin production during fruit development. **Journal of Pineal Research**, v. 55, n. 4, p. 443-451, 2013.

LEON, J. 1968. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. San Jose, IICA, 487p.

MAO, J. J. et al. (2018) Exogenous melatonin enhances salt stress tolerance in maize seedlings by improving antioxidant and photosynthetic capacity. **Physiologia plantarum**, v. 164, n. 3, p. 349-363, 2018. doi:10.1111/ppl.12737

MELO, L. C. Procedimentos para condução de experimentos de valor de cultivo e uso em feijoeiro comum. **Embrapa Arroz e Feijão-Documentos**. 2009.

OLIVEIRA, I. P. et al. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAUJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J. de O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p.169-221

REN, S. et al. Melatonin priming enhances symbiotic nitrogen fixation in soybean, *Glycine max* L. **Journal of Biotech Research**, v. 10, p. 136-144, 2019.

SHI, H. et al. INDOLE-3-ACETIC ACID INDUCIBLE 17 positively modulates natural leaf senescence through melatonin-mediated pathway in *Arabidopsis*. **Journal of Pineal Research**, v. 58, n. 1, p. 26-33, 2015.

SUN, Q. et al. Melatonin promotes ripening and improves quality of tomato fruit during postharvest life. **Journal of Experimental Botany**, v. 66, n. 3, p. 657-668, 2015.

WANG, H. et al. The mechanisms underlying melatonin improved soybean seedling growth at different nitrogen levels. **Functional Plant Biology**, v. 48, n. 12, p. 1225-1240, 2021.

WEI, W. et al. Melatonin enhances plant growth and abiotic stress tolerance in soybean plants. **Journal of Experimental Botany**, v. 66, n. 3, p. 695-707, 2015.

ZHANG, N. et al. Roles of melatonin in abiotic stress resistance in plants. **Journal of experimental botany**, v. 66, n. 3, p. 647-656, 2015.