

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
ESCOLA POLITÉCNICA E DAS ARTES
ENGENHARIA AGRONÔMICA

ANÁLISE DO SISTEMA DE CONSÓRCIO MILHO (*Zea mays* L.) E AMENDOIM
FORRAGEIRO (*Arachis pinto* Krapov. & W.C.Gregory): CONTRIBUIÇÃO À
FERTILIDADE NITROGENADA DO SOLO.

PEDRO AUGUSTO TEODORO TEIXEIRA

GOIÂNIA
2025

PEDRO AUGUSTO TEODORO TEIXEIRA

ANÁLISE DO SISTEMA DE CONSÓRCIO MILHO (*Zea mays*) E AMENDOIM
FORRAGEIRO (*Arachis pintoi*): CONTRIBUIÇÃO À FERTILIDADE NITROGENADA
DO SOLO

Artigo apresentado como requisito parcial
para composição de média final na
disciplina de Trabalho de Conclusão de
Curso I, do curso de graduação em
Agronomia, da Pontifícia Universidade
Católica de Goiás, PUC-Goiás.

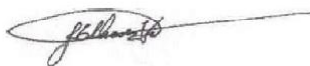
Orientador: Prof. Dr. Jales Chaves Teixeira
Filho

GOIÂNIA
2025

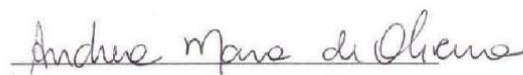
PEDRO AUGUSTO TEODORO TEIXEIRA

ANÁLISE DO SISTEMA DE CONSÓRCIO MILHO (Zea mays L.) E
AMENDOIM FORRAGEIRO (Arachispintoi Krapov. & W.C.Gregory):
CONTRIBUIÇÃO À FERTILIDADE NITROGENADA DO SOLO.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Jales Teixeira Chaves Filho
(Doutor em Fisiologia de Plantas)
Pontifícia Universidade Católica de
Goiás



Prof.ª Ma. Andréa Mara de Oliveira
(Mestre em Ciências Biológicas)
Pontifícia Universidade Católica de
Goiás

Documento assinado digitalmente
ROBERTA PAULA DEJESUS Data:
15/12/2025 verifique em
<https://validar.iti.gov.br>

Profa. Drª Roberta Paula de Jesus
(Doutora em Agronomia)
Pontifícia Universidade Católica de
Goiás

Aprovada em 15/12/2025

RESUMO

Este trabalho analisa o sistema de consórcio entre milho (*Zea mays* L.) e amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov. & W.C.Gregory), com enfoque na sua contribuição para a fertilidade nitrogenada do solo e no manejo integrado de cultivos. O estudo, foi desenvolvido em condições controladas, nas quais houve uma comparação entre o monocultivo de milho (com e sem adubação nitrogenada) e o consórcio milho-amendoim forrageiro, avaliando parâmetros como crescimento vegetativo, eficiência na fixação biológica de nitrogênio e supressão de plantas daninhas. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com análises químicas do solo e avaliações agronômicas periódicas. Os resultados esperados incluem a quantificação do aporte de nitrogênio ao sistema, a viabilidade técnica do consórcio e seus efeitos na produtividade do milho e na dinâmica de plantas infestantes. A pesquisa busca fornecer subsídios para práticas agrícolas sustentáveis, reduzindo a dependência de fertilizantes sintéticos e promovendo a conservação do solo.

Palavras-chave: Consórcio, *Zea mays*, *Arachis pintoi*, nitrogênio.

ABSTRACT

This study analyzes the intercropping system of maize (*Zea mays* L.) and forage peanut (*Arachis pintoi* Krapov. & W.C. Gregory), with emphasis on its contribution to soil nitrogen fertility and integrated crop management. The research will be conducted under controlled conditions, comparing maize monoculture (with and without nitrogen fertilization) to the maize–forage peanut intercrop, evaluating parameters such as vegetative growth, efficiency of biological nitrogen fixation, and weed suppression. The experimental design adopted was a randomized block design, including soil chemical analyses and periodic agronomic evaluations. The expected results include the quantification of nitrogen input to the system, the technical feasibility of the intercropping strategy, and its effects on maize productivity and weed dynamics. The study aims to provide support for sustainable agricultural practices by reducing dependence on synthetic fertilizers and promoting soil conservation.

Keywords: Intercropping, *Zea mays*, *Arachis pintoi*, nitrogen.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise química do solo utilizado nos vasos experimentais	14.
--	-----

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Etapa de desbaste com remoção de excedentes para padronização de três plantas por vaso **13.**
- Figura 2 – Procedimentos de adubação e semeadura para instalação do experimento..... **14.**
- Figura 3 – Altura média de plantas de milho aos 60 dias sob diferentes tratamentos....**16.**
- Figura 4 – Diâmetro médio de colmo sob diferentes tratamentos.....**17.**
- Figura 5 – Massa seca de plantas de milho sob diferentes tratamentos.....**18.**
- Figura 6 – Extração de clorofila total em plantas de milho sob diferentes tratamentos..... **19.**
- Figura 7 – Teor de clorofila total aos 60 dias sob diferentes tratamentos.....**20.**

LISTA DE ABREVIATURAS

DBC – Delineamento em Blocos Casualizados

N – Nitrogênio

N₂ – Nitrogênio atmosférico

NPK – Fertilizante contendo Nitrogênio, Fósforo e Potássio

P₂O₅ – Pentóxido de fósforo

K₂O – Óxido de potássio

mg – Miligrama

mm – Milímetro

cm – Centímetro

L – Litro

Nm – Nanômetro

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO	07
2- OBJETIVOS	08
3- REFERENCIAL TEÓRICO.....	09
3.1- A CULTURA DO MILHO.....	09
3.2- A CULTURA DO AMENDOIM FORRAGEIRO	09
3.3- PLANTIO CONSORCIADO ENTRE GRAMÍNEAS E LEGUMINOSAS	10
4- MATERIAL E MÉTODOS	12
4.1- TIPO DE ESTUDO/PESQUISA.....	12
4.2- LOCAL DE REALIZAÇÃO DE ESTUDO	12
4.3- PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	13
5- RESULTADOS E DISCUSSÃO.	15
6- CONCLUSÃO.....	22
7- CRONOGRAMA.....	23
REFERÊNCIAS.....	24

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura agrícola classificada taxonomicamente na família Poaceae, constituindo uma espécie de origem neotropical, com seu centro primário de diversificação localizado na região mesoamericana (SILVEIRA et al., 2015). Destaca-se como uma das espécies cerealíferas de maior expressão global em termos de área cultivada e volume de produção, em virtude de sua notável plasticidade fenotípica frente a diferentes condições edafoclimáticas e de seu elevado valor nutricional (COSER, 2010).

Dentre os fatores bióticos restritivos ao potencial produtivo das culturas, as plantas daninhas emergem como agentes limitantes críticos, promovendo reduções significativas no rendimento econômico mediante processos de competição por recursos edáficos e ambientais (ABDIN et al., 2000; PITELLI, 1985). Em decorrência desse contexto, diversos estudos têm sido conduzidos visando avaliar estratégias integradas de manejo de plantas daninhas associadas à fixação biológica de nitrogênio mediante sistemas consorciados com espécies forrageiras, com o objetivo de otimizar a eficiência produtiva e reduzir os custos operacionais.

A introdução de espécies leguminosas no sistema produtivo promove significativa melhoria no aporte de nitrogênio no solo, atua como estratégia complementar no manejo integrado de plantas daninhas, incrementa a diversidade biológica do agroecossistema e potencializa a produção de biomassa vegetal (COSTA, 2011). O amendoim-forrageiro é uma leguminosa perene e prostada com hábito de crescimento estolonífero. Apresenta melhor desenvolvimento em climas tropicais e com precipitação anual de 2000 a 3500 mm. Ainda, sobrevive a períodos de seca (DWYER et. al., 1994). Diante dessas premissas, a adoção do amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) apresenta-se como alternativa técnica vantajosa para sistemas consorciados com milho, em virtude de suas características fisiológicas.

Assim sendo, este projeto tem como propósito avaliar a eficácia agrônômica do consórcio entre milho (*Zea mays* L.) e amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) em relação ao incremento da fertilidade nitrogenada do solo.

2. OBJETIVO GERAL:

O presente trabalho tem como objetivo principal avaliar o potencial do sistema de consórcio entre milho (*Zea mays* L.) e amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov. & W.C.Gregory) como estratégia integrada para o manejo sustentável de cultivos, com ênfase na melhoria da fertilidade nitrogenada do solo, buscando quantificar sua contribuição na fixação biológica de nitrogênio através da simbiose com bactérias diazotróficas.

Objetivos específicos:

- Avaliar o crescimento e o potencial produtivo do milho em consórcio com o amendoim forrageiro;
- Analisar a contribuição do amendoim forrageiro sobre as respostas relativas à redução na adubação nitrogenada do milho;
- Avaliar a viabilidade a o uso do milho e do amendoim forrageiro em sistema de consórcio;
- Determinar o efeito adicional da fixação biológica do nitrogênio pela leguminosa e seu potencial aproveitamento pela cultura do milho.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A cultura do milho

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2013), o milho (*Zea mays* L.) é uma espécie vegetal pertencente à família Poaceae (gramíneas), destacando-se como uma das culturas agrícolas mais relevantes do agronegócio brasileiro. O cereal ocupa a segunda posição no ranking de produção nacional, sendo fundamental para a segurança alimentar, a cadeia produtiva de rações e a economia do país. A cultura desempenha papel fundamental na segurança alimentar, na cadeia produtiva de rações animais e na bioenergia, especialmente na produção de etanol (EMBRAPA, 2021).

O milho é uma planta de ciclo anual, adaptada a diferentes condições climáticas, embora seu desenvolvimento ideal ocorra em temperaturas entre 20°C e 30°C e precipitação média de 800 a 1.200 mm durante o ciclo (SANTOS et al., 2020). É uma planta de ciclo curto, de porte variável, com cultivares que atingem até 3,5m de altura, possui raízes fasciculadas, folhas alternas lanceoladas, colmo cheio, dividido por nós; comumente tem uma a três espigas. (BARBOSA, 1983). A espécie é monoica, com inflorescências masculinas (pendão) e femininas (espiga) separadas na mesma planta. (MAGALHÃES et al., 2018).

3.2 Cultura do amendoim forrageiro

O amendoim forrageiro, representado principalmente por espécies do gênero *Arachis*, como *A. Pinto* e *A. Glabrata*, destaca-se como uma leguminosa de relevante importância para sistemas agropecuários sustentáveis. Segundo Carvalho et al. (2020, p. 45), essa planta apresenta alta adaptabilidade a diferentes condições edafoclimáticas, sendo particularmente eficaz em solos de baixa fertilidade, além de fixar nitrogênio atmosférico por meio de simbiose com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*.

Morfologicamente, o amendoim forrageiro apresenta crescimento prostrado, com ramos rastejantes que formam uma densa cobertura vegetal, auxiliando no controle de erosão e na supressão de plantas invasoras (SOUZA et al., 2019). Suas folhas são compostas, com quatro folíolos elípticos de coloração verde intensa,

enquanto as flores, de cor amarelo-vivo, são pequenas e surgem em hastes florais que emergem das axilas foliares. Do ponto de vista nutricional, a forragem do amendoim apresenta teores proteicos que variam entre 18% e 22%, dependendo da espécie e do manejo adotado (COSTA et al., 2021).

3.3 Plantio consorciado entre gramíneas e leguminosas

O consórcio vegetal caracteriza-se como uma prática agronômica que consiste no cultivo simultâneo de duas ou mais espécies vegetais em uma mesma unidade de área, estabelecendo uma convivência fenológica que pode abranger todo o ciclo vegetativo ou apenas parte deste período (PORTES et al., 2003).

Dentre as plantas utilizadas para adubação verde, as leguminosas ocupam posição de destaque devido à sua capacidade única de estabelecer relações simbióticas com rizóbios, microrganismos especializados na fixação biológica de nitrogênio atmosférico (N_2). Essa notável associação, conforme demonstrado por Perin et al. (2003), promove a incorporação significativa de nitrogênio ao sistema agrícola, beneficiando tanto o solo quanto as culturas subsequentes. O processo ocorre através da formação de nódulos radiculares, em que as bactérias presentes convertem o N_2 em formas assimiláveis pelas plantas, funcionando como verdadeiras fábricas naturais de fertilizante nitrogenado. Conforme demonstrado por Alvarenga et al. (1995). Esse sistema de cultivo promove incremento significativo na produção de biomassa vegetal, proporcionando maior cobertura do solo durante o ciclo fenológico da cultura principal. Do ponto de vista edáfico, a associação favorece processos de ciclagem biogeoquímica de nutrientes, decorrentes da exploração diferenciada do perfil do solo por sistemas radiculares com arquiteturas complementares – característica marcante nas interações entre gramíneas e leguminosas.

As gramíneas apresentam notável capacidade de desenvolvimento radicular mesmo em condições edafoclimáticas adversas, incluindo solos com problemas de compactação. Conforme demonstrado por Salton e Tomazi (2014), seu sistema radicular fasciculado atua como um eficiente agente de estruturação do perfil do solo, criando condições físicas favoráveis para o estabelecimento de culturas subsequentes. Esse efeito é particularmente relevante em sistemas de plantio direto, aprimorando a porosidade do solo, crucial para a produtividade agrícola.

Embora as gramíneas não possuam a capacidade de fixação biológica de nitrogênio atmosférico, característica das leguminosas, desempenham importante papel na conservação deste nutriente no sistema solo-planta. Andreola et al. (2000), destacam que essas espécies atuam como “reservatórios biológicos” de nitrogênio, absorvendo e imobilizando o nutriente em sua biomassa, reduzindo significativamente as perdas por lixiviação e volatilização. Esse mecanismo é especialmente valioso em regiões tropicais, pois as perdas de nitrogênio podem atingir até 50% do fertilizante aplicado.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Tipo de estudo/pesquisa

O presente estudo foi desenvolvido em duas etapas metodológicas complementares, cada uma alinhada aos objetivos específicos da pesquisa. Na primeira fase, de caráter descritivo, realizou-se a caracterização detalhada do sistema experimental, incluindo a descrição minuciosa do local de estudo, dos tratamentos aplicados e das variáveis mensuradas. Esta etapa permite a documentação sistemática de todos os parâmetros envolvidos no experimento, desde as condições edafoclimáticas até os protocolos de implantação e manejo do consórcio.

A segunda fase, de natureza explicativa, concentrou-se na análise dos mecanismos subjacentes aos fenômenos observados, empregando abordagens experimentais rigorosas conduzidas em condições experimentais. Foram implementados delineamentos estatísticos adequados, com repetições e controles necessários para estabelecer relações de causa-efeito entre as práticas de consórcio e os resultados obtidos. Esta etapa incluiu a aplicação de técnicas específicas para avaliação da fixação biológica de nitrogênio, permitindo elucidar os processos ecológicos e fisiológicos envolvidos na interação entre as espécies cultivadas.

4.2 Local de realização do estudo

Os experimentos referentes à presente investigação foram conduzidos em Área rural privada localizada em Bela vista de Goiás, localizada nas coordenadas geográficas 17°1'47.95" de latitude Sul, 49°2'14.72" de longitude Oeste. Segundo Köppen e Geiger (PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A, 2007), o clima na região é classificado como Aw(clima tropical de savana caracterizado por temperaturas médias elevadas ao longo do ano), sendo quente e úmido, com temperatura anual média aproximada de 23°C, pluviosidade média anual de 1270 mm, com chuvas predominantes no verão (CLIMATEDATA, 2025).

No local existe infraestrutura adequada para pesquisas agrônômicas e montagem dos experimentos, assim como a coleta de dados e análise estatística.

A coleta de dados foi realizada *in situ*, contemplando avaliações periódicas dos parâmetros agrônômicos previamente estabelecidos no delineamento experimental.

4.3 Procedimentos metodológicos

O experimento foi conduzido sob um delineamento experimental em blocos casualizados (DBC) com seis repetições, visando reduzir a influência de variações não controladas. Os tratamentos avaliados consistem em monocultivo de milho (*Zea mays* L. cv. BM3051) sem adubação nitrogenada de cobertura, monocultivo de milho com adubação nitrogenada de cobertura e consórcio milho-amendoim forrageiro (*Arachis pinto*) sem adubação nitrogenada de cobertura.

As unidades experimentais foram constituídas por vasos perfurados de 15 L, preenchidos com Latossolo Vermelho de textura média, coletado na área de estudo, sendo plantadas em cada vaso, cinco sementes de milho.

A semeadura do milho foi realizada manualmente, mantendo-se um estande de três plantas por vaso através do desbaste aos 15 dias após a semeadura.

Pode ser observada na figura 1 esta padronização visual entre os tratamentos: T0-Plantio com adubação de base sem cobertura; T1-Plantio com adubação de base com cobertura nitrogenada; T2-Plantio com adubação de base e consórcio com amendoim-forrageiro (*Arachis pinto* Krapov & W.C Gregory, Fabaceae).

FIGURA 1: Etapa de desbaste com remoção de excedentes para padronização de três plantas de plantas de milho (*Zea mays* L. cultivar....) por vaso, após 15 dias da semeadura sob diferentes tratamentos em condições experimentais.



FONTE: Pedro Augusto Teodoro

No sistema consorciado, as sementes de milho foram semeadas juntamente com sementes do amendoim forrageiro (FIGURA 2). O solo foi submetido à análise química prévia (TABELA 1), para determinação de correções e doses de fertilizantes, as quais são calculadas com base nas exigências nutricionais da cultura.

FIGURA 2: Instalação do experimento em vasos, ilustrando a fase de adubação de base e semeadura de milho (*Zea mays* L. Cultivar..) e do amendoim-forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov & W.C Gregory, Fabaceae)



FONTE: Pedro Augusto Teodoro.

Tabela 1: Análise referente ao solo utilizado em baldes para plantio.

Lab.									
Amostra	pH	Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P(Melich)	
cm	CaCl ₂			cmolc/dm ³ (mE/100 ml)				mg/dm ³ (ppm)	
0-20	5,1	1,3	0,7	0,0	2,7	0,66	256,8	1,7	

A adubação de base foi realizada com o fertilizante NPK 4-30-10 (4% de N, 30% de P₂O₅, 10% de K₂O) disponibilizado pela universidade, foi utilizada uma dose média de 350kg/ha, aplicado conforme recomendação técnica derivada da análise de solo e necessidade das culturas, Além da correção do pH do solo por meio da aplicação de calcário granulado (Polli SE Sumag), foi utilizada a dose de 200kg/ha, para a melhoria da acidez presente.

Para os tratamentos que receberam adubação nitrogenada de cobertura, utilizou-se sulfato de amônio $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$, com dose ajustada conforme a demanda da cultura (cerca de 100Kg de N/ha).

No experimento utilizou-se três tratamentos, T0-plantas de milho sem consórcio e somente com adubação base no plantio, T1-plantas de milho sem consórcio e com adubação de cobertura (uma na fase V4 e outra na fase V8), a primeira adubação foi realizada 16 dias após a emergência das plantas e a outra foi realizada no mesmo intervalo de tempo, T2- plantas de milho consorciadas e sem adubação nitrogenada.

Os parâmetros mensurados durante o experimento foram: crescimento das plantas (altura); número de folhas com colar visível; diâmetro do colmo. Na fase V12, foi realizada a coleta integral das plantas de milho, a dosagem do teor de clorofila total foi realizado com base no método de WETZEL, R. G. & LIKENS (1991) no qual o tecido vegetal seco (folhas no caso dos tratamentos feito com o milho) é triturado e passado em peneira de 0,1mm. A extração é feita com 0,1g de tecido vegetal em álcool quente (78o C) durante 5 minutos. Após a centrifugação do material e posterior resfriamento, foram realizadas leitura em espectrofotômetro em faixa espectral de 660nm e 645nm de comprimentos de onda. os resultados são anotados e utilizando-se uma fórmula pré-estabelecida, obteve-se o teor de clorofila total das amostras de milho nos diferentes tratamentos.

A coleta do solo para preenchimento dos vasos perfurados de 15 L foi realizada exclusivamente por meio de ferramentas manuais, garantindo a padronização do material utilizado no experimento. A irrigação e o controle fitossanitário uniformizados entre os tratamentos, garantiu que as diferenças observadas sejam atribuíveis exclusivamente aos fatores estudados.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas submetidas à adubação nitrogenada em cobertura (T1: 91,1 cm e 22,58 mm) ou consorciadas (T2: 90,26 cm e 20,82 mm) apresentaram maior altura e diâmetro de colmo em comparação com T0 (84,21 cm e 20,47 mm)(FIGURA 3; FIGURA 4). A análise estatística utilizando a análise de variância (ANOVA) demonstrou não existir diferenças estatísticas entre os tratamentos. O nitrogênio influencia o desenvolvimento foliar e o crescimento vigoroso das plantas, por fazer parte de importantes compostos como proteínas, ácidos nucleicos, aminoácidos e clorofilas, além de muitos outros (KURAMOTO et al 2000).

A não existência de diferenças entre os tratamentos foi observada, porém, era esperado que existisse na fase de crescimento das plantas, resultados significativos principalmente no T0 que recebeu adubo nitrogenado somente no plantio. É difícil encontrar explicação plausível para o resultado observado, no entanto, como o experimento foi realizado em condições experimentais com crescimento em vasos, algum fator desconhecido pode ter afetado os resultados como maior retenção do adubo aplicado no plantio, uma vez que no vaso a lixiviação é menor do nitrogênio.

FIGURA 3: Altura média de plantas de milho (*Zea mays* L. cultivar....) crescendo aos 60 dias sob diferentes tratamentos em condições experimentais.

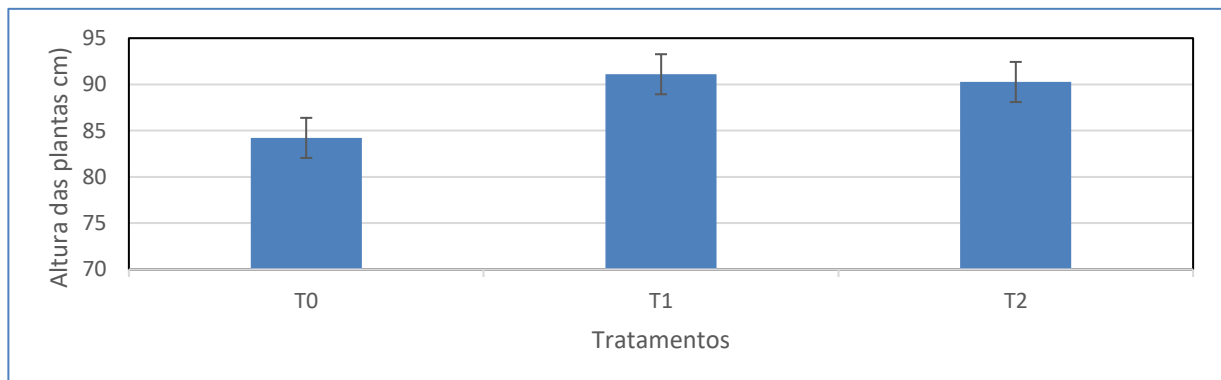
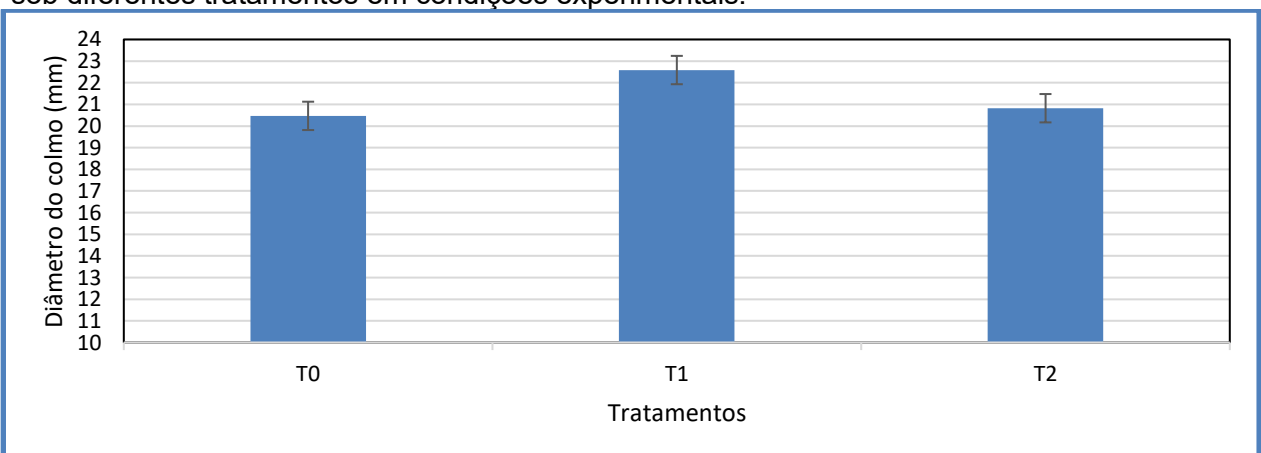


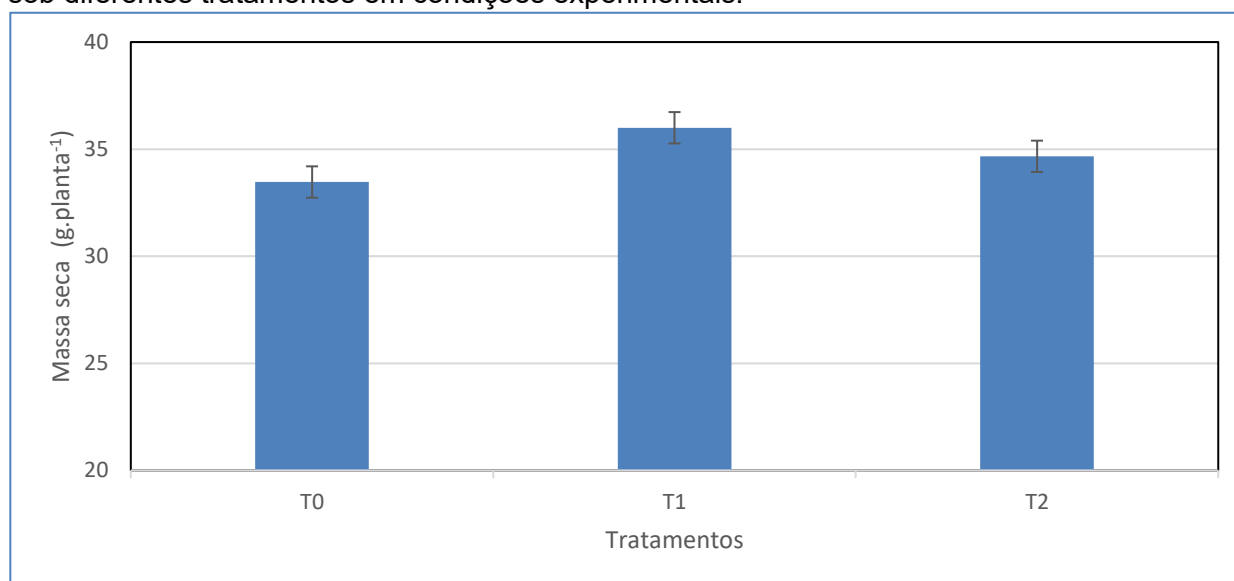
FIGURA 4: Diâmetro médio de plantas de milho (*Zea mays* L. cultivar....) crescendo aos 60 dias sob diferentes tratamentos em condições experimentais.



Não houve diferenças estatísticas entre as médias dos tratamentos pela análise de variância (ANOVA) a 5% de significância. As médias dos tratamentos foram: T0-33,46 g.planta⁻¹; T1-36 g.planta⁻¹ e T2-34,66 g.planta⁻¹.(FIGURA 5).

O acúmulo de massa seca seguiu o padrão de crescimento. T1 obteve o maior acúmulo (36,00 g.planta), seguido por T2 (34,66 g.planta) e T0 (33,46 g.planta).(FIGURA 5). Igualmente aos resultados dos parâmetros de altura e diâmetro, o teor de massa seca nos diferentes tratamentos não apresentaram diferenças significativas.

FIGURA 5: Massa seca de plantas de milho (*Zea mays* L. cultivar....) crescendo aos 60 dias sob diferentes tratamentos em condições experimentais.



O acúmulo de massa seca de uma planta reflete de forma direta a eficiência fotossintética das plantas (ROCHA, 2010), sendo que o crescimento e desenvolvimento são reflexos de uma boa nutrição, principalmente nitrogenada. Novamente foi esperado que os tratamentos T1 e T2 por ter maior disponibilidade de nitrogênio, suportassem maior crescimento vegetativo.

O aumento da massa seca resulta de uma maior eficiência fotossintética, suportada pela alta concentração de clorofila (COELHO, 2011), sendo que no presente experimento, estas diferenças no crescimento e na produção de massa seca não foram observadas.

Os resultados observados para os tratamentos em relação à produção de massa seca corrobora aqueles referentes ao crescimento em altura e diâmetro, indicando algum fator não controlado que afetou as plantas na fase analisada. Tanto a adubação nitrogenada em cobertura (T1) quanto o consórcio com amendoim-forrageiro (T2) foram eficazes em aumentar os parâmetros agrônômicos e fisiológicos do milho em relação ao tratamento sem cobertura (T0).

O milho requer o uso de adubação nitrogenada em cobertura para complementar o N suprido pelo solo quando se desejam altas produtividades. De fato, a aplicação de maiores doses de N, como feito no tratamento T1 (cobertura nitrogenada), é frequentemente associada à obtenção de resultados mais eficientes na produção de matéria seca da parte aérea da planta.

Entretanto, o uso de plantas de cobertura e sistemas de rotação de culturas, como é o caso do consórcio (T2), é um aspecto fundamental para a sustentabilidade e otimização da adubação nitrogenada. Leguminosas, como o amendoim-forrageiro (*Arachis pinto*i), são benéficas devido à sua capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, que pode ser liberado para o milho.

Apesar de T1 ter apresentado a maior massa seca, o T2 demonstrou o maior teor de clorofila (FIGURA 6), com valores de crescimento e massa seca muito próximos aos de T1. A consorciação com leguminosas é uma alternativa para a nutrição das culturas em sucessão e pode fornecer matéria orgânica ao solo. A fixação biológica de N por bactérias em leguminosas pode ser uma fonte importante de N para o solo. Trabalhos de campo têm demonstrado que o consórcio milho-forrageira, mesmo sem aplicação de herbicida para redução do crescimento da forrageira, pode resultar em maior taxa de crescimento da cultura do milho (TCC), superando a taxa da forrageira, tornando o consórcio seguro.

FIGURA 6: Extração de clorofila total em plantas de milho (*Zea mays* L. cultivar....) crescendo aos 60 dias sob diferentes tratamentos em condições experimentais.



FONTE: Prof Dr Jales Chaves Teixeira Filho

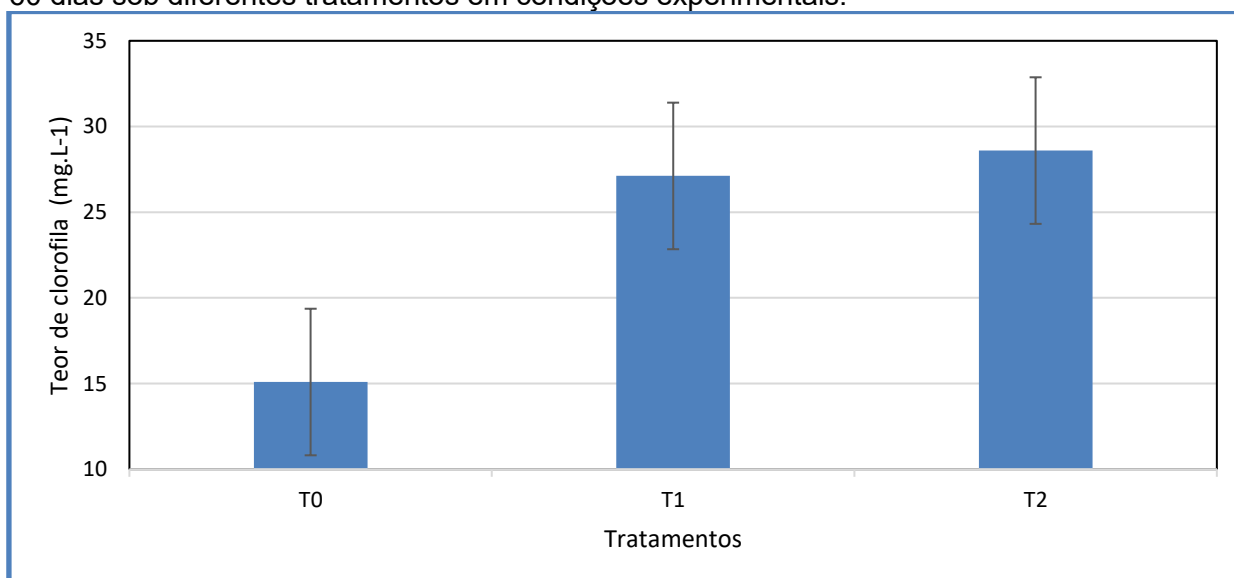
Houve diferenças estatísticas entre as médias dos tratamentos pela análise de variância (ANOVA) a 5% de significância. As médias dos tratamentos foram: T0-15,08 mg.L⁻¹; T1-27,11 mg.L⁻¹ e T2-28,59 mg.L⁻¹.(FIGURA 7).

Os resultados de teor de clorofila demonstram a influência crítica da disponibilidade de nitrogênio na fisiologia da planta (CRUZ et al. 2011). O tratamento T0, que recebeu apenas adubação de base sem cobertura nitrogenada, apresentou o teor mais baixo de clorofila (15,08 mg.L), enquanto T1 (27,11 mg.L) e T2 (28,59 mg.L) exibiram valores significativamente superiores.(FIGURA 7).

O nitrogênio é um componente essencial na molécula de clorofila. A deficiência de nitrogênio causa clorose (amarelecimento das folhas) devido à diminuição da clorofila (EPSTEIN; BLOOM, 2006). Portanto, o baixo teor de clorofila em T0 é um sintoma claro de deficiência de N, o qual compromete a produção. O milho responde à adubação nitrogenada com um aumento na concentração de clorofila, que confere uma cor verde escura às folhas.

A clorofila é o pigmento primário essencial para a fotossíntese. O aumento acentuado da clorofila em T1 e T2, fornecidos por nitrogênio sintético (T1) ou pela leguminosa consorciada (T2), sugere uma maior capacidade fotossintética nessas plantas em comparação com T0.(FIGURA 7). O fato de o T2 ter apresentado o maior teor de clorofila (28,59 mg.L)(FIGURA 7), pode estar relacionado à eficiente fixação biológica de nitrogênio ou à produção de compostos promotores de crescimento pela leguminosa, além dos benefícios físicos e biológicos da rotação e consorciação para o solo. Embora tenha sido numericamente maior em T2, não houve diferenças estatísticas entre os valores de clorofila ao nível de 5% entre os tratamentos T1 e o T2.

FIGURA 7: Teor de clorofila total em plantas de milho (*Zea mays* L. cultivar....) crescendo aos 60 dias sob diferentes tratamentos em condições experimentais.



A eficácia do consórcio (T2) entre o milho e uma leguminosa depende de diversos fatores, podendo influenciar significativamente o teor de clorofila e as métricas de crescimento (altura, diâmetro, massa seca). No presente experimento, o único parâmetro que demonstrou diferenças significativas foi o teor de clorofila com o tratamento do consórcio aproximando-se do tratamento com N sintético em cobertura (T1), sugerindo que o consórcio com o amendoim-forrageiro forneceu um suprimento de nitrogênio eficiente, que pode ter sido complementado por outros benefícios, como a melhoria nas condições físicas, químicas e biológicas do solo proporcionadas pela cobertura vegetal. Além disso, a cobertura vegetal pode melhorar a capacidade de retenção de água e reduzir a evaporação, o que é um fator crucial, pois o milho apresenta alta demanda hídrica (DUARTE et al., 2011).

A adubação nitrogenada de cobertura (T1) e o consórcio com amendoim-forrageiro (T2) tiveram um teor de clorofila muito próximos e o tratamento que não recebeu cobertura (T0) demonstrou redução significativa neste parâmetro, indicando que possivelmente as plantas de milho neste tratamento já estavam começando a apresentar deficiência. É possível que a partir deste ponto os outros parâmetros mensurados no presente trabalho também apresentassem diferenças, sendo necessários novos experimentos com um tempo maior de observação para confirmar tal suposição.

6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo demonstram que o consórcio entre milho (*Zea mays L.*) e amendoim-forrageiro (*Arachis pintoï*) apresenta potencial agrônômico relevante, sobretudo no que se refere à contribuição gradual da fixação biológica de nitrogênio ao sistema solo-planta. Embora as variáveis produtivas avaliadas — altura de plantas, diâmetro de colmo e massa seca — não tenham apresentado diferenças estatísticas significativas na maioria dos tratamentos, porém nos teores de clorofila houve diferenças estatísticas significativas. Observou-se desempenho intermediário e consistente no consórcio, evidenciando que a presença da leguminosa favorece o aporte nitrogenado mesmo na ausência de adubação de cobertura.

7. REFERÊNCIAS

ABDIN, O. A. et al. **Cover crops and interrow tillage for weed control in short season maize (*Zea mays*)**. Eur. J. Agron., v. 12, p. 93-102, 2000.

ALVARENGA, R.C.; COSTA, L.M.; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A.J. **Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.30, n.2, p.175-185. 1995.

ANDREOLA, F.; COSTA, L.M.; OLSZEWSKI, N.; JUCKSCH, I. **A cobertura vegetal de inverno e a adubação orgânica e, ou, mineral influenciando a sucessão feijão/milho**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.24, p.867-874, 2000.

ARNON, Daniel I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, Lancaster, v. 24, n. 1, p. 1–15, 1949.

BARBOSA, J. V. A. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 1983. 7p.

CARVALHO, M. A. et al. **Leguminosas forrageiras no Brasil: potencial e desafios**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2020.

CLIMATEDATA. Clima Goiânia (Brasil). 2025. **Dados climatológicos para Goiânia**. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/goias/goiania/2191/#climate-table> Acesso em: 31 mai. 2025.

COELHO, A. M. **Cultivo do Milho**. Embrapa Milho e Sorgo-Sistema de Produção, Versão Eletrônica - 7ª edição. 2011.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2012/2013 – Boletim setembro/2013*. Brasília, DF: CONAB, 2013. Disponível em:

[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_10_16_14_32_01_boletim_portugues - setembro 2013.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_10_16_14_32_01_boletim_portugues_-_setembro_2013.pdf). Acesso em: 26 maio 2025.

COSER, E. **Avaliação da incidência de pragas e moléstias na cultura do milho (Zeamays L.) crioulo e convencional no município de Xaxim – SC**. Chapecó, Monografia – Universidade Comunitária da Região de Chapecó – UNOCHAPECÓ, p. 67, 2010.

COSTA, N. L. et al. Valor nutricional de *Arachis pintoi* em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 50, e20200145, 2021.

COSTA, P.; M. **Consórcio capim-braquiária, milho e leguminosas: Produtividade, qualidade das silagens e desempenho animal**. UFVJM, Diamantina 2011.

DUARTE, J. O.; GARCIA, J. C.; MIRANDA, R. A. **Sistema de Produção: Cultivo do Milho**. Versão eletrônica, 7ª Edição, set/2011. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_7ed/economia.htm. Acessado em: 09 de novembro de 2025.

DWYER, G.; O'HARE, P.; COOK, B. **Pinto's peanut: a ground cover for orchards.**

Queensland Fruit and Vegetable News, Rocklea, 1994. EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivo do milho: tecnologias e recomendações.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2021.

EMBRAPA – **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.** *Balanço social 2021.* Brasília, DF: Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1142336/1/BS-2021.pdf>. Acesso em: 12/09/2025.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas.** 2ª.ed. São Paulo: Editora Planta, 2006.

KURAMOTO, C. M.; FERNANDES, F. M. & MELLO, L. M. M. **Resposta da cultura do milho (*Zea mays* L.) à adubação nitrogenada, sob semeadura direta.** In: REUNIAO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRICAÇÃO DE PLANTAS, 25., 2000, Santa Maria. **Biodinâmica do Solo: Fertbio 2000.** Santa Maria: SBCS, 2000. CD-ROM.

MAGALHÃES, P. C. et al. **Polinização e produtividade do milho.** Belo Horizonte: UFMG, 2018.

PERIN, A.; GUERRA, J.G.M.; TEIXEIRA, M.G. Cobertura do solo e acumulação de nutrientes pelo amendoim forrageiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.791-796, 2003.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. *Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification.* **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 11, p. 1633-1644, 2007.

PORTES, T. A; CARVALHO, S. I. C.; KLUTHCOUSKI, J. **Aspectos Fisiológicos das Plantas Cultivadas e Análise de Crescimento da Brachiaria Consorciada com Cereais**. In: KLATHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. Integração Lavoura-Pecuária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 303- 330.

ROCHA, R. J. S. **Adubação nitrogenada em milho em semeadura direta e cultivo convencional na região Meio-Norte do Piauí**. Tese, Universidade Estadual Paulista, 73 p. 2010.

SALTON, J. C.; TOMAZI, M. **Sistema radicular de plantas e qualidade do solo**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2014. 45p.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2020.

SILVEIRA, D. C; BONETTI, L. P; TRAGNAGO, J. L; NETO, N; MONTEIRO, V. **Caracterização agromorfológica de variedades de milho crioulo (*Zea mays* L.) Na região noroeste do Rio Grande do Sul**. Rev. Ciência e Tecnologia, Rio Grande do Sul, v.1, n.1, p 01-11, 2015. Disponível em: [Milho-Crioulo.pdf](#) Acesso em: 14 abr 2025.

SOUZA, F. H. D. et al. **Morfologia e ecofisiologia de leguminosas forrageiras**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2019.

WETZEL, R. G. & LIKENS, G. E. Limnological Analyses: Springer-Verlag. 1991. 391 p.