

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS**

**CRESCIMENTO E ANÁLISE BROMATOLÓGICA DE PLANTAS DE
CUNHÃ CULTIVADAS EM DIFERENTES PROPORÇÕES DE
AMÔNIO E NITRATO**

VICTOR GABRIEL SOUZA DE ALMEIDA

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
OUTUBRO – 2023**

CRESCIMENTO E ANÁLISE BROMATOLÓGICA DE PLANTAS DE CUNHÃ CULTIVADAS EM DIFERENTES PROPORÇÕES DE AMÔNIO E NITRATO

VICTOR GABRIEL SOUZA DE ALMEIDA

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Colegiado de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Dr^a. Girlene Santos de Souza

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
OUTUBRO – 2023**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS**

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE TRABALHO DE
CONCLUSÃO DE CURSO DE VICTOR GABRIEL SOUZA DE
ALMEIDA**

Documento assinado digitalmente
 **GIRLENE SANTOS DE SOUZA**
Data: 03/11/2023 11:47:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a. Dr^a. Girlene Santos de Souza
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(Orientador)

Documento assinado digitalmente
 **ELISANGELA GONCALVES PEREIRA**
Data: 03/11/2023 09:20:06-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

MSc. Elisângela Gonçalves Pereira
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Documento assinado digitalmente
 **ALESSANDRO LIMA MACHADO**
Data: 03/11/2023 09:00:01-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Alessandro Lima Machado
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA

OUTUBRO – 2023

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sementeira de <i>Clitoria ternatea</i> , após o início da germinação.	21
Figura 2 - Mudanças de <i>Clitoria ternatea</i> transplantadas.	22
Figura 3 - Plantas de <i>Clitoria ternatea</i> tutoradas com cordas de sisal.	25
Figura 4 - Amostra de <i>Clitoria ternatea</i> sendo moída.	27
Figura 5 - Lavagem dos saquinhos de TNT com água destilada quente e acetona.	28
Figura 6 - Amostras de <i>Clitoria ternatea</i> antes do processo de combustão.	29
Figura 7 - Pesagem das cinzas de amostra de <i>Clitoria ternatea</i> .	30
Figura 8 - Homogeneização dos saquinhos de TNT em ácido sulfúrico.	31
Figura 9 - Nódulos ínfimos em raízes de <i>Clitoria ternatea</i> .	42
Figura 10 - Nódulo aberto com coloração róseo-avermelhada.	43

LISTA DE QUADROS E TABELAS

- Quadro 1 - Volumes (ml) utilizados das soluções estoque para formar 1L de solução nutritiva modificada, de acordo com a solução meia-força, inteira e os respectivos tratamentos (proporções de $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$). 23
- Tabela 1 - Características químicas da água utilizada para irrigação. Água de fornecimento via empresa EMBASA. 24
- Quadro 2 - Altura (AL), comprimento da raiz (CR), número de folhas (NF) e índice de área foliar (IAF) de plantas de *Clitoria ternatea* cultivadas em diferentes proporções de amônio e nitrato ($\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$). 32
- Quadro 3 - índice de clorofila a (CLA); índice de clorofila b (CLB); índice de clorofila total (CLT) e relação clorofila a/b (RAB) de plantas de *Clitoria ternatea* cultivadas em diferentes proporções de amônio e nitrato ($\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$). 36
- Quadro 4 - Massa de matéria seca das folhas (MSF); massa de matéria seca do caule (MSC); massa de matéria seca da parte aérea (MSPA); massa de matéria seca das raízes (MSR) e massa de matéria seca total (MST) de plantas de *Clitoria ternatea* cultivadas em diferentes proporções de amônio e nitrato ($\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$). 37
- Quadro 5 - Fibra em detergente neutro (FDN); fibra em detergente ácido (FDA); lignina (LG); matéria mineral (MM); matéria orgânica (MO) e matéria seca (MS) de plantas de *Clitoria ternatea* cultivadas em diferentes proporções de amônio e nitrato ($\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$) (%MS). 44

LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
AD = Área do disco
AL - Altura
Am – Clima tropical úmido ou subúmido
ASA – Amostra seca ao ar
ASE – Amostra seca em estufa
ATM - Atmosfera
ATP – Trifosfato de adenosina
Aw – Clima tropical com inverno seco
C1 – Planta cultivada em colégio em Cruz das Almas, Bahia
C2 – Planta cultivada em Governador Mangabeira, Bahia
Ca²⁺ - Cálcio
Ca(NO₃)₂ – Nitrato de cálcio
CaCl₂ – Cloreto de cálcio
CCAAB – Centro de Ciências, Agrárias, Ambientais e Biológicas
CLA – Clorofila a
CLB – Clorofila b
CLT – Clorofila total
cm - Centímetros
cm² - Centímetros quadrados
CR – Comprimento da raiz
CV – Coeficiente de variação
DAE – Dias após emergência
DIC – Delineamento inteiramente casualizado
dm³ – Decímetro cúbico
FDA – Fibra em detergente ácido
FDN - Fibra em detergente neutro
FBN – Fixação biológica de nitrogênio
Ferro-EDTA – Ferro-ácido etilenodiamino tetra-acético
HCl – Ácido clorídrico
IAF – Índice de área foliar
K⁺ - Potássio

KCl – Cloreto de potássio
kg/ha – Kilogramas por hectare
 KH_2PO_4 – Fosfato de potássio
 KNO_3 – Nitrato de potássio
L – Litros
LG - Lignina
M - Molar
M - Metros
 Mg^{2+} - Magnésio
 MgSO_4 – Sulfato de magnésio
ml – Mililitros
 ml/dm^3 – Mililitros por decímetro cúbico
MM – Matéria Mineral
mm - Milímetros
mm/ano – Milímetros por ano
MO – Matéria Orgânica
MS – Matéria Seca
MSC – Massa de matéria seca do caule
MSF – Massa de matéria seca da folha
MSPA – Massa de matéria seca da parte aérea
MSR – Massa seca da raiz
MST - Massa seca total
N - Nitrogênio
Na - Sódio
NADH - Dinucleótido de nicotinamida e adenina
NADPH - Fosfato de dinucleótido de nicotinamida e adenina
NaOH- Hidróxido de Sódio
NF – Número de folhas
 NH_4^+ - Amônio
 $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ - Proporção de Amônio e Nitrato
 NH_4Cl – Cloreto de Amônio
 NO_3^- - Nitrato
P - Fósforo
PANC – Planta Alimentícia Não Convencional

pH – Potencial Hidrogeniônico

R - Raio

RAB – Relação clorofila a/b

TNT – Tecido não Tecido

UFRB – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Unid - Unidade

(v/v) – Volume por volume

π - Pi

< - Menor que

> - Maior que

% - Porcentagem

° - Graus

°C – Graus Célsius

` - Minutos

`` - Segundos

SUMÁRIO

RESUMO	12
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1. ASPECTOS BOTÂNICOS E IMPORTÂNCIA DA <i>CLITORIA TERNATEA</i>	16
2.2. IMPORTÂNCIA PARA A FERTILIDADE DO SOLO	17
2.3. IMPORTÂNCIA DA FONTE DE NITROGÊNIO	18
2.4. IMPORTÂNCIA DA DIAGNOSE NUTRICIONAL	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5 CONCLUSÕES	46
6 REFERÊNCIAS	47

Dedico este trabalho à minha família, em especial aos meus pais e parentes, que me proporcionaram a oportunidade de chegar até aqui, me auxiliando em orações, e demais amigos que estiveram contribuindo para a concretização desse sonho. Aos meus orientadores e mestres pela confiança, dedicação e carinho ao longo da minha vida acadêmica.

“E nas lutas de cada dia, Cristo nunca me deixa só; pois Ele é meu seguro guia, Ele só, Ele só.”

Harpa cristã n° 8

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Jesus Cristo, meu melhor amigo, Aquele em que eu pude em minhas orações, desabafar minhas dificuldades e angústias de cada dia e contar meus planos e segredos, mas que principalmente me protegeu, fez brilhar o meu caminho, me sustentou, garantiu minhas vitórias, me encheu de alegria e nunca me deixou sozinho, por isso, serei eternamente grato pela Sua graça e misericórdia que se renovam a cada dia.

A minha guerreira e rainha, Suely, minha mãe, e ao meu pai Carmelito, sem a ajuda deles, nada disso teria acontecido. A minha irmã Ravena; meu primo Yan; minha tia Izabel, dentre outros parentes que de perto ou de longe me incentivaram e oraram por mim, a minha tia Cleuza (*in memorian*).

Sou grato às amigas do meu curso, que alegraram minha graduação e foram luz para os meus dias: Ana Luiza, que esteve comigo nas lutas e alegrias do início ao fim; Heloíse, que tenho como uma irmã; Luana, pelo seu carinho e grande amizade; Ana Lúcia e Bianca, uma dupla que fez toda diferença em minha graduação; Tábata, que foi como uma irmã pra mim; Silmara, uma pessoa que vou levar para sempre no coração, Joilma, uma amiga impossível de esquecer.

As amigas da Zootecnia: Gilmara, sou grato pela amizade e pelas oportunidades; Reizane, minha irmã em Cristo todo amor e carinho e Simone, que me ofereceu as sementes da espécie trabalhada nessa obra, além de me ajudar na coleta dos dados, sua ajuda foi fundamental, junto com Silvanne e Josiene, para a construção desse trabalho, obrigado pela amizade. Aos amigos da Engenharia Florestal: Carlos, pela sua amizade; Jamile, que foi a todo momento como uma irmã pra mim, e Fabiana, uma amiga desde o início. As amigas da Agroecologia: Luciana, Amanda e Joana, obrigado pela amizade verdadeira e pelos momentos felizes. Quero agradecer a Lorraine, minha querida vizinha, que fez da minha morada na cidade mais feliz; Cristian e Gildeon, amigos essenciais do GPNMP.

Agradeço a todos os meus professores e orientadores, especialmente a Ruth Exalta da Silva; Elisângela Gonçalves Pereira; Girlene Santos de Souza e Anacleto Ranulfo dos Santos, pelo carinho, pela confiança, pelos preciosos conhecimentos, pelas oportunidades e pela amizade.

RESUMO¹

CRESCIMENTO E ANÁLISE BROMATOLÓGICA DE PLANTAS DE CUNHÃ CULTIVADAS EM DIFERENTES PROPORÇÕES DE AMÔNIO E NITRATO

A *Clitoria ternatea*, popularmente conhecida como Cunhã, feijão-borboleta, dentre outros nomes, é uma *Fabaceae* de origem asiática, mas que se adaptou muito bem a região do nordeste brasileiro, devido sua rusticidade em resistir altas temperaturas e longos períodos de estiagem. Ela é utilizada pelos pequenos produtores rurais como uma forrageira, além disso, essa espécie possui bioativos e é utilizada na culinária. Conhecendo a importância do nitrogênio para o crescimento de qualquer vegetal e principalmente a importância da adubação nitrogenada, o objetivo deste presente trabalho foi avaliar o crescimento e dados bromatológicos de plantas de Cunhã submetidas a diferentes proporções dos íons amônio (NH_4^{4+}) e nitrato (NO_3^{-}) em solução nutritiva modificada. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na unidade experimental do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. O delineamento foi inteiramente ao acaso (DIC) com 5 tratamentos: 100:0; 75:25; 50:50; 25:75 e 0:100 ml/dm^3 ($\text{NH}_4^{4+}:\text{NO}_3^{-}$) e 5 repetições. Após 8 semanas de cultivo foram analisadas as variáveis de crescimento da planta, fitomassa, índice de clorofila e avaliação nutricional, os dados foram submetidos à análise de variância à 5% de significância, utilizando o teste de Tukey para comparação de médias. Não houve influência significativa ($P>0,05$) dos tratamentos nos índices de clorofila e na diagnose nutricional, porém ocorreu resposta significativa ($P<0,05$) no número de folhas e área foliar, além das variáveis de fitomassa de todos os órgãos da planta, sendo o tratamento 50:50 de ($\text{NH}_4^{4+}:\text{NO}_3^{-}$) o qual proporcionou os melhores resultados de produção de fitomassa da Cunhã. O íon NO_3^{-} foi mais sensível na produção da Cunhã quando fornecido de forma isolada, em que apresentou os menores desempenhos na maioria das variáveis analisadas, como a altura, número de folhas, área foliar, clorofilas, fitomassa e qualidade nutricional, revelando uma preferência pelo equilíbrio do tipo de nitrogênio fornecido para essa espécie.

Palavras-chave: *Clitoria ternatea*; crescimento; forrageira; nitrogênio; PANC.

¹ Monografia formatada de acordo com as normas da ABNT NBR/6023

ABSTRACT

GROWTH AND BROMATOLOGICAL ANALYSIS OF CUNHÃ PLANTS CULTIVATED IN DIFFERENT PROPORTIONS OF AMMONIUM AND NITRATE

Clitoria ternatea, popularly known as Cunhã, butterfly bean, among other names, is a Fabaceae of Asian origin, but which has adapted very well to the northeastern Brazilian region, due to its rusticity in resisting high temperatures and long periods of drought. It is used by small rural producers as a forage crop, in addition, this species has bioactives and is used in cooking. Knowing the importance of nitrogen for the growth of any vegetable and especially the importance of nitrogen fertilization, the objective of this present work was to evaluate the growth and bromatological data of Cunhã plants subjected to different proportions of ammonium (NH_4^+) and nitrate (NO_3^-) ions.) in modified nutrient solution. The experiment was conducted in a greenhouse in the experimental unit of the Center for Agricultural, Environmental and Biological Sciences at the Federal University of Recôncavo da Bahia. The design was completely randomized (DIC) with 5 treatments: 100:0; 75:25; 50:50; 25:75 and 0:100 ml/dm³ ($\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$) and 5 repetitions. After 8 weeks of cultivation, the variables of plant growth, phytomass, chlorophyll index and nutritional assessment were analyzed, the data were subjected to analysis of variance at 5% significance, using the Tukey test to compare means. There was no significant influence ($P>0.05$) of the treatments on chlorophyll indices and nutritional diagnosis, but there was a significant response ($P<0.05$) in the number of leaves and leaf area, in addition to the phytomass variables of all organs. of the plant, with the 50:50 treatment of ($\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$) providing the best phytomass production results in Cunhã. The NO_3^- ion was more sensitive in the production of Cunhã when supplied in isolation, in which it presented the lowest performances in most of the variables analyzed, such as height, number of leaves, leaf area, chlorophylls, phytomass and nutritional quality, revealing a preference by the balance of the type of nitrogen supplied to this species.

Keywords: *Clitoria ternatea*; growth; forage; nitrogen; PANC.

1. INTRODUÇÃO

A Cunhã (*Clitoria ternatea* L.) é uma espécie de leguminosa (*Fabaceae*) forrageira tropical de raízes profundas, localizada em todas as regiões tropicais do globo terrestre, inclusive no semiárido do Nordeste brasileiro, se propagando através de sementes, sendo uma espécie tolerante à seca, podendo se desenvolver em ambientes onde o regime pluvial é de apenas 380 mm/ano (BARROS *et al.*, 2004). O extenso sistema radicular desta espécie, permite que a planta sobreviva entre 7 a 8 meses de seca, além de não necessitar de polinizadores específicos, devido a autopolinização, o que facilitou a expansão da espécie em todos os ambientes tropicais (OGUIS *et al.*, 2019).

As flores da Cunhã podem ser utilizadas na culinária como corante natural em produtos alimentícios, cosméticos, dentre outros, servindo como alternativa de substituição aos corantes sintéticos, além de fornecerem antocianinas e antioxidantes aos que a consomem (FUZETTI, 2020). O uso de *Clitoria ternatea* não apenas como plantas ornamentais, mas também como fonte de produtos alimentícios e remédios naturais, torna a sua aplicabilidade útil para melhorar a saúde humana, essa espécie possui potencial farmacológico como antimicrobiano, antioxidante, antidepressivo, anti-helmíntico, anticancerígeno e controle de diabetes, além de ser utilizado no combate de pragas e doenças de plantas, segundo Purba (2020).

Estudos de princípios ativos antibacterianos em folhas de Cunhã realizados por Anand *et al.* (2011), constataram que a estreptomicina possui ação inibitória contra as bactérias que são prejudiciais à saúde humana. E o extrato de tecidos da Cunhã, podem ser utilizados no campo como pesticidas naturais, como relatado por Kelemu *et al.* (2004) ao isolarem uma proteína antimicrobiana e inseticida em sementes de Cunhã, a proteína “finatina” apresenta forte efeito inibitório sobre o crescimento de vários fitopatógenos fúngicos.

No campo, a *Clitoria ternatea* pode se associar com rizóbios, gênero de bactérias fixadoras de nitrogênio, e com seu crescimento radicular agressivo, faz dessa espécie uma ótima opção para descompactar solos coesos e realizar a adubação verde de nitrogênio, através de processos de fixação de nitrogênio, realizado pelas bactérias diazotróficas que se associam nas raízes das espécies de leguminosas. Ao avaliar o perfil morfológico de rizóbio nodulando a Cunhã em neossolo flúvico, Pinheiro *et al.* (2010) encontrou 63 estirpes de rizóbio, que foram

agrupadas em 14 grupos morfológicos, revelando que a Cunhã é nodulada por uma alta diversidade de rizóbios.

O nitrogênio é o principal constituinte de nucleotídeos; aminoácidos e proteínas; portanto, o nitrogênio é um dos elementos químicos fundamentais para a existência da vida, de acordo com Braun *et al.* (2013). Por isso, o nitrogênio é um nutriente essencial para o desenvolvimento das culturas agrícolas e consequentemente responsável por garantir o sucesso da produtividade.

As espécies vegetais absorvem o nitrogênio pelas raízes através de duas formas iônicas desse elemento, a forma catiônica (NH_4^+) e aniônica (NO_3^-). As taxas de absorção desses íons variam por diversos fatores como, a disponibilidade desses íons no solo; pH; temperatura; intensidade da luz; concentração de carboidratos nas raízes; dentre outros, porém, pesquisas devem ser realizadas para relacionar os fatores biológicos e ambientais no crescimento e desenvolvimento das plantas (SILVA *et al.*, 2021).

Na grande maioria das espécies vegetais, a absorção de apenas uma única fonte de nitrogênio, sendo na forma catiônica ou aniônica, causa efeitos negativos ao metabolismo celular, sendo que o excesso de nitrato (NO_3^-) requer gasto elevado de energia celular e enzimas para a redução em amônio (NH_4^+). Já o íon amônio não requer elevado gasto de energia para a absorção do N, porém altas concentrações desse íon causam toxicidade nas células, afetando a fisiologia e morfologia das plantas (TAIZ *et al.*, 2017).

De forma a complementar os estudos da qualidade nutricional das forrageiras, as análises bromatológicas servem para determinar as características nutricionais, são técnicas utilizadas há muito tempo e reconhecidas para avaliar a qualidade dos alimentos que são fornecidos aos animais, essas técnicas são fortemente utilizadas em laboratórios particulares, como também em instituições públicas de ensino e pesquisa em todo o mundo (BARROCAS *et al.*, 2017).

Diante do que já foi exposto, evidenciando o potencial da *Clitoria ternatea* para diversas áreas de estudo da sociedade, e diante a falta de conhecimento das exigências nutricionais desta espécie, este trabalho possui o objetivo de avaliar o desempenho do crescimento de plantas de *Clitoria ternatea*, assim como sua qualidade nutricional para a alimentação animal, quando submetidas a diferentes proporções de amônio e nitrato como fontes de adubação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. ASPECTOS BOTÂNICOS E IMPORTÂNCIA DA *CLITORIA TERNATEA*

A *Clitoria ternatea* L. é uma espécie exótica, nativa da Ásia Tropical, popularmente identificada no Brasil como Cunhã; feijão-borboleta; ervilha-borboleta, dentre outros nomes (COOK *et al.*, 2005; MELO *et al.*, 2018; NASCIMENTO *et al.*, 2021). É uma planta do filo *Traceophyta*, da classe *Magnoliopsida*, tribo *Phaseoleae*, subtribo *Clitoriinae* (COOK *et al.*, 2005; JAMIL *et al.*, 2018). A mais antiga coleção registrada desta espécie era da Ilha de Ternate, Indonésia, daí receber o epíteto específico “ternatea” por Linnaeus (FANTZ, 1977).

A *Clitoria ternatea* é uma espécie que apresenta resistência ao estresse abiótico e pode tolerar diferentes parâmetros ambientais, sendo uma cultura de fácil cultivo e manutenção, possui porte herbáceo, perene, cresce bem em pleno sol ou sombra parcial, a germinação ocorre entre 1 a 2 semanas, suas folhas são composta de 5 folíolos e a floração ocorre dentro de 4 semanas, apresenta caules finos, seu porte pode chegar até 3 metros de altura, além de crescer bem em diversas amplitudes de pH do solo (JAMIL *et al.*, 2018).

A Cunhã é conhecida por apresentar um sistema de raiz pivotante com muitas raízes laterais delgadas (KOSAI *et al.*, 2015). Essa espécie apresenta fototropismo positivo, ou seja, ao longo do dia suas folhas se inclinam em direção a luz do sol para a captação de luz, além de hábito de crescimento rasteiro e volúvel.

As plantas não convencionais (PANCs) são plantas que possuem uma ou mais partes comestíveis e que não são incluídas nas refeições diárias (SILVA, 2021). São constituídas por diversas espécies e possuem alto valor nutricional, porém, ainda são escanteadas entre as demais plantas tradicionais ou populares. São consideradas “matos” ou plantas espontâneas, e por isso, não são aproveitadas pelas pessoas, mesmo sendo de fácil cultivo, além de serem negligenciadas em pesquisas científicas, contudo, este cenário está mudando, devido aos estudos pela liga acadêmica, ao observarem efeitos antioxidantes e antimicrobianos, além dos diversos valores nutricionais nestas espécies (OLIVEIRA *et al.*, 2019).

Diante este cenário, surge a Cunhã como planta alimentícia não convencional (PANC), a espécie apresenta flores em formato de concha com diversas colorações, como azul; branco e rosa, e são utilizadas como corante natural de chás; sobremesas

e roupas, também são utilizadas no enriquecimento nutricional de bebidas e alimentos, evitando desta forma, os meios sintéticos de pigmentar alimentos (OGUIS *et al.* 2019). A variedade de coloração das flores da Cunhã, decorre em grande parte do teor de antocianina e do grau de acilação aromática (KAZUMA *et al.*, 2003).

Já foi relatado que o extrato do suco das flores da *Clitoria ternatea* cura doenças de pele e picadas de insetos, toda a planta pode ser utilizada medicinalmente, as raízes podem ser utilizadas para tratar inflamações, sensação de queimação, amênia, asma, ascite e hemicranias, o caule, raízes e flores são utilizadas para picadas de cobra e escorpiões na Índia, além de servir como tratamento de distúrbios neurológicos, a planta promove olhos saudáveis e qualidade de visão, protege contra danos celulares e possui ação de rejuvenescimento, segundo Jamil *et al.* (2018).

Proteínas e peptídeos isolados de *Clitoria ternatea* apresentam propriedades inseticidas (KELEMU *et al.*, 2004). Não foram observados efeitos negativos do extrato de Cunhã contra insetos benéficos (MENSAH *et al.*, 2015), sugerindo que esses extratos poderiam fornecer a base química para inseticidas naturais, ecologicamente corretos, servindo para dar valor social; econômica e qualidade nutricional aos alimentos no mercado.

2.2. IMPORTÂNCIA PARA A FERTILIDADE DO SOLO

Nas plantas leguminosas, como a *Clitoria ternatea*, a fixação biológica do nitrogênio (FBN) é um processo natural que ocorre nos nódulos de bactérias que se formam nas raízes, essas bactérias conhecidas como diazotróficas, captam nitrogênio atmosférico e o transformam em formas assimiláveis pelas plantas (ALCÂNTARA *et al.*, 2017). A FBN é uma ferramenta tecnológica para uma produção sustentável, ecológica e mais barata, diminuindo o uso de fertilizantes nitrogenados, aumentando o crescimento radicular e a produção de biomassa (BRANCO & JÚNIOR, 2022).

A *Clitoria ternatea* é muito utilizada para a adubação verde, pelo fato dela ser uma espécie que possui a capacidade de associar-se com rizóbios para realizar a fixação biológica de nitrogênio no solo (CHAUHAN *et al.* 2012). Além disso, ela pode ser utilizada na descompactação de solos, visto que seu crescimento radicular agressivo pode romper camadas coesas do solo, graças às suas raízes que podem medir mais de 2 metros de comprimento (KOSAI *et al.*, 2015).

As raízes de *Clitoria ternatea* produzem grandes nódulos redondos, estes nódulos são conhecidos nas espécies de leguminosas, por abrigar bactérias fixadoras de nitrogênio, e são denominados como rizóbios ou bactérias diazotróficas, tornando a planta ideal para uso em sistema de rotação de culturas, ou cultivo consorciado, visto que a Cunhã desempenha o papel de adubação verde (OGUIS *et al.*, 2019).

A fixação biológica de nitrogênio além de trazer vantagens econômicas, traz benefícios ambientais e sociais, em relação a preservação ambiental, a FBN dispensa a utilização de adubos nitrogenados, os quais contribuem para contaminação do ar e das águas, em relação aos aspectos sociais, as leguminosas inoculadas ofertam mais grãos e proteína de baixo custo, gerando excedente de produção (ALCÂNTARA *et al.*, 2017).

Na década de 1970, pesquisas foram realizadas para avaliar a capacidade de fixação de nitrogênio da *Clitoria ternatea* (OBLISAMI, 1974). Vários estudos constataram os benefícios da *Clitoria ternatea* para a qualidade e saúde do solo (DWIVEDI & KUMAR, 2001; ALDERETE-CHAVEZ *et al.*, 2011).

Experimentos de campo conduzidos no México constataram que 180 dias após o plantio de *Clitoria ternatea*, o conteúdo de matéria orgânica, N, P e K do solo aumentou significativamente (ALDERETE-CHAVEZ *et al.*, 2011). Um estudo semelhante realizado na Índia relatou que o consórcio de *Clitoria ternatea* com a cultura forrageira *Setaria sphacelata*, proporcionou e enriqueceu o teor de N do solo para um valor estimado de 39,8 kg/ha (DWIVEDI & KUMAR, 2001). Os resultados sugerem que a consorciação de *Clitoria ternatea* pode promover a um período de pousio mais curto (NJUNIE *et al.*, 2004).

2.3. IMPORTÂNCIA DA FONTE DE NITROGÊNIO

O nitrogênio é um elemento químico, que após a ausência de água, é o maior limitante da produção de biomassa em ecossistemas naturais, de acordo com Silva *et al.* (2010). As formas químicas do nitrogênio mineral que as plantas conseguem absorver são os íons amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-), e conhecer a preferência e doses adequadas desses íons para cada cultura, é fundamental para garantir o sucesso da produção (BRITO *et al.*, 2023a).

O nitrogênio é o elemento químico mais requerido em quantidade pelas culturas, pois atua diretamente no crescimento das plantas e no seu metabolismo,

presente em importantes estruturas celulares, como o ATP, NADH, NADPH, clorofilas, proteínas, enzimas, coenzimas, além de participar da síntese de vitaminas e hormônios (BRITO, 2023b).

A adubação nitrogenada é uma das práticas agrícolas que mais interfere na produtividade das culturas (STEFEN *et al.*, 2015). Por isso, a escolha da fonte de nitrogênio se torna uma decisão crucial, sendo alvo de estudos, pois as plantas respondem a diferentes fontes de N (MARTINEZ-ANDÚJAR *et al.*, 2013). O conhecimento sobre a preferência do tipo e dosagem de N, evita perdas de adubos e danos ambientais pelo uso incorreto desse fertilizante (BRITO *et al.*, 2023b).

A adubação apenas com nitrogênio na forma de nitrato (NO_3^-), diminui a produção de massa de matéria seca em plantas que possuem baixa capacidade de reduzi-lá (ALI *et al.*, 2007). Em outra situação, o excesso de amônio (NH_4^+) nos tecidos celulares podem ser tóxicos e conseqüentemente afetam o crescimento de raízes e brotos (HACHIYA *et al.*, 2012). Por isso, a produtividade do ecossistema terrestre pode ser amplamente afetada pelos diferentes efeitos da adição de amônio e/ou nitrato no crescimento das culturas (LI *et al.*, 2019).

O fornecimento adequado das quantidades de N, é um dos fatores mais importantes para atingir altas produtividades em todas as culturas, e a proporção da disponibilidade do N em (amônio:nitrato) para as culturas, devem ser administradas com total cuidado, pois para algumas culturas, o amônio, por exemplo, pode reduzir o crescimento e conseqüentemente a produtividade (ALVES *et al.*, 2013).

2.4. IMPORTÂNCIA DA DIAGNOSE NUTRICIONAL

As análises de bromatologia são realizadas para quantificar as substâncias nutritivas contidas nos produtos alimentícios, fornecendo aos produtores, as informações importantes para o planejamento alimentar/forrageiro do seu rebanho, o conhecimento sobre a qualidade nutricional da forragem é essencial para a correta alimentação do rebanho, esses nutrientes encontrados nos alimentos podem ser analisados em tabelas, ou de maneira mais fidedigna, através da diagnose nutricional em laboratório, denominada análise bromatológica (RECH, 2018).

A análise bromatológica dos alimentos é de fundamental importância para a nutrição animal, o conhecimento dos teores de fibra, permite aos profissionais formularem dietas adequadas para os animais de produção (FARIAS *et al.*, 2015). As

fibras possuem grande importância na nutrição e na alimentação animal, para os ruminantes, por exemplo, as fibras estimulam a mastigação, mantêm os padrões fermentativos, mantêm a estabilidade do ambiente ruminal e contribui para a saúde desses animais (ALVES, *et al.*, 2016).

A lignina é um componente, não carboidrato, integrante da parede celular dos vegetais, e é um composto polifenólico, com ligações não hidrolisáveis, sem forma definida e tridimensional, é indigestível aos animais mamíferos mesmo quando quimicamente está ligada à celulose e hemicelulose em plantas (SANTINO, 2023).

A análise da Matéria Mineral, revela o total de minerais da amostra, embora não identifique isoladamente a concentração dos minerais ali contidos, são eles, principalmente, os seguintes cátions: potássio, cálcio, magnésio, sódio, ferro, cobalto, cobre e alumínio; e ânions: cloreto, sulfato, silicato, fosfato, dentre outros (GIARETTA, 2023).

Para os herbívoros, principalmente os classificados como de porte corporal intermediário, quanto ao hábito alimentar, os caprinos e ovinos, por exemplo, preferem consumir folhas mais macias, como as folhas de Cunhã, que apresentam maior valor nutritivo (ABREU, 2012). Ao avaliarem diferentes espécies forrageiras entre gramíneas e leguminosas, Souza *et al.* (2008), obtiveram como resposta, que a Cunhã foi a mais recomendada para a fenação, devido a melhora no desempenho da dieta de caprinos e ovinos, principalmente em épocas de estiagem, na região semi-árida do nordeste brasileiro.

É uma leguminosa forrageira altamente palatável aos animais, geralmente preferida pelo gado em relação às outras espécies de leguminosas (ALURI & KUNUKU, 2021). A Cunhã uma vez implantada em um terreno, persiste por até oito anos, servindo para a produção de feno por apresentar caules finos e muita massa foliar (PINHEIRO *et al.*, 2010). Por apresentar alta taxa de rebrota dentre as espécies de leguminosas, é possível realizar até oito cortes por ano na planta de Cunhã, com intervalos de 45 dias (HUTASOIT *et al.*, 2017).

Pesquisas ao avaliaram a qualidade da silagem de dez espécies de leguminosas forrageiras, dentre elas a *Clitoria ternatea*, observaram que a Cunhã apresentou uma das três melhores capacidade de fermentação (69 g/kg ms de carboidratos solúveis) e a melhor relação carboidrato solúvel/capacidade tampão (1,7), contribuindo para uma silagem de maior qualidade (Heinritz *et al.*, 2012).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de 20 de março à 14 de maio de 2023, em casa de vegetação da unidade experimental do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB), da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), na cidade de Cruz das Almas, Bahia. Esta encontra-se a 220m de altitude acima do nível do mar, segundo coordenadas geográficas latitudes 12° 40' 19'' S e longitude 39° 06' 23'' W de Greenwich, segundo a classificação de Koppen, apresenta clima Aw a Am, tropical quente e úmido, com temperatura média anual de 25°C e umidade relativa do ar em 80%, com pluviosidade média anual de 1224 mm, com maior ocorrência de chuvas no período de março a junho (SOUZA *et al.*, 2023).

A produção de mudas foi realizada por reprodução sexuada, utilizando sementes oriundas da mesma planta matriz, de uma propriedade rural situada no município de Irecê, Bahia. As sementes não precisaram passar por escarificação para quebra de dormência, e foram semeadas a 1,0 cm (dobro do diâmetro da semente) de profundidade no substrato contendo areia lavada e composto orgânico comercial de húmus de minhoca, na proporção 3:1 (v/v) em sementeiras de polietileno com 50 células, sendo que cada célula recebeu três sementes, totalizando um semeio de 150 sementes (Figura 1). A irrigação da sementeira foi realizada diariamente.



Figura 1 - Sementeira de *Clitoria ternatea*, após o início da germinação. Cruz das Almas, Bahia, Brasil. Fonte: acervo pessoal (2023).

Após as plântulas emergirem e formar o segundo par de folhas verdadeiras, com cerca de 10 cm de altura de parte aérea na sementeira, aos 7 dias após a emergência (DAE), as mesmas foram transplantadas para vasos com capacidade de 3 dm³, composto por substrato inerte, contendo areia lavada e vermiculita, na proporção de 2:1 (Figura 2).

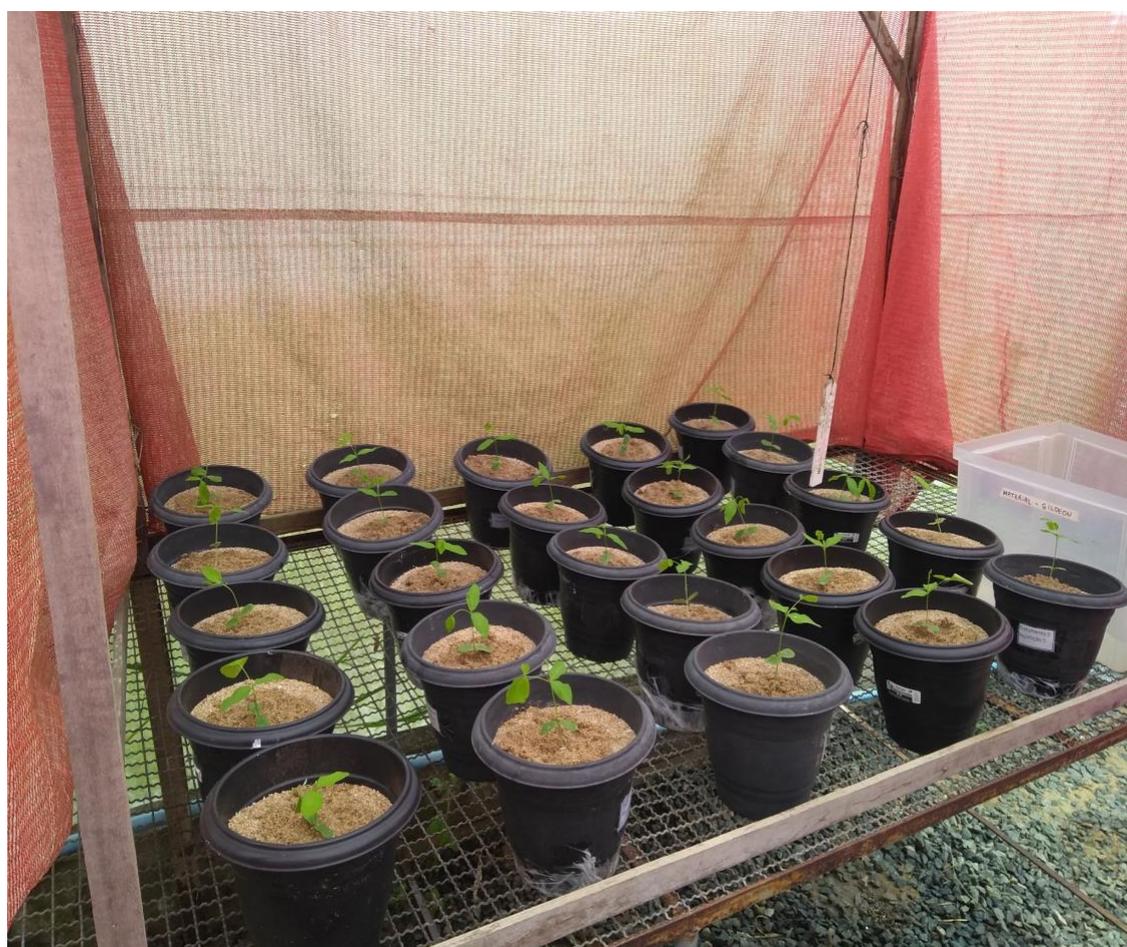


Figura 2 - Mudanças de *Clitoria ternatea* transplantadas. Cruz das Almas, Bahia, Brasil. Fonte: acervo pessoal (2023).

No dia seguinte ao transplante, aplicou-se solução nutritiva completa de Hoagland & Arnon (1950), com 50% da força iônica, denominada de meia força (Quadro 1) e pH de 5,6 (± 1), ajustado com 0,01 HCl ou 0,01 NaOH. As concentrações salinas das soluções ficaram abaixo de 1 atm para todos os tratamentos, com base

no cálculo da pressão osmótica da solução. Decorridos 7 dias, do período de adaptação, as mudas passaram a receber a solução nutritiva, alterada em função das proporções de amônio e nitrato, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - Volumes (ml) utilizados das soluções estoque para formar 1L de solução nutritiva modificada, de acordo com a solução meia-força, inteira e os respectivos tratamentos (proporções de $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$).

Solução estoque (1M)	Soluções nutritivas preparadas (ml/dm ³) de $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$						
	Meia-Força	Normal	100:0	75:25	50:50	75:25	0:100
KH_2PO_4^-	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
NH_4Cl	-	-	15,0	11,25	7,50	3,75	-
KCl	-	-	5,0	1,25	5,0	3,75	-
CaCl_2	-	-	5,0	5,0	1,25	-	-
MgSO_4	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
KNO_3	2,5	5,0	-	3,75	-	1,25	5,0
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	2,5	5,0	-	-	3,75	5,0	5,0
Ferro-EDTA*	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Micronutrientes**	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

*Solução de Ferro-EDTA: Foram dissolvidos 26,1 g de EDTA dissódico em 286 ml de NaOH 1N + 24,9g de $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ e aerado por uma noite. **Solução de micronutrientes (g/l): $\text{H}_3\text{BO}_3 = 2,86$; $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} = 1,81$; $\text{ZnCl}_2 = 0,10$; $\text{CuCl}_2 = 0,04$; $\text{H}_2\text{MoO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} = 0,02$.

Fonte: Adaptado de Hoagland & Arnon (1950).

O delineamento experimental foi o inteiramente ao acaso (DIC), disposto em parcelas subdivididas no espaço, com espaçamento de aproximadamente 30 cm entre vasos. Os tratamentos foram constituídos de cinco doses com proporções diferentes de ($\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$): 100:0; 75:25; 50:50; 25:75 e 0:100 ml/dm³, conforme o Quadro 1, com

cinco repetições, sendo cada parcela experimental constituída por uma única planta útil, totalizando 25 unidades experimentais.

A aplicação da solução nutritiva com as doses de diferentes fontes de nitrogênio ocorreu semanalmente, com oito aplicações de 200 ml por planta, sendo a última aplicação possuindo uma concentração de 3 molares, para realçar o efeito dos tratamentos sobre o crescimento das plantas, com isso, cada planta recebeu ao final do experimento, 1,6 litros de solução nutritiva modificada.

A irrigação foi realizada diariamente, com cerca de 200 ml de água, conforme a necessidade das plantas, visando manter a capacidade de campo em cada vaso, visto que os mesmos não possuíam drenos, a análise química da água utilizada na irrigação está disposta na Tabela 1, evidenciando a ausência de nitrogênio que poderia interferir nos tratamentos durante o manejo.

Tabela 1. Características químicas da água utilizada para irrigação. Água de fornecimento via empresa Embasa.

Parâmetros	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
	 meq. L ⁻¹			mg. L ⁻¹
Resultado	4,5	5,5	2,0	1,0	3,9
Método	Embrapa, 2010.				

pH = potencial hidrogênio iônico. Ca²⁺ = concentração de cálcio. Mg²⁺ = concentração de magnésio.
Na⁺ = concentração de sódio. K⁺ = concentração de potássio.

Aos 21 dias após o transplante foi realizado o tutoramento das plantas com cordas de sisal, conforme Figura 3. Até o desmonte do experimento, foi monitorado o ataque de pragas e doenças e as devidas medidas fitossanitárias foram tomadas para garantir a integridade do experimento. A capação das flores, foi realizada a medida em que os botões florais apareciam nas plantas, essa operação é fundamental para garantir que a fisiologia da reprodução não interfira nos resultados de crescimento. O experimento garantiu um período de resposta da última aplicação de solução nutritiva.



Figura 3 - Plantas de *Clitoria ternatea* tutoradas com cordas de sisal. Cruz das Almas, Bahia, Brasil. Fonte: acervo pessoal (2023).

Os parâmetros de crescimento avaliadas foram: altura da planta (AL) com uma fita métrica graduada em milímetros onde a altura foi considerada a partir do colo ao ápice da gema terminal, sendo os resultados expressos em metros; número de folhas (NF) determinada por contagem manual simples e o comprimento da raiz (CR) medindo do colo ao ápice da raiz principal, utilizando uma fita métrica graduada em milímetros e os resultados expressos em centímetros.

Outras variáveis quantitativas foram avaliadas, através da determinação da massa de matéria seca das folhas (MSF), caule (MSC), da parte aérea (MSPA), total (MST) e raízes (MSR), em que as plantas foram particionadas e o material vegetal ainda fresco foi acondicionado em sacos de papel, identificados e levados para secagem em estufa com circulação de ar forçada, à 65 °C por 72 horas, no laboratório de Nutrição Mineral de Plantas da UFRB, Cruz das Almas, Bahia.

Ao atingir a estabilidade das massas secas constantes, realizou-se a pesagem da massa da matéria seca das folhas, do caule e das raízes, em balança digital com precisão de três casas decimais, os valores foram obtidos em gramas.

Foi mensurado o índice de área foliar (IAF), através da metodologia proposta por Peixoto *et al.* (2011). Assim, a área foliar foi obtida utilizando um perfurador com diâmetro conhecido (14mm), em que se coletou 10 discos foliares e frescos em cada planta, com folhas escolhidas aleatoriamente e evitando-se as regiões da nervura central e utilizou-se da massa da matéria seca da folha e total, seguindo a seguinte equação:

$IAF = (AD * MMSF / MMD)$, em que IAF = índice de área foliar, AD = diâmetro conhecido do perfurador, MMSF = a massa de matéria seca das folhas e MMD = massa de matéria seca do disco foliar, sendo a AD determinada pela seguinte equação: $AD = 10 * \pi * R^2 = 10 * \pi * R^2 / 100$, em que $\pi = 3,14$ e R = raio da circunferência do perfurador. Os discos foliares foram pesados em balança analítica de alta precisão, 10^{-4} e os resultados obtidos foram expressos em cm^2 .

Em relação aos índices de clorofila, foram avaliados: índice de clorofila a (CLA); índice de clorofila b (CLB); índice de clorofila total (CLT) e relação clorofila a/b (RAB), utilizando o aparelho eletrônico ClorofiLog – modelo Falker-CFL1030, com leituras realizadas em três folhas do terço médio de cada planta, no período de 7 a 8 horas da manhã.

Para a avaliação nutricional das plantas de Cunhã, foi utilizado a metodologia proposta por Detmann *et al.* (2012). Foram avaliadas fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LG), sendo essas realizadas em sequência, concentração de matéria mineral (MM) e concentração de matéria orgânica (MO) e concentração de matéria seca (MS). As análises foram realizadas no Laboratório de Avaliação Qualitativa de Produtos Animais e no Laboratório de Análises de Fibras e Proteínas, ambos na UFRB, Cruz das Almas, Bahia.

Foi realizada a avaliação nutricional de dois exemplares de Cunhã, uma cultivada no Centro Territorial de Educação Profissional Recôncavo II Alberto Torres, situado no município de Cruz das Almas, Bahia (C1), e outro exemplar cultivado em propriedade rural, situado no município de Governador Mangabeira, Bahia (C2). Ambas amostras cultivadas em campo, utilizando a fertilidade natural do solo, serviram para a comparação da qualidade nutricional em relação às plantas do experimento, que foram cultivadas em ambiente controlado, utilizando os nutrientes vindos da solução nutritiva.

Após a secagem do material vegetal, as plantas foram moídas em um moinho de facas tipo willye com peneira de 1 mm de malha (Figura 4). As amostras de cada

tratamento foram utilizadas para análise bromatológica, sendo 5 amostras do experimento e 2 amostras do material coletado em campo.



Figura 4 - Amostra de *Clitoria ternatea* sendo moída. Cruz das Almas, Bahia, Brasil. Fonte: acervo pessoal (2023).

Para a determinação do percentual da amostra seca em estufa (% ASE), cuja variável é essencial para todos os cálculos da análise nutricional, seguiu-se a metodologia (G-003/1), que consiste em submeter cadinhos de porcelana contendo 2 gramas de amostra moída em estufa sem circulação forçada de ar, a 105°C por 16 horas, posteriormente os cadinhos foram para estufa não ventilada, a 65°C durante 2 horas, cada cadinho representa um tratamento e para análise nutricional se fez triplicata, ou seja, 5 tratamentos do experimento somado a 2 tratamentos de amostras do campo, totalizou 21 cadinhos em análise.

Os cadinhos ao serem retirados da estufa, foram colocados em dessecador por 30 minutos para resfriamento sem absorção de umidade, posteriormente os cadinhos foram pesados. A concentração de amostra seca em estufa, foi determinada pela seguinte equação para cada tratamento: $\%ASE = ASE/ASA \cdot 100$, em que %ASE = percentual de amostra seca em estufa; ASE = massa de amostra seca em estufa e ASA = massa de amostra seca ao ar, sendo a ASA aproximadamente o valor de 2 gramas de amostra moída.

Para avaliação da fibra em detergente neutro (FDN), seguiu-se a metodologia (F-002/1), em que foram confeccionados saquinhos de TNT, com tamanho de

10cmX5cm, contendo 1 grama de cada tratamento e respectivamente foram identificados. Os saquinhos com amostra vegetal moída foram levados em solução de detergente neutro comercial por 15 minutos em autoclave.

Posteriormente lavou-se os saquinhos com água destilada quente e acetona (Figura 5), para a retirada do detergente, os saquinhos foram levados à estufa de circulação forçada de ar por 1 dia à 60°C e após esse período, foi realizada a pesagem dos saquinhos para a determinação da FDN. O mesmo procedimento foi adotado com solução em detergente ácido, para determinação da FDA após a realização da pesagem de FDN, para a obtenção da FDA, seguiu-se a metodologia (F-004/1).



Figura 5 - Lavagem dos saquinhos de TNT com água destilada quente e acetona. Cruz das Almas, Bahia, Brasil. Fonte: acervo pessoal (2023).

As equações utilizadas para a determinação da FDN foram: $\%FDN_{ms} = (\%FDN_{asa}/\%ASE) \cdot 100$, em que $\%FDN_{ms}$ é o percentual de fibra em detergente neutro com base na matéria seca, em que $\%FDN_{asa}$ é o percentual de fibra em detergente neutro com base na amostra seca, que é dada pela seguinte equação: $\%FDN_{asa} = FDN/ASA \cdot 100$, sendo o FDN a diferença do peso do saquinho após o procedimento.

As equações utilizadas para a determinação da FDA foram: $\%FDA_{ms} = (\%FDA_{asa}/\%ASE) \cdot 100$, em que $\%FDA_{ms}$ é o percentual de fibra em detergente ácido com base na matéria seca, em que $\%FDA_{asa}$ é o percentual de fibra em detergente ácido com base na amostra seca, que é dada pela seguinte equação: $\%FDA_{asa} = FDA/ASA \cdot 100$, sendo o FDA a diferença do peso do saquinho após o procedimento.

Para avaliação das cinzas ou matéria mineral (MM), seguiu-se a metodologia (M-001/1), em que foi utilizado cadinhos de porcelana secos em estufa a 105°C por uma noite, os cadinhos foram resfriados por 20 minutos em dessecador, para evitar absorção de umidade, foram adicionados aos cadinhos aproximadamente 2 gramas de amostra moída.

A partir daí, os cadinhos foram levados para a mufla até atingir uma temperatura de 600°C por 4 horas (Figura 6), a temperatura de retirada da mufla foi de 150°C, os cadinhos foram resfriados por 20 minutos em dessecador, então, as cinzas foram pesadas em balança analítica (Figura 7).



Figura 6 - Amostras de *Clitoria ternatea* antes do processo de combustão. Cruz das Almas, Bahia, Brasil. Fonte: acervo pessoal (2023).



Figura 7 - Pesagem das cinzas de amostra de *Clitoria ternatea*. Cruz das Almas, Bahia, Brasil. Fonte: acervo pessoal (2023).

O cálculo da matéria mineral (MM) é determinado pela seguinte equação: $\%MM_{ms} = (\%MM_{asa}/\%ASE) \cdot 100$, em que $\%MM_{ms}$ = matéria mineral com base na matéria seca, $\%MM_{asa}$ = matéria mineral com base na asa, que é determinada pela seguinte equação: $\%MM_{asa} = (MM/ASA) \cdot 100$, sendo MM = massa das cinzas. A MM é obtida pela diferença do peso do cadinho com cinzas em relação ao cadinho vazio. A partir desses cálculos, foi mensurada a concentração de matéria orgânica, determinada pela seguinte equação: $\%MO_{ms} = 100 - \%MM_{ms}$.

Para a determinação da concentração de matéria seca (MS), seguiu-se a metodologia (G-003/1), que é determinada pela seguinte equação: $\%MS = (\%ASA \cdot \%ASE) / 100$. Em que a $\%ASA$ é obtida pela metodologia (G-002/1), seguindo a equação: $\%ASA = ASA/MN \cdot 100$, em que MN = massa de amostra em termos de matéria natural.

Para determinação de lignina (LG), seguiu-se a metodologia (F-005/1, ou método da hidrólise ácida), em que após o procedimento para a obtenção do FDA, os saquinhos foram submersos em solução de ácido sulfúrico (12 M) em recipiente de

vidro, procedendo-se a homogeneização a cada 30 minutos durante 3 horas (Figura 8).

Após esse período, os saquinhos foram lavados com água destilada quente e acetona para a completa retirada do ácido, o material passou por secagem em estufa a 105°C por 16 horas, seguido da queima do saquinho em cadinho em mufla para pesagem da lignina, realizando a incineração dos saquinhos a 500°C por 2 horas com temperatura de retirada de 200°C.



Figura 8 - Homogeneização dos saquinhos de TNT em ácido sulfúrico. Cruz das Almas, Bahia, Brasil. Fonte: acervo pessoal (2023).

O cálculo para determinação da concentração de lignina foi obtida pela seguinte equação: $\%LG = \%LGasa/\%ASE*100$, sendo $\%LGasa$ = percentual de lignina com base na amostra seca ao ar, que é obtida pela seguinte equação: $\%LGasa = (RES - RM/ASA)*100$, em que RES = massa do resíduo após o tratamento com ácido sulfúrico e RM = massa do resíduo mineral obtido após a incineração em mufla.

Os resultados obtidos do crescimento das plantas, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) a 5% de significância, utilizando o teste de Tukey para

comparação de médias, no programa computacional estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019) e os resultados obtidos da diagnose nutricional foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey a 5% de significância, no programa computacional estatístico SAS® (CODY, 2015).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de Cunhã responderam significativamente ($p < 0,05$) a aplicação de diferentes proporções de amônio e nitrato para as variáveis: número de folhas, massa de matéria seca das folhas, massa de matéria seca do caule, massa de matéria seca da parte aérea, massa de matéria seca das raízes, massa de matéria seca total e área foliar.

Entre as variáveis de crescimento: altura e comprimento da raiz, não ocorreu resposta significativa aos tratamentos aplicados ($p > 0,05$), porém o número de folhas foi a única variável de crescimento que apresentou diferença significativa entre as médias dos tratamentos ($p < 0,05$) (Quadro 2). O índice de área foliar apresentou diferença significativa aos tratamentos ($p < 0,05$) (Quadro 2).

Quadro 2 - Altura (AL), comprimento da raiz (CR), nº de folhas (NF) e índice de área foliar (IAF) de plantas de *Clitoria ternatea* cultivadas em diferentes proporções de amônio e nitrato ($\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$).

$\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$	AL (m)	CR (cm)	NF (unid)	IAF (cm ²)
100:0	1,66 a	56,50 a	49,60 a	676,60 ab
75:25	1,65 a	53,00 a	50,40 a	789,67 ab
50:50	1,77 a	60,60 a	53,60 a	859,84 a
25:75	1,58 a	60,50 a	54,60 a	875,30 a
0:100	1,49 a	68,50 a	33,40 b	476,47 b
CV (%)	10,10	19,20	17,23	22,94
Média Geral	1,63	59,82	48,32	735,58

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). CV = coeficiente de variação.

Fonte: Dados da Pesquisa (2023).

Para a altura, não foi observado diferença significativa entre as médias dos tratamentos, no entanto, foi possível observar que o tratamento 50:50 ($\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$) proporcionou maior média de altura das plantas em relação ao tratamento com menor desempenho 0:100 ($\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$), com incremento de 18,79% na altura das plantas.

Corroborando com tais resultados, ao avaliarem o efeito do nitrato e amônio em plantas de berinjela, Sousa *et al.* (2010), não observaram diferenças significativas entre os tratamentos, porém ao avaliarem os valores médios absolutos, o tratamento 25:75 ($\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$) proporcionou plantas mais altas e o tratamento 0:100 ($\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$) as mais baixas. De forma similar, González García *et al.* (2009) não observaram resposta significativa em altura, ao avaliar a relação amônio/nitrato em plantas de cebolinha e endro.

Em relação ao comprimento da raiz, não foi observado diferença significativa de média entre os tratamentos, entretanto, o tratamento que forneceu N apenas na forma nítrica, proporcionou maior comprimento de raiz em comparação ao tratamento 75:25 ($\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$) de menor resultado dessa variável, revelando um incremento de 29,24% no comprimento da raiz principal (Quadro 2).

Ao avaliar o desempenho de mudas de manjerição submetidas a proporções de nitrato e amônio, Matos *et al.* (2015), constataram que o tratamento que ofertava o N apenas em forma amoniacal, obteve o pior desempenho em comprimento de raiz, além de ser o único tratamento que diferiu estatisticamente dos demais, nesse experimento também foi observado que o maior comprimento de raiz se deu no tratamento que ofertava N apenas em forma nítrica, se assemelhando ao presente trabalho, em que o maior comprimento de raiz se percebeu no tratamento 0:100 ($\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$) e os tratamentos com grande ou total concentração de NH_4^+ , tiveram os menores resultados.

Ao avaliarem o efeito das interações entre os íons amônio e nitrato no comprimento das raízes do amendoimzeiro, Ribeiro *et al.* (2012), constataram que a presença de NH_4^+ (>50%) reduziu o comprimento da raiz, enquanto os tratamentos com maior predomínio de N nítrico, obteve os melhores resultados.

De forma semelhante, ao avaliar o desenvolvimento da menta sob proporções de amônio/nitrato em diferentes ambientes de luz, Silva (2020) observou uma redução significativa ($p < 0,05$) no sistema radicular das plantas à medida que se elevava a concentração do íon NH_4^+ na solução nutritiva, observando uma redução de 267,64% no volume de raiz do tratamento com maior desempenho 25:75 ($\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$) em

relação ao tratamento de menor desempenho, que forneceu N apenas a forma amoniacal para as plantas cultivadas em pleno sol, tais resultados refletem a acidificação do íon NH_4^+ no meio externo, inibindo a absorção de outros íons, como o Ca^{2+} ; Mg^{2+} e K^+ , importantes para o crescimento radicular.

De acordo com Forde (2002) o íon NO_3^- , atua no estímulo ao crescimento das raízes através de uma sinalização bioquímica, e o excesso de NO_3^- está associado ao maior gasto de energia necessário para a assimilação desse íon, que é de 12 ATPs, comparado aos 2 ATPs necessários para assimilar o NH_4^+ (KRONZUCKER *et al.*, 2001; BRITTO & KRONZUCKER, 2002), esse gasto de energia na raiz, causa um desequilíbrio energético na planta, diminuindo desta forma o crescimento da parte aérea para compensação do aumento do tamanho das raízes para a assimilação do íon NO_3^- , segundo Forde (2002).

Para o número de folhas constatou-se que os tratamentos não diferiram significativamente entre si, exceto para o tratamento que forneceu N apenas na forma nítrica, que apresentou menor número de folhas, correspondendo a uma diferença de 63,47% de folhas a menos em relação ao tratamento de melhor desempenho nesta variável 25:75 ($\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$).

De forma similar, Sousa *et al.* (2010) observaram em seu experimento com plantas de berinjela, que o número de folhas responderam significativamente pela relação amônio/nitrato, sendo observado resposta crescente até a dose 25:75 ($\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$), sendo a dose 0:100 ($\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$) a de menor resposta, correspondendo a uma diferença de 29,3% entre os dois e uma diferença de 23,6% em relação ao tratamento que recebeu apenas N amoniacal, que concomitantemente apresentou o segundo pior resultado.

Silva (2020) percebeu que doses intermediárias de ($\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$) apresentaram maior número de folhas em relação aos tratamentos com apenas uma única fonte de N, em todos os ambientes de luz, porém constatou-se que o íon NH_4^+ foi mais prejudicial ao número de folhas em relação ao NO_3^- , o que diverge com os dados neste presente trabalho, o que pode ser explicado pela preferência da Cunhã em adubação amoniacal e sua rusticidade em tolerar altas concentrações desse íon.

Porém o trabalho revela que a espécie trabalhada, possui uma preferência para produção máxima do número de folhas, sendo para a menta, a proporção 50:50 ($\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$) em pleno sol, sendo o mesmo valor preferencial da Cunhã. O número total de folhas é um fator importante para a definição de frequência e intensidade de

desfolhação nos pastos, além de ser utilizado como indicador da eficiência de utilização, da qualidade e da persistência da forrageira (PENA *et al.*, 2009).

Em relação ao índice de área foliar, verificou-se que os tratamentos com as maiores folhas 25:75 ($\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$) e o tratamento 50:50 ($\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$), diferiram estatisticamente em relação aos outros tratamentos, observando um incremento de 83,83% de área foliar do melhor tratamento em relação ao de menor desempenho 0:100 ($\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$) e um incremento de 29,43% em relação ao tratamento que apenas fornecia N em forma amoniacal.

Ao avaliarem a relação amônio/nitrato no crescimento de morango, Tabatabaei *et al.* (2006) obtiveram resultados similares, em que constataram que a área foliar na proporção 25:75 ($\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$) foi maior em relação aos tratamentos com altas concentrações de nitrato ou amônio, em todas as variedades de morango utilizadas. Resultados contrastantes foram observados por Oliveira *et al.* (2008), que observaram maior desenvolvimento foliar em plantas cultivadas com apenas um tipo de fonte de N, diferindo significativamente das plantas com proporções intermediárias.

O N é o nutriente principal que influencia na área foliar e, conseqüentemente, na taxa fotossintética, aumentando o acúmulo de massa seca em plantas (MARSCHNER, 2012). Quando a fonte de nitrogênio não é apropriada, as plantas têm a absorção do N prejudicada, com um desempenho semelhante ao da ausência deste elemento (SILVA *et al.*, 2018), como evidenciado nos trabalhos citados acima, a preferência de cada espécie com um tipo e proporção de N determinado.

Para as espécies de leguminosas, a avaliação do número de folhas, somado à determinação do IAF, se constituem como dados fundamentais, em estudos de seleção, por exemplo, pois revela que em proporção a um aumento no número de folhas, ocorrerá um aumento na produção da matéria seca da parte aérea (SCHEFFER-BASSO *et al.*, 2002)

Em relação aos índices de clorofila a; b; total e da relação a/b, observou-se que as plantas de Cunhã não responderam significativamente a aplicação dos tratamentos ($p > 0,05$) (Tabela 3). Segundo Vieira *et al.* (2010), a constituição das clorofilas apresenta uma via apropriada para a avaliação da aquisição do nitrogênio pelas plantas, em diferentes situações ambientais, visto que a molécula da clorofila é composta em grande parte pelo N.

As clorofilas são pigmentos necessários para a conversão da radiação luminosa em energia metabólica, sob a forma de ATP e NADPH (STREIT *et al.*, 2005).

Assim, as clorofilas estão relacionadas com a eficiência fotossintética das plantas e, em consequência, ao seu crescimento e adaptabilidade a diferentes ambientes. As clorofilas estão presentes nos vegetais superiores nas formas a e b, elas são constantemente sintetizadas e destruídas em processos influenciados por fatores internos e externos às plantas, segundo Kurtz *et al.* (2022).

Quadro 3. índice de clorofila a (CLA); índice de clorofila b (CLB); índice de clorofila total (CLT) e relação clorofila a/b (RAB) de plantas de *Clitoria ternatea* cultivadas em diferentes proporções de amônio e nitrato (NH⁴⁺:NO³⁻).

NH ⁴⁺ :NO ³⁻	CLA	CLB	CLT	RAB
100:0	32,20 a	9,59 a	41,80 a	3,51 a
75:25	35,43 a	12,47 a	47,90 a	2,93 a
50:50	35,62 a	12,75 a	48,38 a	2,89 a
25:75	32,85 a	9,73 a	42,58 a	3,40 a
0:100	35,42 a	10,65 a	46,07 a	3,42 a
CV (%)	9,65	24,93	13,00	16,52
Média Geral	34,30	11,04	45,35	3,23

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey (p<0,05). CV = coeficiente de variação.

Fonte: Dados da Pesquisa (2023).

Ao comparar as médias entre os tratamentos, pode-se constatar que o tratamento 50:50 (NH⁴⁺:NO³⁻) apresentou os melhores índices de clorofila a e b, correspondendo a uma diferença de 10,62% a mais de clorofila a e 32,95% a mais de clorofila b, em relação ao tratamento que forneceu N apenas na forma amoniacal, sendo este considerado o tratamento com pior desempenho em relação aos índices de clorofila a e b.

Ao avaliarem a influência do nitrato e amônio sobre a atividade fotossintética da mandioca, Cruz *et al.* (2007) obtiveram resultados semelhantes, em que a forma do N ofertado, não influenciou a concentração de clorofilas totais, porém quando a cultura apenas recebia N em forma amoniacal, a taxa fotossintética reduzia em relação aos outros tratamentos, respondendo a uma menor produtividade por esse tratamento, além disso, essas plantas também reduziram significativamente a sua

abertura estomática, além de reduzirem a concentração de CO₂, evidenciando desta forma, a redução da atividade fotossintética.

É importante considerar que a concentração do teor de clorofila nas folhas constitui um relevante indicador para a produção de biomassa e para avaliação do desempenho das atividades fotossintéticas e metabólicas das plantas, relacionando com a produção de fitomassa seca (TAIZ *et al.*, 2017).

Ao avaliarem os efeitos dos íons amônio e nitrato no desenvolvimento de girassol, Silva *et al.* (2010) obtiveram resultados similares, em que o tratamento que ofertou N apenas na forma amoniacal apresentou menor teor de clorofila e diferiu estatisticamente das plantas que receberam as duas formas iônicas, que foram os melhores tratamentos, sendo que o tratamento que recebeu N apenas na forma nítrica, também apresentou uma significativa redução no teor de clorofila.

Tratamentos que contêm os íons NH⁴⁺ e NO³⁻ em quantidades balanceadas, disponibilizam mais o N, o que aumenta a produtividade e conseqüentemente aumenta os índices de clorofila, devido a necessidade da planta em absorver o N para formar as moléculas de clorofila, de acordo com Oliveira *et al.* (2007).

Quanto a fitomassa seca foi observado que a massa de matéria seca das folhas; do caule e das raízes, responderam significativamente à aplicação dos tratamentos ($p < 0,05$) (Quadro 4). A proporção 50:50 (NH⁴⁺:NO³⁻) resultou nos melhores índices de produção de fitomassa seca da planta de Cunhã e a proporção 0:100 (NH⁴⁺:NO³⁻) resultou no menor desempenho em produção de fitomassa seca.

Quadro 4 - Massa de matéria seca das folhas (MSF); massa de matéria seca do caule (MSC); massa de matéria seca da parte aérea (MSPA); massa de matéria seca das raízes (MSR) e massa de matéria seca total (MST) de plantas de *Clitoria ternatea* cultivadas em diferentes proporções de amônio e nitrato (NH⁴⁺:NO³⁻).

NH ⁴⁺ :NO ³⁻	MSF (g)	MSC (g)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)
100:0	2,14 bc	2,43 ab	4,58 bc	3,56 ab	8,14 bc
75:25	2,90 a	2,90 a	5,81 ab	3,69 ab	9,51 ab
50:50	3,18 a	3,17 a	6,36 a	4,23 a	10,59 a
25:75	2,78 ab	3,10 a	5,89 ab	3,95 a	9,85 ab
0:100	1,75 c	2,08 b	3,83 c	2,78 b	6,62 c
CV (%)	15,63	15,30	14,76	14,93	12,73
Média Geral	2,55	2,74	5,29	3,64	8,94

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). CV = coeficiente de variação.

Fonte: Dados da Pesquisa (2023).

Em relação a massa de matéria seca das folhas, o tratamento 50:50 (NH⁴⁺:NO³⁻) resultou em um incremento de 81,71% e 48,59% na produção de fitomassa seca em comparação ao tratamento que forneceu N apenas em forma nítrica e na forma amoniacal, respectivamente, sendo esses dois tratamentos, o que desencadearam a menor produtividade em massa de matéria seca das folhas.

Ao avaliar o efeito do amônio/nitrato no crescimento de mudas de grápia, Nicoloso *et al.* (2005) obtiveram resultados semelhantes, em que após 150 dias após a adubação, os tratamentos não responderam significativamente, porém o tratamento com 50% de cada fonte de N apresentou a melhor média de massa seca das folhas, sendo o íon NH⁴⁺ mais sensível para o desenvolvimento das folhas.

Da mesma forma como ocorreu na massa de matéria seca das folhas, a massa de matéria seca do caule teve por tratamento 50:50 (NH⁴⁺:NO³⁻) o melhor desempenho, resultando em um incremento de 52,40% e de 30,45% em relação ao tratamento que forneceu o N apenas na forma nítrica e ao tratamento que forneceu apenas na forma amoniacal respectivamente, sendo esse último, o tratamento de menor desempenho na MSC.

Resultados semelhantes foram obtidos por Cruz *et al.* (2006) ao avaliarem o efeito do nitrato e amônio no crescimento da mandioca, em que o tratamento de melhor desempenho foi o de 3/9 (NH⁴⁺:NO³⁻), seguidos dos tratamentos de proporções e tendo os tratamentos com apenas uma única fonte de N, os piores desempenhos

na produção de matéria seca do caule. A massa de matéria seca do caule é uma variável de importante análise, visto que um caule maior, representa maior produtividade e maior quantidade de folhas.

Para a massa de matéria seca da parte aérea, o tratamento 50:50 ($\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$) na forma isolada, apresentou o melhor desempenho, diferindo de todos os outros tratamentos, sendo essa variável essencial para avaliar a produtividade da parte da Cunhã utilizada na alimentação animal. O melhor tratamento diferiu 66,05% e de 38,86% do tratamento que forneceu N apenas na forma nítrica e do tratamento que forneceu apenas na forma amoniacal respectivamente, sendo os tratamentos de piores desempenhos, porém o íon NO_3^- apresentou maior limitação para a produção de parte aérea em relação ao íon NH_4^+ .

Ao avaliarem o crescimento do arroz com suprimento combinado de amônio e nitrato, Holzschuh *et al.* (2011) obtiveram resultados semelhantes, em que o maior rendimento de biomassa de parte aérea e total, foram obtidas em proporções em que o N foi fornecido na forma combinada, sendo o tratamento 25:75 de melhores médias na produção de biomassa de arroz, diferindo significativamente dos tratamentos com apenas uma única fonte de N, que apresentaram sintomas de toxidez, devido a altas concentrações dos íons NH_4^+ e NO_3^- .

Este maior acúmulo de massa de matéria seca da proporção com N apenas na forma amoniacal em relação a proporção com N apenas na forma nítrica, pode ser explicada, pela planta requerer menos energia para assimilação do nitrogênio amoniacal, comparado com a energia utilizada para assimilação do nitrogênio na forma nítrica (TAIZ & ZEIGER, 2003; KANT *et al.*, 2007).

Ao avaliar a produção e qualidade de variedades de crisântemo cultivado com diferentes relações amônio/nitrato, Muniz *et al.* (2009) obtiveram resultados similares, em que a média das variedades tiveram maior produção de massa de matéria seca da parte aérea na proporção de 50% de cada íon, sendo que os tratamentos com apenas uma forma de N, apresentaram os piores resultados de produção de matéria seca.

Trabalhos realizados com o intuito de avaliar a resposta das plantas ao fornecimento de amônio e/ou nitrato estão encontrando resultados distintos para as diferentes espécies analisadas (CÂNDIDO *et al.*, 2011). Trabalhando com aster-do-campo sob diferentes relações dessas fontes de N, Carvalho *et al.* (2006) puderam

verificar que não ocorreu preferência para as fontes nitrogenadas, ou seja, a planta pode ser cultivada sob qualquer uma dessas fontes.

Ao avaliarem proporções de amônio e nitrato no crescimento de plantas de erva cidreira, Lima *et al.* (2018) constataram o aumento da fitomassa seca da parte aérea proporcional a concentração do íon NO^{3-} , sendo o tratamento 0:100 ($\text{NH}^{4+}:\text{NO}^{3-}$) o mais produtivo e deferindo 20,74% de incremento de fitomassa seca da parte aérea em relação ao tratamento que recebeu N apenas em forma amoniacal.

O estudo da absorção de nutrientes e da produção de massa de matéria seca, devido ao estágio fenológico da cultura, é de fundamental importância para administrar estratégias de definição das quantidades e das épocas de realização de adubação e das quantidades necessárias que devem ser restituídas ao solo para fins de garantir a qualidade e fertilidade do mesmo (MAUAD *et al.*, 2015), por isso, a produção de massa de matéria seca da parte aérea se torna a variável mais importante a ser analisada para a cultura da Cunhã, visto que essa é a parte da planta que será consumida pelos animais, e seu rendimento, refletirá a qualidade de crescimento e produtividade da planta.

O excesso do íon NH^{4+} no sistema pode se tornar tóxico para as plantas, podendo em alguns casos, levá-las à morte, principalmente quando são a única fonte de N, o nível de toxidez por NH^{4+} é variável entre as espécies, as causas dessa toxidez estão relacionadas com a despolarização da membrana plasmática e do tonoplasto; a acidificação das organelas celulares, na tentativa de garantir o potencial elétrico das membranas; mudanças na estrutura dos carboidratos; o desacoplamento da fotofosforilação e, por consequência, levam a diversos distúrbios fisiológicos que acarreta na morte das células e dos tecidos (HOLZSCHUH *et al.*, 2011).

Denomina-se como ciclagem fútil, outro mecanismo de ação tóxica da alta concentração do íon NH^{4+} no solo, em que o alto teor desta molécula, faz com que ela ocupe canais de outros cátions, fazendo com que a planta crie um mecanismo de efluxo do NH^{4+} para fora da célula, segundo Kronzucker *et al.* (2000) e Britto *et al.* (2001).

Esse mecanismo causa um elevado gasto energético para bombear o NH^{4+} para o meio extracelular, conforme esses autores, cerca de 80% do NH^{4+} absorvido pode sofrer efluxo através desse processo, e concomitantemente, o elevado consumo de ATP, resulta no aumento da respiração nas raízes e resultando em diminuição do crescimento da planta.

De forma similar, o efeito negativo do efeito de NO^{3-} ao reduzir o crescimento da parte aérea, está relacionado com o consumo exagerado de ATP, sendo que esse consumo se torna necessário para a assimilação, síntese e translocação de fotoassimilados da parte aérea das plantas para as raízes das mesmas (HOLZSCHUH *et al.*, 2011).

Em relação a massa de matéria seca das raízes, o tratamento 50:50 ($\text{NH}^{4+}:\text{NO}^{3-}$) apresentou a melhor média, diferindo em 52,15% e 18,82% de incremento em biomassa seca em relação ao tratamento que recebeu N apenas na forma nítrica e amoniacal respectivamente. Esta variável é crucial para determinar a qualidade do crescimento da parte aérea da planta, por isso, o rendimento de MSR tende a ser proporcional ao rendimento da MSPA.

Ao avaliar o desenvolvimento *in vitro* de espécie de orquídea ameaçada de extinção, em meios de cultivos contendo diferentes relações de amônio/nitrato, Alves *et al.* (2017) obtiveram resultados semelhantes. Os autores verificaram que o tratamento 50:50 ($\text{NH}^{4+}:\text{NO}^{3-}$) apresentou o melhor resultado em massa seca das raízes, diferindo significativamente dos outros tratamentos, essa proporção apresentou um incremento de 83,33% e de 120% em relação ao tratamento que fornecia apenas N na forma amoniacal e na forma nítrica respectivamente, ambos foram os tratamentos com menores desempenho nessa variável.

Ao avaliar a relação amônio/nitrato em mudas de maracujazeiro, Silva Júnior (2015) obteve resultados similares, em que foi observado efeito significativo dos tratamentos sobre massa de matéria seca das raízes, sendo a dose com proporção de 40% do íon NH^{4+} presente na solução nutritiva, desencadearia a maior produtividade em MSR, tanto o excesso quanto a falta do amônio, fizeram com que se reduzisse significativamente a MSR.

A resposta pelo fato do tratamento que recebeu apenas N na forma nítrica apresentar o maior comprimento da raiz mas a menor MSR, pode ser explicada através dos mecanismos pelos quais as plantas ajustam o desbalanço dos recursos externos/exógenos necessários para a sua sobrevivência e manutenção das suas funções vitais, se dá pela translocação da energia (ATP) e fotoassimilados, presentes nas folhas e caules, para os órgãos que estão relacionados na captura de recursos nutricionais (EPSTEIN & BLOOM, 2006), ou seja, o íon NO^{3-} estimulou o crescimento da raiz porém, esse crescimento não foi acompanhado com a qualidade estrutural

desse órgão, o que não correspondeu com a qualidade da parte aérea do mesmo tratamento.

Ao avaliar o comprimento e MSR da Cunhã, foi observado a presença de rizóbios ínfimos (Figura 9) fixados nas raízes, a propriedade de nodulação é característico das espécies leguminosas associadas simbioticamente com bactérias, sendo esse exemplo de associação biológica intensamente estudada (XAVIER *et al.*, 2006).



Figura 9 - Nódulos ínfimos em raízes de *Clitoria ternatea*. Cruz das Almas, Bahia, Brasil. Fonte: acervo pessoal (2023).

Ao partir o rizóbio ao meio, verificou-se uma coloração róseo-avermelhada (Figura 10), indicando atividade microbiológica (ALCÂNTARA *et al.*, 2017). O uso da adubação mineral nitrogenada reduz o número de nódulos, devido à falta da necessidade da planta em se associar com as bactérias diazotróficas, segundo Parente (2014), por isso, a Cunhã apresentou poucos nódulos e com tamanhos

reduzidos, semelhante ao que ocorreu no experimento de Pelegrin *et al.* (2009), em que as plantas de feijão sob adubação nitrogenada, reduziram o número e o tamanho dos rizóbios.



Figura 10 - Nódulo aberto com coloração avermelhada. Cruz das Almas, Bahia, Brasil. Fonte: acervo pessoal (2023).

Ao analisar a massa de matéria seca total, o tratamento 50:50 ($\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$) na forma isolada, apresentou o melhor desempenho, diferindo de todos os outros tratamentos, apresentando um, incremento de 59,96% e de 30,09% em relação ao tratamento que recebeu N apenas na forma nítrica e na forma amoniacal respectivamente, sendo ambos os tratamentos os de menores desempenho em relação a produção de MST.

Ao avaliarem o desenvolvimento inicial de plantas de quiabeiro sob fertilização em diferentes relações amônio/nitrato, Cândido *et al.* (2011) obtiveram resultados semelhantes, em que a presença do íon NH_4^+ (>50%) na proporção, desencadeou efeitos positivos na matéria seca total da planta, sendo que a presença do íon NO_3^- (>50%) na proporção, resultou em queda do acúmulo de matéria seca total.

Aos parâmetros da avaliação nutricional das plantas de Cunhã, foram avaliadas: fibra em detergente neutro (FDN); fibra em detergente ácido (FDA); lignina (LG); matéria mineral (MM); matéria orgânica (MO) e matéria seca (MS), em que foi observado que as plantas de Cunhã não responderam significativamente a aplicação dos tratamentos ($p < 0,05$) (Quadro 5).

Quadro 5 - Fibra em detergente neutro (FDN); fibra em detergente ácido (FDA); lignina (LG); matéria mineral (MM); matéria orgânica (MO) e matéria seca (MS) de plantas de *Clitoria ternatea* cultivadas em diferentes proporções de amônio e nitrato (NH⁴⁺:NO³⁻) (%MS).

NH ⁴⁺ :NO ³⁻	FDN (%)	FDA (%)	LG (%)	MM (%)	MO (%)	MS (%)
100:0	37,26	16,99	2,65	11,27	88,72	86,50
75:25	38,58	22,46	2,81	10,29	89,70	88,80
50:50	34,56	17,56	1,18	10,01	89,98	88,56
25:75	24,66	11,16	2,74	8,96	91,03	86,98
0:100	37,96	23,46	3,26	8,69	91,30	85,69
C1	41,64	22,93	3,67	7,42	92,57	90,94
C2	43,85	26,37	4,58	8,18	91,81	91,32
Média Geral	36,93	20,13	2,98	9,26	90,73	88,40

Fonte: Dados da Pesquisa (2023)

Ao analisar os teores de fibra, tanto em detergente neutro, quanto ácido, é perceptível uma redução da média para os tratamentos cultivados em casa de vegetação em relação às plantas cultivadas no campo, diferindo em 77,81% e 136,29% no incremento de FDN e FDA, respectivamente, do tratamento de 25:75 (NH⁴⁺:NO³⁻) para a planta C2, cultivada no campo. Provavelmente a solução nutritiva, proporcionou uma nutrição equilibrada e conseqüentemente maior produção de biomassa por estas plantas, o que reduziu o percentual de fibra produzida.

Ao avaliar a produtividade e composição bromatológica do capim-marandu a fontes e doses de nitrogênio, Benett *et al.* (2008) observaram um comportamento linear negativo dos teores de FDN à medida que a dose de nitrogênio aplicado ao solo aumentava. De forma similar, ao avaliar a influência das adubações nitrogenadas e fosfatadas sobre a composição químico-bromatológica do capim *Brachiaria brizantha*, Cecato *et al.* (2004) observaram redução da FDN à medida que se aumentava a dose de nitrogênio aplicado às plantas. Tais fatos, podem explicar o que ocorreu no presente trabalho, já que as plantas em casa de vegetação apresentaram menores

valores de FDN, graças a adubação nitrogenada que a planta recebia semanalmente via solução nutritiva.

A concentração de FDN é o componente das forrageiras que está mais relacionada ao consumo animal, segundo Benett *et al.* (2008). Teores dos constituintes da parede celular superiores a 55-60% em relação a massa seca, reduzem o consumo da forragem pelos animais, de acordo com Soest (1994).

Ao realizar pesquisas avaliando a composição bromatológica do capim *Brachiaria decumbens* Stapf adubado com doses crescentes de nitrogênio e de fósforo, Magalhães *et al.* (2005) verificaram uma redução da FDA a medida do aumento das doses de nitrogênio fornecido às plantas. Resultados similares foram obtidos por Gargantini (2005) em seu trabalho avaliando a irrigação e adubação nitrogenada em capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) na região oeste do Estado de São Paulo, em que observou a redução dos teores de FDA à medida que as doses de nitrogênio fornecido às plantas aumentavam.

Tais trabalhos corroboram para a explicação da redução do FDA no presente trabalho, devido ao efeito da adubação nitrogenada que as plantas cultivadas no meio externo não recebiam, porém apresentavam valores superiores às plantas cultivadas com solução nutritiva. Forragens com teores de FDA em torno ou superior a 40%, comprometem a digestibilidade e reduz o consumo pelos animais, segundo Nussio *et al.* (1998).

Em relação a outras espécies de leguminosas, as rações para animais preparadas a partir de *Clitoria ternatea* têm teor de fibra em detergente ácido consistentemente mais baixo (OGUIS *et al.*, 2019) e essa baixa proporção de FDA, aumenta a densidade energética da ração e retém um alto teor de nitrogênio (JONES *et al.*, 2000). Desta forma, as rações que apresentam essa planta em sua composição, apresentam características nutricionais favoráveis em comparação com outras espécies de leguminosas forrageiras (OGUIS *et al.*, 2019).

De forma similar aos teores de fibra, a lignina apresentou médias superiores nas plantas cultivadas em campo em relação às plantas cultivadas com solução nutritiva, diferindo em 288,13% de incremento de lignina na planta C2 em relação ao tratamento 50:50 (NH⁴⁺:NO³⁻). Da mesma forma como ocorreu com as fibras solúveis, o teor de lignina foi reduzido para as plantas cultivadas com solução nutritiva, provavelmente, a nutrição mineral fornecida para as plantas de forma balanceada,

reduziram a proporção de material lignificado, visto que a produção de biomassa foi maior.

Ao avaliar a produção e composição químico-bromatológica de duas cultivares de braquiária adubadas com nitrogênio e sua relação com o índice SPAD, Maranhão *et al.* (2009) observaram que à medida que a dose da adubação nitrogenada aumentou, ocorreu uma melhora nas características bromatológicas das forrageiras, reduzindo os teores de FDN, FDA e lignina, apesar de não ocorrer interação significativa das cultivares com os tratamentos nas variáveis ($p > 0,05$). Tal experimento corrobora com o presente trabalho na explicação da redução dos teores de fibras e lignina, ou seja, uma adubação de qualidade é sentida na melhoria da composição bromatológica da planta.

Em relação ao teor de matéria mineral, as plantas cultivadas com a presença de NH_4^+ (>50%), apresentaram médias superiores, revelando que uma nutrição adequada nas especificações da cultura, promovem a maior absorção dos íons necessários para a planta crescer. Foi observado um incremento de 51,88% de nutrientes absorvidos pelo tratamento 100:0 ($\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$) em relação à planta C1, cultivada no campo. Conseqüentemente, a produção de material orgânico nas plantas cultivadas com a presença de NH_4^+ (>50%) foram menores.

Ao avaliar a composição bromatológica de Tifton submetido a diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio, Fan (2014) observou efeito significativo ($p < 0,05$) da adubação e dos cortes para a matéria mineral, segundo o autor, a matéria mineral é de extrema importância, pois teores baixos de elementos minerais na planta, podem indicar a falta da disponibilidade desse mineral no solo; reduzida capacidade genética em armazenar o elemento ou simplesmente a cultura não é exigente do mineral para poder crescer.

5. CONCLUSÕES

As plantas de *Clitoria ternatea* não responderam significativamente aos tratamentos com diferentes proporções de amônio e nitrato para os índices de clorofila, revelando resistência dos teores de clorofila em relação aos tratamentos utilizados.

O tratamento 50:50 ($\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$) proporcionou significativamente maior produtividade em massa de matéria seca em todos os órgãos da planta, enquanto os tratamentos 0:100 e 100:0 ($\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$) proporcionaram a menor produtividade em matéria seca, evidenciando uma preferência da cultura da *Clitoria ternatea* por proporções equilibradas de amônio e nitrato para expressar seu potencial produtivo como leguminosa forrageira.

Plantas de *Clitoria ternatea* bem nutridas apresentam melhores índices bromatológicos.

6. REFERÊNCIAS

ABREU, M.L.C. **Avaliação nutricional da Cunhã (*Clitoria ternatea* L.) em diferentes idades de corte.** 77f. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ. 2012

ALCÂNTARA, R. M. C. M. *et al.* **Fixação biológica de nitrogênio.** 2017. Disponível em: infoteca.cnptia.embrapa.br. Acesso: 29/06/2023.

ALDERETE-CHAVEZ, A. *et al.* **Evaluation of *Clitoria ternatea* L. in relation with fertility in tropical soils.** Journal of Applied Sciences, v. 11, n. 6, p. 1044-1048, 2011. DOI: 10.3923/jas.2011.1044.1048

ALI, A.; SIVAKAMI, S.; RAGHURAM, N. **Effect of nitrate, nitrite, ammonium, glutamate, glutamine and 2-oxoglutarate on the RNA levels and enzyme activities of nitrate reductase and nitrite reductase in rice.** Physiology and Molecular Biology of Plants, v. 13, n. 1, p. 17, 2007.

ALURI, J. S. R & KUNUKU, V. R. **A study on pollination ecology of butterfly pea, *Clitoria ternatea* L. (Fabaceae).** Species, v. 22, n. 69, p. 29-35, 2021

ALVES, A. R. *et al.* **Fibra para ruminantes:** Aspecto nutricional, metodológico e funcional. **Pubvet**, v. 10, p. 513-579, 2016.

ALVES, G. A. C. *et al.* **Desenvolvimento in vitro da orquídea ameaça de extinção *Laelia marginata* Lindl. em meios de cultivo contendo diferentes relações nitrato/amônio.** Ornamental Horticulture, v. 23, n. 4, p. 392-399, 2017. DOI: <https://doi.org/10.14295/oh.v23i4.1019>

ANAND, S. P.; DOSS, A.; NANDAGOPALAN, V. **Antibacterial studies on leaves of *Clitoria ternatea* Linn. A high potential medicinal plant.** International journal of applied biology and pharmaceutical technology, v. 2, n. 3, p. 453-456, 2011.

BARREIRA, T. F. *et al.* **Diversity and equivalence of unconventional food plants in rural zone of Viçosa, Minas Gerais, Brazil.** Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v. 17, p. 964-974, 2015. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/1983-084X/14_100

BARROCAS, G.E.G.; TANURE, J.P.M.; GOMES, R. da C. **Análises bromatológicas para determinação da qualidade nutricional de forrageiras? Compêndio de POPs.** (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 236). Brasília, DF: Embrapa, 2017. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1087151>. Acessado em: 05/07/2023

BARROS, N. N.; ROSSETTI, A. G.; CARVALHO, R. B. de. **Feno de cunhã (*Clitoria ternatea* L.) para acabamento de cordeiros.** Ciência Rural, v. 34, p. 499-504, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782004000200025>

BENETT, C. G. S. *et al.* **Yield and bromatologic composition of Marandu grass as function of sources and doses of nitrogen.** Ciência e Agrotecnologia, v. 32, p. 1629-1636, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000500041>

BRANCO, J.; JÚNIOR, P. P. **Fixação biológica de nitrogênio na produção sustentável de forragem.** Revista Edutec, v. 3, n. 1, 2022.

BRAUN, H. *et al.* **Absorção, metabolismo e diagnóstico do estado de nitrogênio nas plantas de batata.** Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, v. 56, n. 3, p. 185-195, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2013.028>

BRITO, G. S. *et al.* **Initial development of maize plants grown with different combinations of nitrate and ammonium.** Revista Agrogeoambiental, p. e20231755-e20231755, 2023. DOI: <https://doi.org/10.18406/2316-1817v15nunico20231755> a

BRITO, G. S. *et al.* **Nitrate and ammonium proportions in the initial growth of bertalha plants.** Revista Brasileira de Iniciação Científica, p. e023026-e023026, 2023. Disponível em: <https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/rbic/article/view/100>. Acesso em: 22/09/2023 b

BRITTO, D. T. *et al.* **Futile transmembrane NH₄⁺ cycling: a cellular hypothesis to explain ammonium toxicity in plants.** Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 98, n. 7, p. 4255-4258, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.061034698>

BRITTO, D. T. & KRONZUCKER, H. J. **NH₄⁺ toxicity in higher plants: a critical review.** Journal of plant physiology, v. 159, n. 6, p. 567-584, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1078/0176-1617-0774>

BRITTO, D. T. & KRONZUCKER, H. J. **Plant nitrogen transport and its regulation in changing soil environments.** Journal of Crop Improvement, v. 15, n. 2, p. 1-23, 2006. DOI: https://doi.org/10.1300/J411v15n02_01

CÂNDIDO, W. S. *et al.* **Desenvolvimento inicial do quiabeiro sob fertilização nitrogenada em diferentes relações amônio/nitrato.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 6, n. 1, p. 14, 2011.

CARVALHO, P. G. *et al.* **Aspectos do crescimento e atividade da redutase do nitrato em plantas de Vernonia herbácea (Vell.) Rusby submetidas a diferentes fontes de nitrogênio.** Hoehnea, v. 33, n. 1, p. 89-97, 2006.

CECATO, U., *et al.* **Influência das adubações nitrogenadas e fosfatadas sobre a composição químico-bromatológica do capim-Marandu (*Brachiaria brizantha*) (Hochst) Stapf cv Marandu).** Acta Scientiarum, Maringá, v. 26, n. 3, p. 409-416, 2004.

CHAUHAN, N.; RAJVAIDHYA, S.; DUBEY, B. K. **Pharmacognostical, phytochemical and pharmacological review on *Clitoria ternatea* for antiasthmatic activity.** International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research, v. 3, n. 2, p. 398, 2012.

CODY, R. **An Introduction to SAS® University Edition.** Cary, NC: SAS Institute. 2015.

COOK, B. *et al.* **Trop. Forages: an interactive selection tool,** CSIRO, DPI&F Queensland, CIAT, Cali. 2005. Disponível em: http://www.tropicalforages.info/key/Forages/Media/Html/Clitoria_ternatea.htm. Acesso em: 03 mar. 2023

CRUZ, J. L.; PELACANI, C. R.; ARAÚJO, W. L. **Efeito do nitrato e amônio sobre o crescimento e eficiência de utilização do nitrogênio em mandioca.** Bragantia, v. 65, p. 467-475, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052006000300013>

CRUZ, J. L.; PELACANI, C. R.; ARAÚJO, W. L. **Influência do nitrato e amônio sobre a atividade fotossintética da mandioca.** Revista Raízes e Amidos Tropicais, v. 3, 2007.

DETMANN, E.; *et al.* **Métodos para análise de alimentos.** Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012.

DWIVEDI, G. K. & KUMAR, D. **Nitrogen economy, dry matter production and seed production potential of *Setaria sphacelata* by intercropping of pasture legumes.** Journal of Agronomy and Crop Science, v. 182, n. 2, p. 121-126, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1439-037x.1999.00275.x>

EPSTEIN, E. & BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas.** Londrina, Planta, 403p. 2006.

FAN, V. C. R. **Composição bromatológica de Tifton submetido a diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio.** 2022. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Federal do Pampa, Itaqui, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unipampa.edu.br/jspui/handle/riiu/6599>. Acessado em: 29/09/2023

FANTZ, P. R. **A monograph of the genus Clitoria (Leguminosae: Glycineae)**. 1066 pp. Tese de Doutorado. Ph. D. Thesis, University of Florida. 1977.

FARIAS, J. S. *et al.* **Avaliação de tecidos e equipamentos alternativos na análise de fibras em detergente neutro e de fibra em detergente ácido**. Boletim de Indústria Animal, v. 72, n. 3, p. 229-233, 2015.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. revista brasileira de biometria, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. DOI: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>.

FORDE, B. G. **Local and long-range signaling pathways regulating plant responses to nitrate**. Annual Review of Plant Biology, v. 53, n. 1, p. 203-224, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.53.100301.135256>

FUZETTI, C. G. **Secagem por spray drying do corante natural azul de flores comestíveis da ervilha borboleta (Clitoria ternatea L.) com diferentes agentes carreadores**. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto. 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/191828>. Acessado em: 02/10/2023

GARGANTINI, P. E. **Irrigação e adubação nitrogenada em capim-Mombaça (Panicum maximum Jacq.) na região oeste do Estado de São Paulo**. 2005. 95 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira, 2005.

GIARETTA, G. **Análise bromatológica de cultivares de milho utilizados na dieta de animais de produção**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Erechim, RS, 2023.

GONZÁLEZ GARCÍA, J. L. *et al.* **Relación amonio/nitrato en la producción de hierbas aromáticas en hidroponía**. Agricultura técnica en México, v. 35, n. 1, p. 5-11, marzo 2009. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60835101>. Acesso: 18/06/2023

HACHIYA, T. *et al.* **Nitrate addition alleviates ammonium toxicity without lessening ammonium accumulation, organic acid depletion and inorganic cation depletion in Arabidopsis thaliana shoots**. Plant and Cell Physiology, v. 53, n. 3, p. 577-591, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1093/pcp/pcs012>

HEINRITZ, S. N. *et al.* **The effect of inoculant and sucrose addition on the silage quality of tropical forage legumes with varying ensilability**. Animal Feed Science and Technology, v. 174, n. 3-4, p. 201-210, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.03.017>

HOAGLAND, D. R. & ARNON, D. I. **The water culture method for growing plants without soil**. Calif. Agr. Exp. STA. Cir, 347p., 1950.

HOLZSCHUH, M. J. *et al.* **Absorção de nutrientes e crescimento do arroz com suprimento combinado de amônio e nitrato¹**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 35, p. 1357-1366, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000400030>

HUTASOIT, R. *et al.* **Evaluation of four pasture legumes species as forages and cover crops in oil palm plantation**. Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner, v. 22, n. 3, p. 124-134, 2018. DOI: <https://doi.org/10.14334/jitv.v22i3.1801>

JAMIL, N. *et al.* **Influences of environmental conditions to phytoconstituents in *Clitoria ternatea* (butterfly pea flower)–A review**. Journal of Science and Technology, v. 10, n. 2, 2018. DOI: <https://10.30880/jst.2018.10.02.029>

JONES, R. M. *et al.* **Measurements of nutritive value of a range of tropical legumes and their use in legume evaluation**. Tropical Grasslands, v. 34, n. 2, p. 78-90, 2000.

KANT, S. *et al.* **Partial substitution of NO₃⁻ by NH₄⁺ fertilization increases ammonium assimilating enzyme activities and reduces the deleterious effects of salinity on the growth of barley**. Journal of Plant Physiology, v. 164, n. 3, p. 303-311, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2005.12.011>

KAZUMA, K.; NODA, N.; SUZUKI, M. **Flavonoid composition related to petal color in different lines of *Clitoria ternatea***. Phytochemistry, v. 64, n. 6, p. 1133-1139, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(03\)00504-1](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(03)00504-1)

KELEMU, S.; CARDONA, C.; SEGURA, G. **Antimicrobial and insecticidal protein isolated from seeds of *Clitoria ternatea*, a tropical forage legume**. Plant Physiology and Biochemistry, v. 42, n. 11, p. 867-873, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2004.10.013>

KOSAI, P. *et al.* **Review on Ethnomedicinal uses of Memory Boosting Herb, Butterfly Pea, *Clitoria ternatea***. Journal of Natural Remedies, 15(2), 71–76. 2015. DOI: <https://doi.org/10.18311/jnr/2015/480>

KRONZUCKER, H. J. *et al.* **Ammonium toxicity and the real cost of transport**. Trends in plant science, v. 6, n. 8, p. 335-337, 2001. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1360-1385\(01\)02022-2](https://doi.org/10.1016/S1360-1385(01)02022-2)

KURTZ, C. *et al.* **Diagnóstico de nitrogênio pelo índice de clorofila e nitrato na seiva para cebola em sistema de semeadura direta**. Revista Thema, v. 21, n. 1, p. 92-114, 2022. DOI: <https://doi.org/10.15536/thema.V21.2022.92-114.2368>

LEWIS, O. A. M.; LEIDI, E. O.; LIPS, S. H. **Effect of nitrogen source on growth response to salinity stress in maize and wheat**. New Phytologist, v. 111, n. 2, p. 155-160, 1989. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1989.tb00676.x>

LI, Y. *et al.* **Evaluating soil resistance formulations in thermal-based two-source energy balance (TSEB) model: Implications for heterogeneous semiarid and arid regions.** *Water Resources Research*, v. 55, n. 2, p. 1059-1078, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1029/2018WR022981>

LIMA, J.C. *et al.* **Proporções de amônio e nitrato no crescimento de plantas de *Lippia alba* (Mill) NE Br. cultivadas sob ambientes de luz.** *Revista de Ciências Agrárias*, v. 41, n. 3, p. 655-662, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.19084/RCA17240>

MAGALHÃES, A. F. *et al.* **Composição bromatológica do capim *Brachiaria decumbens* Stapf adubado com doses crescentes de nitrogênio e de fósforo.** *REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, v. 42, 2005.

MARANHÃO, C. M. A. *et al.* **Produção e composição químico-bromatológica de duas cultivares de braquiária adubadas com nitrogênio e sua relação com o índice SPAD.** *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 31, n. 2, p. 117-122, 2009. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v31i2.4305>

MARSCHNER, H. **Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants.** (3rd Edition). San Diego: Elsevier, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2009-0-63043-9>

MARTÍNEZ-ANDÚJAR, C. *et al.* **Response to nitrate/ammonium nutrition of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants overexpressing a prokaryotic NH₄⁺-dependent asparagine synthetase.** *Journal of Plant Physiology*, v. 170, n. 7, p. 676-687, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2012.12.011>

MATOS, L. *et al.* **Desempenho de mudas de manjerição cv. maria bonita submetidas a proporções de nitrato e amônio.** *Enciclopédia Biosfera*, v. 11, n. 22, 2015. DOI: http://dx.doi.org/10.18677/Enciclopedia_Biosfera_2015_125

MAUAD, M. *et al.* **Produção de matéria seca e acúmulo de macronutrientes na parte aérea das plantas de niger.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 39, p. 533-540, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/01000683rbc20140391>

MELO, M. S. *et al.* **Caracterização fitoquímica de *Clitoria ternatea* Linn biodirecionada pelo seu potencial contra micro-organismos multirresistentes.** *Diversitas Journal*, v. 3, n. 2, p. 429-441, 2018. DOI: <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v3i2.635>

MENSAH, R. *et al.* **Development of *Clitoria ternatea* as a biopesticide for cotton pest management: assessment of product effect on *Helicoverpa* spp. and their natural enemies.** *Entomologia Experimentalis et Applicata*, v. 154, n. 2, p. 131-145, 2015. DOI : <https://doi.org/10.1111/eea.12263>

MUKHERJEE, P. K. *et al.* **The Ayurvedic medicine *Clitoria ternatea*—From traditional use to scientific assessment.** *Journal of ethnopharmacology*, v. 120, n. 3, p. 291-301, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2008.09.009>

MUNIZ, M. A. *et al.* **Produção e qualidade de crisântemos de vaso fertirrigados com diferentes relações nitrato/amônio.** Bioscience journal, v. 25, n. 1, p. 75-82, 2009. Disponível em: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/14489>. Acesso: 19/06/2023

NASCIMENTO, J. V. do *et al.* **Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de extratos de flor de *Clitoria ternatea* L.** Research, Society and Development, v. 10, n. 11, p. 1-7, 2021. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/28778>. Acesso: 29/06/2023

NICOLOSO, F. T. *et al.* **Fontes de nitrogênio mineral (N-NO₃-e N-NH₄⁺) no crescimento de mudas de grápia (*Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbride).** Ciência Florestal, v. 15, p. 221-231, 2005. DOI: <https://doi.org/10.5902/198050981839>

NJUNIE, M. N.; WAGGER, M. G.; LUNA-OREA, P. **Residue decomposition and nutrient release dynamics from two tropical forage legumes in a Kenyan environment.** Agronomy Journal, v. 96, n. 4, p. 1073-1081, 2004. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2004.1073>

NUSSIO, L. G.; MANZANO, R. P.; PEDREIRA, C. G. S. **Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*.** Manejo de pastagens de Tifton, Coastcross e estrela; anais, 1998.

OBLISAMI, G. **Studies on the rhizobium and nodulation pattern in a forage legume *Clitoria ternatea*.** In: Proc. Indian Natl. Sci. Acad. B Biol. Sci. 1974. p. 618-623.

OGUIS, G. K. *et al.* **Butterfly pea (*Clitoria ternatea*), a cyclotide-bearing plant with applications in agriculture and medicine.** Frontiers in plant science, v. 10, p. 645, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00645>

OLIVEIRA, F. de A. *et al.* **Desenvolvimento inicial do milho pipoca cultivado sob diferentes relações NH₄⁺: NO₃.** Revista Caatinga, v. 21, n. 5, p. 197-201, 2008. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237117585029>. Acesso: 17/06/2023

OLIVEIRA, H. A. B. *et al.* **Habits and food crops on the consumption of non-conventional vegetables by family farmers.** Revista Agrária Acadêmica, v. 2, n. 3, p. 17-32, 2019.

OLIVEIRA, L. A. de; KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, A. C. **Acumulação de silício em arroz em diferentes condições de pH da rizosfera.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 31, p. 685-690, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832007000400009>

PARENTE, T. de L. **Adubação nitrogenada em genótipos de soja associada à inoculação em semeadura direta no cerrado.** 49 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia, 2014.

PEIXOTO, C.; CRUZ, T.; PEIXOTO, M. F. **Análise quantitativa do crescimento de plantas: conceitos e prática.** Enciclopédia biosfera, v. 7, n. 13, 2011.

PELEGRIN, R. *et al.* **Resposta da cultura do feijoeiro à adubação nitrogenada e à inoculação com rizóbio.** Revista Brasileira de Ciência do solo, v. 33, p. 219-226, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000100023>

PENA, K.S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SILVA, S.C. **Características morfogênicas, estruturais e acúmulo de forragem do capim-tanzânia submetido a duas alturas e três intervalos de corte.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.11, p.2127-2136, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001100009>

PINHEIRO, C. M. *et al.* **Perfil morfológico de rizóbio nodulando cunhã (*Clitoria ternatea* L.) em neossolo flúvico.** Revista Científica de Produção Animal, v. 12, n. 1, p. 27-30, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.15528/2176-4158/rcpa.v12n1p27-30>

PURBA, E. C. **Kembang telang (*Clitoria ternatea* L.): pemanfaatan dan bioaktivitas.** Jurnal EduMatSains, v. 4, n. 2, p. 111-124, 2020.

RECH, Â. F. **Amostragem de alimentos para análise bromatológica.** Agropecuária Catarinense, v. 31, n. 1, p. 33-36, 2018.
DOI: <http://dx.doi.org/10.22491/RAC.2018.v31n1.1>

RIBEIRO, M. de O. *et al.* **Efeito das interações entre os íons amônio e nitrato na fisiologia do crescimento do amendoizeiro.** Revista Ceres, v. 59, p. 630-635, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2012000500008>

SANTINO, T. G. **Determinação da fibra em detergente neutro utilizando a autoclave em diferentes tempos e temperaturas.** 22 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/37077>. Acessado em: 31/10/2023

SCHEFFER-BASSO, S. M.; JACQUES, A. V. Á.; DALL'AGNOL, M. **Alocação da biomassa e correlações morfofisiológicas em leguminosas forrageiras com hábitos de crescimento contrastantes.** Scientia Agricola, v. 59, p. 629-634, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162002000400002>

SILVA JÚNIOR, G. B. **Relação amônio e nitrato, mitigação da toxicidade amoniacal com silício e curva de acúmulo de nutrientes em mudas de maracujazeiro.** Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2015.

SILVA, A. *et al.* **Rendimento de massa seca de *Physalis angulata* L. sob proporções de nitrato e amônio em cultivo hidropônico.** Enciclopédia Biosfera, v. 15, n. 27, 2018. DOI: [10.18677/EnciBio_2018A74](https://doi.org/10.18677/EnciBio_2018A74)

SILVA, L. C. V. *et al.* ***Mentha spicata* L. grown with nitrate: Ammonium proportions in different light environments.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 16, n. 4, p. 1-7, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v16i4a8845>

SILVA, L. C. V. **Menta (*Mentha spicata* L.) sob proporções de nitrato e amônio em ambientes de luz**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Programa de Pós-graduação em Solos e Qualidade de Ecossistemas. Cruz das Almas, Bahia, 2020.

SILVA, P. C. C.; DO COUTO, J. L.; DOS SANTOS, A. R. **Absorção dos íons amônio e nitrato e seus efeitos no desenvolvimento do girassol em solução nutritiva**. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v. 10, n. 2, p. 97-104, 2010. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=50016922011>. Acesso: 20/06/2023

SILVA, V. **Plantas Alimentícias Não convencionais (PANC´ s) da região Nordeste do Brasil: uma revisão integrativa**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) – UniAGES, Paripiranga, 2021. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/19210>. Acesso: 30/06/2023

SOEST, P. J. V. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ª Edición. Ithaca, United States: editora: Cornell University, 1994.

SOUSA, V. F. L. *et al.* **Efeito do nitrato e amônio sobre o crescimento da berinjela**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 5, n. 3, p. 13, 2010.

SOUZA, C. M. *et al.* **Doses de fósforo na produção de fitomassa de bertalha: Phosphorus doses in the production of bertalha phytomass**. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, v. 6, n. 2, p. 1375-1390, 2023. DOI: <https://doi.org/10.34188/bjaerv6n2-035>

SOUZA, F. B.; OLIVEIRA, M. C.; **Coleta, introdução e seleção de forrageiras nativas exóticas**. Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro, 2008.

STEFEN, D. L. V. *et al.* **A adubação nitrogenada durante o espigamento melhora a qualidade industrial do trigo (*Triticum aestivum* cv. Mirante) cultivado com regulador de crescimento etil-trinexapac**. Revista de la Facultad de Agronomía, v. 114, 2015. Disponível em: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/51292>. Acesso: 22/09/2023

STREIT, N. M., *et al.* **As Clorofilas**. Ciência Rural, Santa Maria, v.35, n.3, p.748-755, mai-jun, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000300043>

TABATABAEI, S. J.; FATEMI, L. S.; FALLAHI, E. **Effect of ammonium: nitrate ratio on yield, calcium concentration, and photosynthesis rate in strawberry**. Journal of Plant Nutrition, v. 29, n. 7, p. 1273-1285, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904160600767575>

TAIZ L., *et al.* **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. Editora: ArtMed, Porto Alegre, 888p., 2017.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Trad. Eliane Romanato Santarém (et al.). 3. ed. Porto Alegre: Artemed Editora, 719p. 2003.

VIEIRA, D. A. P. *et al.* **Fluorescência e teores de clorofilas em abacaxizeiro cv. Pérola submetido a diferentes concentrações de sulfato de amônio.** Revista Brasileira de Fruticultura, v. 32, p. 360-368, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452010005000061>

XAVIER, G. R. *et al.* **Especificidade simbiótica entre rizóbios e acessos de feijão-caupi de diferentes nacionalidades.** Revista Caatinga, v. 19, n. 1, p. 25-33, 2006. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237117486004>. Acesso: 21/06/2023