

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SOLOSE QUALIDADE DE
ECOSSISTEMAS**

**VARIÁVEIS QUÍMICAS DO SOLO APÓS CULTIVO DE PLANTAS DE
COBERTURA EM LATOSSOLO AMARELO**

LOURIVAL ALVES BARRETO

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
AGOSTO 2022**

VARIÁVEIS QUÍMICAS DO SOLO APÓS CULTIVO DE PLANTAS DE COBERTURA EM LATOSSOLO AMARELO

LOURIVAL ALVES BARRETO

Licenciado em Educação do Campo com habilitação em Ciências Agrárias
UFRB-2018

Dissertação submetida ao Colegiado de do
Curso do Programa de Pós-Graduação em
Solos e Qualidade de Ecossistemas da
Universidade Federal do Recôncavo da
Bahia, como requisito parcial para
obtenção do Grau de Mestre em Solos e
Qualidade de Ecossistemas.

ORIENTADOR: PROF. DR. OSSIVAL LOLATO RIBEIRO

CO-ORIENTADOR: PROF. DR. ELTON DA SILVA LEITE

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA

AGOSTO 2022

FICHA CATALOGRÁFICA

B273v

Barreto, Lourival Alves.

Variáveis químicas do solo após cultivo de plantas de cobertura em latossolo amarelo / Lourival Alves Barreto. _ Cruz das Almas, BA, 2022.

38f.; il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Mestrado em Solos e Qualidade de Ecossistemas.

Orientador: Prof. Dr. Ossival Lolato Ribeiro.

Coorientador: Prof. Dr. Elton da Silva Leite.

1.Solo – Química agrícola. 2.Plantio – Gramínea – Leguminosa. 3.Manejo – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.

CDD: 631.4

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas - UFRB. Responsável pela Elaboração Antonio Marcos Sarmiento das Chagas (Bibliotecário - CRB5 / 1615).

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E
BIOLÓGICAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SOLOS E
QUALIDADE DE ECOSISTEMAS, CURSO DE MESTRADO

COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE
DISSERTAÇÃO DE LOURIVAL ALVES BARRETO



Prof. Dr. Ossival Lolato Ribeiro (UFRB)



Profa. Dra. Emellinne Ingrid de Sousa Costa



Prof. Dr. Fleming Sena Campos (EMBRAPA)

Dissertação homologada pelo Colegiado do Curso de Mestrado em Solos e Qualidade de Ecossistemas em, conferindo o Grau de Mestre em Solos e Qualidade de Ecossistemas em

A todos que contribuíram!

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela saúde, por todas as pessoas que me ajudaram e contribuíram profundamente para que eu pudesse superar os desafios e chegar até aqui.

Aos meus pais, José Oliveira Barreto (in memória) e Honorina Alves Barreto.

Ao professor Ossival e Elton, ao professor Júlio Cesar aos membros da banca, aos quais tenho profunda admiração por serem exemplos de profissionais e serem fonte de incentivo ao conhecimento e, acima de tudo, humildade.

Aos meus amig@s Audrey, Raissa, Felipe, Marcos, Lucas, Jackson, Paloma, Danrlei, Rildo, Leandro, João Luis, a esses agradeço pelo apoio direto e indiretamente, pois contribuíram nesse produto.

Ao grupo de Estudos em Forragicultura-GEF! Aos meus irmãos!

Agradeço a todos que fizeram com que eu chegasse nesse momento, e a todos que fizeram com que eu acessasse essa etapa enriquecedora para a minha vida.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

Muito obrigado

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	2
2.1	Estratégias de proteção ao uso do solo	2
2.2	Crotalária, sorgo, milho, feijão guandu, brachiaria, capim aruana	4
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	6
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
5	CONCLUSÕES.....	21
6	REFERÊNCIAS	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 Análise química do solo na área experimental nas profundidades de 0 - 20 e 20-40 m antes da implantação das cultivares.....	11
Tabela 02. Análise química do solo na área experimental, após cultivo e na profundidade de 0,0-0,20m	13
Tabela 03. Análise química do solo na área experimental, após cultivo e na profundidade de 0,20- 0,40m	14

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Croqui da unidade experimental DBC.07

Figura 02 - Procedimentos da implantação do experimento08

VARIÁVEIS QUÍMICAS DO SOLO APÓS CULTIVO DE PLANTAS DE COBERTURA EM LATOSSOLO AMARELO

Autor: Lourival Alves Barreto

Orientador: Prof. Dr. Ossival Lolato Ribeiro

Co-orientador: Prof. Dr. Elton DA Silva Leite

Resumo

Com o estudo avaliou-se parâmetros químicos do solo após cultivo de gramíneas e leguminosas em sistema de plantio direto em solo Latossolo amarelo distrocoeso em mesma época (outono e inverno). O experimento foi conduzido em campo na área do setor de forragem da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no município de Cruz das Almas – Bahia. Na implantação do experimento foram coletadas amostras do solo para avaliação inicial de parâmetros químicos. Em seguida na mesma área foi implantado um experimento em blocos para mensurar diferentes formas de manejo no solo com condições iniciais de degradação na área. Foram coletadas amostras compostas correspondente as profundidades de 0,0 a 0,20 m e 0,20 a 0,40 m. As variáveis estudadas do atributo químico foram; pH do solo; fósforo disponível; Cálcio, Potássio, Magnésio, Sódio, Alumínio, Enxofre, Capacidade de Troca de Cátions, Acidez por Alumínio, saturação por base e Matéria Orgânica. Os tratamentos se subdividiram em seis tratamentos com quatro repetições (blocos), a saber: C- Crotalaria; Brac-Brachiaria decumbens; S- Sorgo; Aru- Aruana; G- Feijão Guandú; M- Milheto. O software Microsoft Office Excel foi utilizado para registrar os dados, e estes foram aferidos estatisticamente pelo software estatístico SAS® (versão 9.1), adotando o teste de Tukey foram comparados a $P < 0,05$. Os resultados demonstraram que houve pouca interação entre as variáveis estudadas o bloco composto pelos tratamentos com afinidade as sub parcelas e profundidade. Pelo que demonstra os coeficientes de variação no teste estatístico, houve pouca significância nos resultados que permite afirmar que a ausência de interação ou variação foi possivelmente em função do trabalho de recuperação do solo degradado ainda estar no primeiro ano de cultivo/recuperação. Logo, a maioria dos parâmetros ainda não apresentaram efeitos devido a recuperação estar em fase inicial. Portanto conclui-se que apesar dos resultados encontrados, o estudo mostrou que os tratamentos não apresentaram efeito significativo quando testados aos níveis aceitados no teste de hipótese.

Palavras-chave: Atributo químico, adubação de cobertura, degradação do solo, plantio direto, recuperação de áreas degradadas

CHEMICAL VARIABLES OF SOIL AFTER CULTIVO OF COVER CROPS ON YELLOW OXISOL

Author: Lourival Alves Barreto

Advisor: Prof. Dr. Ossival Lolato Ribeiro

Co-advisor: Prof. Dr. Elton DA Silva Leite

Abstract

In this work was studied the evaluated soil chemical parameters after cultivation of grasses and legumes in no-till systems on a dystrocohesive oxisol yellow soil during the fall and winter. The experiment was realed in the forage sector of the Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, in Cruz das Almas, Bahia. The soil samples experiment were collected initial by evaluation of chemical parameters. The experiment was set up in the same area to measure different forms of soil managementwith initial degradation conditions in the area. Samples were collected corresponding to depths of 0.0 to 0.20 m and 0.20 to 0.40 m. The variables chemical attributes were soil pH, phosphorus, calcium, potassium, magnesium, sodium, aluminum, sulfur, cation exchange capacity, aluminum acidity, base saturation, and organic matter. The experimete were subdivided into six treatments for exdemple four repetitions (blocks), namely: C- Crotalaria; Brac-Brachiaria decumbens; S- Sorghum; Aru- Aruana; G- Guandú beans; M- Millet. Microsoft Office Excel software was used to record the data, and the data were statistically analyzed by SAS® statistical software (version 9.1), adopting Tukey's test they were compared at $P < 0.05$. The results showed a little interaction between the variables studied in the block composed of the treatments with affinity to the subplots and depth. As shown by the coefficients of variation in the statistical test, there was little significance in the results, which allows us to affirm that the absence of interaction or variation was possibly due to the work of recovery of degraded soil still being in the first year of cultivation/recovery. Most of the parameters have not yet presented effects due to the fact that the recovery is in its initial phase. Therefore, the study showed that the treatments did not present significant effects when tested at the levels accepted in the hypothesis test.

Keywords: Chemical attribute, cover crop fertilization, soil degradation, no-till farming, recovery of degraded áreas.

1 INTRODUÇÃO

A gestão dos solos é sustentável quando se mantêm ou melhoram os serviços de suporte da qualidade química, física e microbiológica através de processos que permitem a ciclagem de nutrientes e manutenção a fim de garantir a excelente qualidade, sem comprometer significativamente suas funções que tornam possíveis esses mesmos serviços ou a biodiversidade (FAO, 2019).

A Ciência do solo tem proporcionado uma ampla base científica de análises para acompanhamento qualitativo e quantitativo das mudanças acerca do manejo do solo e produção agrícola. Para além da qualidade da água e do ar, a qualidade do solo também é um dos componentes que ajuda na mensuração de um valor para a qualidade do ecossistema (BÜNEMANN et al, 2018).

Em hipótese tal prática de uso de plantas de cobertura proporciona a melhoraria da condição de desgaste em que o solo encontra. Neste contexto, a presente pesquisa buscou quantificar as variáveis químicas estudadas a partir de interação de tratamento fatorial com cultivo de plantas de cobertura.

Práticas sustentáveis de mitigação de impactos nos sistemas produtivos expressam minimização de danos em áreas degradadas. O uso de plantas de cobertura para suprir nutrientes de forma natural é um caminho como também a oferta de cobertura para minimizar fatores erosivos de causas tanto antrópicas quanto naturais.

Dados de áreas degradadas pelo mundo expressam que a cada 5 segundos o planeta perde quantidade de solo equivalente a um campo de futebol ou que se perde 24 bilhões de toneladas de solo fértil todos os anos. Conseqüentemente cerca de 135 milhões de pessoas poderão ser deslocadas como resultado da desertificação e conforma então uma situação de desequilíbrio e falta de consciência em áreas agrícolas. O fenômeno causa mais mortes e desloca mais pessoas do que qualquer outro desastre natural (ONU, 2019).

Na América Latina o cenário também é preocupante. "Cerca de 50% dos solos latinoamericanos estão sofrendo algum tipo de degradação. No Brasil, os principais problemas encontrados são erosão, perda de carbono orgânico, e desequilíbrio de nutrientes". Dentre os principais problemas de degradação dos solos temos a salinização, compactação, acidificação e contaminação e outros

prejuízos, como selamento da terra – que agrava as enchentes – e perda de fertilidade, pois os solos degradados captam menos carbono da atmosfera, interferindo nas mudanças climáticas (EMBRAPA-solos. 2015).

Pelo que expressa os dados de uma condição de uso inadequado ou degradação por intensa atividade agrícola, o presente trabalho científico estudou a composição química do Latossolo Amarelo distrocoeso após o cultivo de gramíneas e leguminosas com potencial de recuperação do solo, em sistema de plantio direto.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Estratégias de proteção ao uso do solo

Segundo orientações para a gestão sustentável dos solos tais condições de níveis de degradação estão associada ao comprometimento das seguintes classes: taxas de erosão do solo (hídrica e eólica); a estrutura do solo que permite a circulação do ar, água e calor, bem como para a expansão das raízes; presença de cobertura vegetal (plantas, resíduos de plantas, etc.); quantidade de matéria orgânica no solo; disponibilidade e fluxos de elementos nutritivos adequados à manutenção ou à melhoria da fertilidade e à sua produtividade; salinização, sodização e alcalinização; concentração de contaminantes (aqueles suscetíveis de causar danos às plantas, animais, humanos e ao ambiente) (FAO,2019).

Uma prática muito bem usada e difundida atualmente está no uso de planta de cobertura, indicada para consórcio e ou revitalização ou recuperação de áreas degradadas por meio de processos de disponibilização de ações e processos químicos, físicos e biológicos (FRASCA et al, 2021).

O uso de gramíneas forrageiras com leguminosas é uma técnica que aumenta a biomassa como também favorece as posteriores culturas (GARCIA et al, 2021). É uma alternativa promissora que além da massa e produção vegetal em consórcio de mais espécies, potencializa o ganho nutricional na alimentação animal (HANISCH et al, 2016).

Com o objetivo de adubação, as plantas de cobertura da família das leguminosas são preferidas como adubos verdes, elas desempenham a função de incremento do nitrogênio no solo, aproveitando e absorvendo o nitrogênio

atmosférico adequado à decomposição o que contribuem para a deposição de material morto e ciclagem de C/N (SILVA et al, 2009; GARCIA, 2021). Favorecem a disponibilização e incremento químico de parâmetros como a matéria orgânica, pH, Ca, K e P (BRESSAN et al, 2013; LACERDA et al, 20015; SILVA et al, 2017).

São vários as finalidades de uso no solo, protegem-no de processos que intensificam a erosão superficial e a lixiviação de nutrientes reduzindo impactos no atributo físico onde o uso de algumas cultivares amortiza a erosão hídrica por dissipar a energia cinética do impacto das gotas de água da chuva, diminuindo a desagregação das partículas primárias área silte e argila e o selamento superficial além de aumentar a porosidade e diminuir a densidade do solo (SILVA et al, 2017), promovendo aumento da infiltração e da capacidade de armazenamento de água.

Algumas espécies de gramíneas como o milheto e as braquiárias atentam para a capacidade de ciclagem de nutrientes essenciais as culturas sucessivas e, no caso da maioria das leguminosas, a fixação do nitrogênio. Estas características das plantas de cobertura podem contribuir para reduzir custos de produção, especialmente com fertilizantes químicos, que além de impactarem o custo de produção das culturas cultivadas para produção de grãos, fibras e energia, tratam-se de recursos naturais não renováveis (LAMAS, 2017).

Muitas espécies de leguminosas e gramíneas tem demonstrado resultados nos atributos físicos e químicos do solo, como também resultados positivos expressos pela alta produtividade de massa verde. Alguns fatores e desempenho de algumas gramíneas e leguminosas conseguiram identificar que essas mantêm um certo teor significativo de umidade no solo se comparado quando sem cobertura (PEREIRA et al, 2017).

A produção de fitomassa pelos dados da produção da parte aérea é superior em gramíneas se comparado a leguminosas em relação a produção total (BRAZ et al, 2007). Já a produção dessa massa avaliada em algumas espécies como o milheto, o sorgo forrageiro e a crotalária plantadas em épocas chuvosas chegam a ser duas vezes mais quando se comparada a épocas secas (VAZQUEZ et al, 2011).

É significativo que essa técnica demonstra efeito de diferentes plantas de cobertura na ciclagem de C e N em diferentes sistemas como também na redução de gases de efeito estufa e na produção de grãos (FRASIER et al, 2016; KAUFMAN et al., 2013; KUO S et al, 2001; ABDALLA et al, 2019; RUSCH et al, 2020; WITTEWER et al, 2017).

O uso de plantas de cobertura pós cultivo ou rotação de cultura permite que algumas cultivares utilizadas regulem o nitrogênio (N) agrícola como reduzem a lixiviação através dos solos e, em seguida, forneçam o N às culturas comerciais subsequentes (KAYE J et al, 2019; LIMA et al, 2015).

O uso de leguminosas antes do cultivo de plantas de interesse econômico como o milho apresentam altas taxas de incremento de N no solo, e, a absorção de N pela planta reflete no rendimento de grãos (OHLAND et al, 2005). Já as gramíneas regulam a supressão de ervas daninhas como no caso do sorgo e da brachiaria (BORGES et al, 2014).

2.2 Crotalária, sorgo, milheto, feijão guandu, brachiaria, capim aruana

- Crotalária

A *Crotalária juncea L* é originária da Índia e Ásia tropical. Trata-se de uma espécie de ciclo anual e subarbuscular de crescimento determinado e muito bem adaptada aos solos arenosos. É utilizada na adubação verde a fim de apresentar produção de matéria prima fibrosa (AZZINI, et al 1981). Apresenta características adaptativas em solos argilosos de media fertilidade, franco-arenosos e arejados e não tolera áreas alagadas (BURLE et al., 2006; WUTKE et al., 2014).

A fixação de nitrogênio em *Crotalária juncea L* é, em média, entre 150 e 165 kg/ha/ano (podendo atingir 450 kg/ha/ano). Do total de nitrogênio observado na *Crotalária juncea*, 60% ficam no solo, 30% vão para as plantas semeadas após a adubação verde e 10% se perdem do sistema solo-planta.

No Brasil, essa espécie é comumente destinada à adubação verde, pois se destaca no potencial produtivo de biomassa em um curto espaço de tempo, garantindo fornecimento eficiente de nitrogênio ao solo. Além disso auxilia no combate aos processos erosivos e controla plantas espontâneas (CARVALHO et al. 2022).

- Sorgo

Sorghum bicolor é uma espécie originária do continente africano e em parte da Ásia. Planta ereta, com elevada produção de fitomassa, de decomposição mais lenta, interessante à manutenção de palhada na superfície do solo, tolera temperaturas amenas a altas, entre 17 e 37º C, sua exigência nutricional em solos está na média de baixa à alta fertilidade e apresenta uma produção de biomassa de 30 a 50 t/ha. Seu potencial de incremento químico no solo pela ciclagem está na média 125 kg/ha de N, 17 kg/ha de P, 132 kg/ha de K, 29 kg/ha de Ca e 11 kg/ha de Mg em 10,5 t/ha de MS (CARVALHO et al. 2022).

- Milheto (*Pennisetum glaucum*)

É uma forrageira de clima tropical, anual, de crescimento ereto, altura entre 1,5 e 2,0 m, sendo considerada uma espécie rústica tendo como principal característica a baixa exigência hídrica. Possui reduzida exigência nutricional, se adaptando muito bem a solos de baixa fertilidade. Além do alto potencial de extração de nutrientes do solo e tem como contribuição na produção de biomassa Biomassa na faixa de 50 - 60 t/ha, disponibilizando ao solo 113 kg/ha de N, 13,9 kg/ha de P, 93 kg/ha de K, 32 kg/ha de Ca e 16 kg/ha de Mg (CARVALHO et al. 2022). Apresenta baixa exigência em relação à fertilidade do solo, e média tolerância ao alumínio (CALEGARI et al. 2016).

- Feijão Guandu (*Cajanus cajan*)

Planta semiperene, arbustiva, de crescimento determinado e também indeterminado, adaptada a latitudes variáveis entre 30°N e 30°S. Seu desenvolvimento inicial é lento, sendo mais adequada uma faixa de temperatura de 18 a 30 °C. Suas plantas têm muitas possibilidades de usos: na adubação verde, na alimentação humana e animal e na confecção de artesanatos. Planta de solos com mediana fertilidade, desempena uma contribuição mecânica no atributo físico do solo funcionando como subsolador biológico (rompimento das camadas compactadas) e quimicamente apresenta efeitos alelopáticos em plantas invasoras. Sua contribuição química é rápida se comparada com a crotalária (ALCÂNTARA et al. 2000). Podendo também incrementar no solo quantidades de até 29 kg/ha de P, 74 kg/ha de K, 209 kg/ha de Ca e 4,50 kg/ha

de Mg (CALEGARI et al. 2016; AMABILE et al. 2000).

- *Brachiaria decumbens*

Brachiarinha, decumbens, é uma gramínea originária da Uganda, África e introduzida no Brasil na década de 50. Tem como características ser uma planta altamente aclimatada sobretudo nos cerrados. É uma planta agressiva e colabora para conter a erosão. Apresenta boa digestibilidade para a alimentação de alguns animais. Cresce na forma decumbente e tem seu ciclo vegetativo perene. A escolha de gramíneas forrageiras, para formação de uma pastagem ou recuperar uma área sem cobertura, segue critérios e visam pontos como a produtividade e se no caso para alimentar animais o valor significativo em relação a proteína bruta (CRISPIM; BRANCO, 2002). Essa gramínea consegue disponibilizar ao solo uma quantidade de 197 kg/ha de N, 13 kg/ha de P, 273 kg/ha de K, 57 kg/ha de Ca e 43 kg/ha de Mg (CALEGARI et al. 2016).

- Capim Aruana

O gênero *Panicum* pode ser descrito como sendo uma gramínea de ciclo perene que cresce de forma cespitosa formando touceiras muito densas e de largura que varia entorno de 1 metro, pode atingir altura de 2,5 metros a 3,0 metros. Suas folhas se apresentam como coloração verde azulada, o clima tropical brasileiro proporciona bom desenvolvimento do gênero, uma vez que está se mostra exigente em luz. Outro fator que favorece sua alta produção de forragem no país e a fertilidade do solo assim como textura arenosa encontrada em algumas regiões (RASQUINHO, 2012).

Dentre as características mais interessantes, pode-se destacar: porte médio; grande capacidade e rapidez de perfilhamento; boa capacidade de ocupação da área de pasto; propagação por sementes (formação mais fácil, rápida e de menor custo); boa produção de sementes, garantindo o restabelecimento rápido da pastagem em caso de necessidade de recuperação; excelente aceitabilidade pelos animais (SILVA; BORTOLINI, 2012).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Forragicultura, no Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB/UFRB), no Campus da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, nas coordenadas 12°39'52"S e 39°4'45"W, localizado, no município de Cruz das Almas, estado da Bahia, entre os meses de maio (outono) a setembro (inverno) de 2021.

A região faz parte dos Tabuleiros Costeiros do Nordeste do Brasil, com clima do tipo Af, classificado como tropical chuvoso de floresta, com temperatura média anual de 24,2°C, pluviosidade média mensal superior a 60 mm e anual de 1500 mm, sem estação seca definida e umidade relativa do ar de aproximadamente 82% (KÖPPEN, 1948). O solo predominante na área é classificado como Latossolo Amarelo distrocoeso (SANTOS et al, 2018).

A área experimental encontrava-se em pousio há dois anos antes do estudo, sendo utilizada anteriormente, em dois anos consecutivos, para pastagem. Previamente à instalação do experimento realizou-se a limpeza da área com o auxílio da roçadeira costal, seguida da aplicação de herbicida Roundup® para evitar a competição entre as espécies invasoras e as culturas de interesse. Além disso, para o controle de formigas com a aplicou-se o inseticida Regent® 800 WG com o auxílio do pulverizador costal, de forma localizada, somente nos bancos de entrada dos formigueiros.

Na implantação do experimento semelhante ao sistema de plantio direto, fez-se um delineamento experimental em blocos ao acaso (DBC), com seis tratamentos e quatro repetições por tratamentos (blocos), a saber: C- Crotalaria; Brac-Brachiaria decumbens; S- Sorgo; Aru- Aruana; G- Feijão Guandú; M- Milheto)., sendo os mesmos estabelecidos em linhas, assemelhado ao método do plantio direto. O quadro 01 abaixo expressa o modelo do croqui da área.

As sementes foram semeadas em cinco linhas de plantio por parcela, com espaçamento de 0,7 m entre linhas. Cada unidade experimental (parcela) corresponde a cinco metros de comprimento por quatro metros de largura, compreendendo 20m² com ruas entre elas de um metro de distância (Figura 1). Adiante fez-se coletas de amostras para análise química referente as duas profundidades 0,0 a 0,20 m e 0,20 m a 0,40 m.

Tabela 01. Croqui da unidade experimental em delineamento em Blocos ao Acaso

Tratamento	Repetições					
Bloco _A	C	Brac	S	Aru	G	M
Bloco _B	M	C	Aru	G	Brac	S
Bloco _C	Brac	G	M	C	S	Aru
Bloco _D	S	Aru	G	Brac	M	C

Tratamentos: (C- Crotalária; Brac-Brachiaria decumbens; S- Sorgo; Aru- Aruana; G- Feijão Guandú; M- Milheto)



Figura 1. Procedimentos da implantação do experimento - A) Demarcação das linhas de plantio; B) Sulcos em linhas; C) plantio de sementes entre sulcos; D) coletas de solo; E) germinação das sementes. **Fonte:** Arquivo pessoal, 2021

Foram coletadas amostras deformadas de solo nas profundidades de 0-0,20m e 0,20-0,40m com auxílio do trado manual holandês no outono antes e após a implantação das culturas de cobertura. Após a coleta, as amostras foram secas ao ar, peneiradas em malha de 2 mm e deixadas à sombra para secar, para realizar a caracterização de parâmetros químicos. Após processadas, em seguida as amostras foram direcionadas ao laboratório de Serviços de agronomia e de consultoria às atividades agrícolas e pecuárias LAFSMA – Laboratório DE Análise De Fertilizantes, Solo E Monitoramento Ambiental no centro da cidade de Cruz das Almas.

Análises químicas do solo:

Para a caracterização química do solo, realizou-se as seguintes análises, a saber: pH em água, fósforo disponível e Capacidade de Troca Catiônica (CTC), Acidez potencial (H+AL), foram realizadas da seguinte forma utilizando $\text{Ca}(\text{OAc})_2$ 0,5 mol/L, pH 7 (H + Al, em cmolc/dm^3). A extração de H + Al foi realizada com $\text{Ca}(\text{OAc})_2$ 0,5 mol/L, pH 7, na relação 5 cm^3 TFSA: 75 mL extrator, 10 min de agitação e decantação por 16 h. O teor de Alumínio (Al), foi realizada pelo método KCl 1 mol/L (Al^{3+} , em cmolc/dm^3 , no qual a extração foi feita com KCl 1 mol/L na relação 10 cm^3 TFSA: 100 mL extrator, 5 min de agitação e decantação durante o pernoite (16 h). A Saturação por Bases (V%), foi realizada pela resolução da equação ($V = 100 \text{ SB/T}$, em %). O potássio (K), foi quantificado pelo método Mehlich-1 (K, em $\text{mg/dm}^3 = \text{ppm (m/v)}$) utilizando o extrator Mehlich-1 (HCl 0,05 mol/L + H_2SO_4 0,0125 mol/L), na relação 10 cm^3 TFSA: 100 mL extrator, 5 min de agitação e decantação por 16 h. O magnésio (Mg), foi quantificado pelo método KCl 1 mol/L (Mg^{2+} , em cmolc/dm^3 , e a extração foi feita com KCl 1 mol/L na relação 10 cm^3 TFSA: 100 mL extrator, 5 min de agitação e decantação durante o pernoite (16 h). O cálcio (Ca), pelo método KCl 1 mol/L (Ca^{2+} , em cmolc/dm^3 e a extração foi feita com KCl 1 mol/L na relação 10 cm^3 TFSA: 100 mL extrator, 5 min de agitação e decantação durante o pernoite (16 h). O enxofre (S) foi quantificado pelo Método Hoef et al. E a extração foi feita com $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, 500 mg/L de P, em HOAc 2 mol/L. A 10 cm^3 TFSA adiciona 0,5 g de carvão ativado e 25 mL de extrator. Agitar 45 min, decantar 5 min e filtrar em papel de filtração lenta. O sódio (Na) foi quantificado pelo método extrator Mehlich-1 (HCl 0,05 mol L⁻¹ e H_2SO_4 0,0125 mol L⁻¹) e foi utilizado o extrator

Mehlich-1 (HCl 0,05 mol/L + H₂SO₄ 0,0125 mol/L), na relação 10 cm³ TFSA: 100 mL extrator, 5 min de agitação e decantação por 16 h. Todos esses procedimentos foram realizados segundo Manual CFSEMG (1999). A CTC foi mensurada com base no método do Complexo sortivo do solo (CTC efetiva, CTC total). O teor de matéria orgânica do solo (MO) foi determinado segundo Walkley e Black (1984) e Bremner (1988). Os resultados obtidos na avaliação prévia da área podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 01 Análise química do solo na área experimental nas profundidades de 0-20 e 20-40m antes da implantação das cultivares

	pH_{H2O}	P	K	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	Na	S	CTC	V	M.O
		mg/dm ³ - Mehlich				Cmol _c /dm ³					%	g/dm ³	
BL1 0-20	4.34	9	43	1,2	0,7	0,5	0,5	3,6	0,04	1,35	4,95	27,28	12,4
BL1 20-40	4.56	8	40	1,0	0,5	0,5	0,4	3,4	0,04	1,14	4,54	25,15	10,2
BL2 0-20	4.26	13	56	1,4	1,9	0,5	0,4	3,34	0,024	1,57	4,91	31,94	11,4
BL2 20-40	4.10	10	47	1,0	0,5	0,5	0,3	3,56	0,04	1,16	4,72	24,58	9,6
BL3 0-20	4.37	8	40	1,0	0,5	0,5	0,3	3,67	0,056	1,16	4,83	23,99	10,1
BL3 20-40	4.26	6	37	0,8	0,5	0,3	0,3	3,86	0,04	0,93	4,79	19,50	8,7
BL4 0-20	4.20	9	44	0,9	0,5	0,4	0,4	3,7	0,024	1,04	4,74	21,89	12,7
BL4 20-40	4.10	6	36	0,7	0,4	0,3	0,5	3,8	0,024	0,82	4,62	17,68	10,9

pH H₂O- pH em água; P-Fósforo disponível; K-Potássio Ca+Mg-Cálcio e Magnésio; Ca-Cálcio; Mg- Magnésio; Al-Alumínio; H+Al-Acidez por Alumínio; Na-Sódio; S-Enxofre; CTC-Capacidade de Troca de Cátion; V-Saturação por Bases; M.O-matéria Orgânica/BL1-Bloco 1; BL2-Bloco 2; BL3-Bloco 3; BL4-Bloco 4

Os dados obtidos após o cultivo foram submetidos a análise de variância, quando significativo ao teste de Tukey foram comparados usando o software estatístico SAS® (versão 9.1), adotando $P < 0,05$ como nível crítico para tomada de decisões. O modelo estatístico utilizado segue abaixo:

$$\hat{Y} = T_i + B_j + E_{ij}$$

\hat{Y} = resultado obtido;

T = efeito de Tratamento, com i variando de 1 a 6

B = efeito de Bloco, com j variando de 1 a 4

E_{ij} = erro do quadrado médio

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes a análise de solo, no período pós cultivo e nas profundidades de 0-20 e 20-40, podem ser visualizados nas Tabelas 2 e 3, respectivamente.

Tabela 02. Análise química do solo na área experimental, após cultivo e na profundidade de 0,0-0,20m

Variáveis -	Tratamentos						CV	EPM	P - Valor
	Andu	Arua.	Brach.	Crotolária	Milheto	Sorgo			
pH	4,12	4,20	4,22	4,19	4,18	4,23	2,17	0,060	0,5824
P	10,00	14,00	17,00	14,25	14,25	11,00	69,42	0,586	0,9089
K	39,00	44,75	54,00	48,50	47,50	41,25	31,51	0,741	0,7308
Ca	1,05	1,23	1,18	1,05	1,28	1,15	18,18	0,090	0,5908
Mg	0,68	0,78	0,70	0,70	0,85	0,68	23,14	0,081	0,6430
Ca+Mg	0,43 ABC	0,50 A	0,48 AB	0,35 C	0,38 BC	0,45 ABC	15,77	0,057	0,0418
Al	0,35	0,28	0,33	0,30	0,30	0,30	31,05	0,059	0,9118
Al+H	3,37	3,19	3,37	3,44	3,10	3,28	10,99	0,117	0,7732
Na	0,08	0,07	0,06	0,10	0,07	0,07	65,48	0,042	0,9429
S	1,23	1,42	1,37	1,27	1,47	1,32	18,50	0,097	0,7552
CTC	4,60	4,60	4,74	4,71	4,56	4,61	6,95	0,108	0,9641
V	26,79	30,71	29,09	27,10	32,17	28,67	18,15	0,450	0,6876
MO	10,75	10,20	9,80	11,00	10,63	10,48	12,50	0,221	0,8273

*Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem ($p < 0,05$) estatisticamente pelo teste de Tukey; ¹CV: coeficiente de variação; ²EPM: erro padrão CV %-Coeficiente de Variação; pH H₂O- pH em água; P-Fósforo disponível; K-Potássio Ca+Mg-Cálcio e Magnésio; Ca-Cálcio; Mg-Magnésio; Al-Alumínio; H+Al-Acidez por Alumínio; Na-Sódio; S-Enxofre; CTC-Capacidade de Troca de Cátion; V-Saturação por Bases; M.O-matéria Orgânica.

Tabela 03. Análise química do solo na área experimental, após cultivo e na profundidade de 0,20-0,40m

Variáveis	Tratamentos						CV	EPM	P - Valor
	Andu	Aruana	Brachiaria	Crotolária	Milheto	Sorgo			
pH	4,15	4,22	4,18	4,24	4,20	4,20	2,48	0,062	0,8536
P	6,50	5,25	11,50	11,00	7,00	6,00	70,62	0,470	0,4845
K	36,50	36,00	43,75	42,00	38,00	33,75	26,67	0,624	0,7320
Ca	0,78	0,95	1,10	1,08	0,88	1,08	25,81	0,101	0,3996
Mg	0,45	0,48	0,60	0,70	0,48	0,63	29,84	0,084	0,2349
Ca+Mg	0,33	0,48	0,48	0,43	0,40	0,45	28,27	0,069	0,5023
Al	0,40	0,30	0,38	0,30	0,35	0,30	41,75	0,072	0,8490
Al+H	3,63	3,25	3,44	3,18	3,45	3,17	12,47	0,128	0,5811
Na	0,06	0,07	0,11	0,09	0,06	0,06	44,35	0,037	0,2375
S	0,93	1,12	1,32	1,27	1,03	1,22	21,74	0,102	0,2645
CTC	4,56	4,37	4,75	4,44	4,47	4,38	8,63	0,121	0,7449
V	20,47	25,85	27,98	28,27	23,10	27,75	22,09	0,482	0,3254
MO	10,08	11,05	10,85	11,28	11,25	10,43	11,67	0,220	0,7154

*Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem ($p < 0,05$) estatisticamente pelo teste de Tukey; ¹CV: coeficiente de variação; ²EPM: erro padrão da média.

pH em Água:

Para a variável pH em Água analisando os fatores tratamento e bloco, os resultados não apresentaram interação significativa. Assim, o pH em Água pouco interagiu e expressou resultado significativo em função dos tratamentos com relação as profundidades. Resultados aqui expressos em tais condições aferiu que os valores no ambiente de pesquisa não sofreram alterações. O teste provou que não houve variação no período estudado, isso se justifica que esses valores encontrados são de referências e posteriormente pode ser comparado a um próximo estudo.

De acordo com Wolschick et al, (2018) avaliando efeitos de plantas de cobertura no solo encontrou resultados e concluiu que alguns parâmetros químicos do solo foram pouco influenciados pelas espécies de plantas de cobertura do solo em estudo. As medias dos tratamentos de acordo com teste F a 5% de significância, pouco diferiram, isso se justifica pelas condições de fatores não controlada em campo. Destaca-se que, para a avaliação de primeiro ano de recuperação de uma área degradada, ainda não se obteve efeito positivo das plantas de coberturas utilizadas, sendo este comportamento já registrado em outras literaturas especializadas. Salienta-se que a não correção do solo pelo processo de calagem e pelas características predominantes da classe de solo em que a área de estudo se encontra, resultados possíveis da variável pH eram esperados.

Fósforo:

Para a variável Fósforo, analisando os fatores tratamento e bloco e em função das profundidades estudadas, os resultados não apresentaram interação significativa. Da mesma forma, a avaliação dos fatores individualmente também não apresentou diferença significativa.

O Fósforo é um elemento que sua concentração varia muito em relação a faixa de pH e a classe de solo, afetando desde então a sua disponibilidade a planta. Uma vez ele no solo em concentrações sua disponibilidade varia conforme sua mobilidade em relação a certos fatores como o principal, a classe

de solo. Solos com acidez inviabiliza sua disponibilidade em superfície e subsuperfície. A sua disponibilidade e mobilidade depende do fator pH.

Os resultados expostos nas tabelas para ambas profundidades indicam a necessidade de associação de fertilizante fosfatado em combinação com as plantas de cobertura, para que se possa elevar os teores deste nutriente no solo e melhorar sua mobilidade e conseqüentemente sua disponibilidade. Todavia, vale destacar que antes da correção fosfatada, deve-se corrigir o pH do solo, para se evitar a imobilidade deste nutriente no solo.

Nos estudos de Silva et al, (2017) analisando a influência de plantas de cobertura no solo, os autores encontraram que algumas cultivares de milho incrementaram significativamente teores de P e Ca, como também valores de MO, K e Mg.

Nos estudos realizados por alguns autores, houve constatação significativa ao teste de planta de cobertura e disponibilização de minerais no solo como também na redução da infestação de ervas daninhas (Adami et al, 2020), acúmulo de nitrogênio e aumento do desempenho agrônômico de outras variedades e leguminosas como o feijão-comum (OLIVEIRA et al, 2017), melhorias na fertilidade do solo com incremento de teores de nutrientes (P, K, Mg e Ca) e matéria orgânica do solo (NASCENTE et al, 2015). Portanto, a introdução à técnica de uso de plantas de cobertura no solo para sucessão ou implantação de uma cultivar apresenta ganho significativo e potencializa o manejo do solo do ponto de vista produtivo, reduzindo custos e conservando a área (PEREIRA et al, 2017).

Potássio:

Para a variável Potássio analisando os fatores tratamento e bloco com relação ao fator profundidade, os resultados não apresentaram interação significativa.

Pela classe de solo predominante com características marcantes como pH ácido e disponibilidade baixa de cátions e baixos níveis de matéria orgânica, é característico observarmos em tabela (02 e 03) que os valores de potássio para ambas profundidades não representam valores expresso com teores significativos. Vale destacar que os resultados manifestados de acordo com a

classe de solo e níveis de outras variáveis já se esperava. Ressalta-se também que esse elemento é essencial as culturas sendo desejáveis em quantidades maiores que os micronutrientes. Embora não tenha havido diferença entre tratamentos, não seria necessárias correções, apenas atentar ao fato de que as culturas posteriores podem minimizar os valores existentes desse mineral no solo. Portanto por ser um mineral requerido em maiores concentrações pelas culturas, salienta-se que sua oferta em solos majoritariamente é realizada pela via da adubação química, e em contrapartida o uso de plantas de cobertura como o feijão guandu e a crotalária que liberam macro nutrientes no solo totalizando resultados significativos em relação a oferta e redução de custos a longo prazo (BERTOLONI, et al 2019).

Cálcio:

O Cálcio pelos resultados expostos nas tabelas 02 e 03 em ambas profundidades não apresentaram interação significativa. Assim, os fatores da variável apresentaram um coeficiente de variação de media dispersão, embora não variando entre os níveis de medias em profundidade e tratamento. O cálcio é um elemento importante na fertilidade do solo, requerido pelas culturas em concentrações inferiores em relação aos níveis de essencialidade. A concentração da faixa atual se justifica pela questão de que solos com baixo pH e valores de Al^{3+} e CTC conseqüentemente tem esses resultados. O calcário pode ser uma alternativa de corretivo associado com as plantas de cobertura, para a correção do solo, além de que o Ca tem relação direta com o pH do solo, logo, sua correção, teria efeito positivo sobre o pH e sua concentração.

Magnésio:

Para a variável Magnésio analisando a relação do fator variável e tratamento, os resultados não apresentaram interação significativa quando se olhado para as profundidades conforme tabelas 02 e 03, onde se tem um coeficiente de media dispersão e baixos valores de significância ao teste de medias a 5%. Os teores de magnésio no solo são influenciados primeiramente pelo material de origem, onde apresenta baixas concentrações do nutriente quanto a intensos processos pedogenéticos ao longo da formação dos solos nos

quais o próprio Mg e outras bases são fáceis de serem lixiviados. O processo de acidificação como fator característico influencia negativamente o Mg devido a reduzidas concentrações de carbonatos, sulfatos, silicatos e aluminossilicatos (CASTRO et al, 2020). Considerando a classe de solo em que foi realizado o experimento, sabe-se que é característico a acidez e conseqüentemente níveis baixos de bases na solução do solo. Além do cálcio e o potássio o magnésio apresenta um teor inferior aos níveis desejado. A oferta desse elemento isoladamente não é um indicador de disponibilidade de nutriente no solo, considera-se, portanto, que sua oferta se dá pela estreita relação desse com os demais cátions no solo, sua mobilidade e retenção pelos colóides e, também, os processos inerentes à absorção do cátion pelas plantas (CASTRO et al, 2020). A não realização da calagem na área do experimento destaca que além dos níveis baixos não foi possível quantificar no presente estudo níveis significativos pós tratamento.

Cálcio + Magnésio:

A variável em análise teve diferença entre os tratamentos, mesmo assim de forma geral, a faixa da soma deles ainda assim é baixa, o que pode explicar o baixo valor de pH do solo e sua relação com os valores da capacidade de troca de cátions. Valores expresso justificam a questão de que solos com acidez apresentam baixa disponibilidade de cátions trocáveis e refletem também indiscutivelmente nos valores de matéria orgânica.

Analisando as variáveis em conjunto, conforme as tabelas 02 e 03, os valores das médias são inferiores para cada tratamento em relação a variável isolada, porém apresenta mesma relação aos coeficientes em ambas profundidades e os resultados das médias variam conforme cada tratamento.

Alumínio:

A variável Alumínio em relação ao tratamento os resultados não apresentaram interação significativa. Assim, a forrageira em estudo com relação a variável em interação apresentou um coeficiente de variação de alta dispersão para a camada de 0,20 a 0,40 m e resultados não foram significativos para

ambas profundidades em análise ao teste de medias. Para uma boa fertilidade é desejável que os teores de Al^{3+} no solo sejam reduzidos, esse fator é devido a sua toxicidade as plantas. A presença desse elemento, demonstra a necessidade de correção e neutralização, pois possivelmente apenas a utilização de plantas de cobertura, não seriam suficientes para a redução deste. Sua presença no solo tem forte relação com a faixa de acidez da classe de solo, onde a presença de íons de Hidrogênio e alumino nos coloides é superior as bases, potássio, cálcio e magnésio.

Acidez por Alumínio:

Para a variável Acidez por Alumínio os resultados não apresentaram interação significativa em ambas profundidades. A variável apresentou um baixo coeficiente de variação tendo então pouca dispersão entre as medias. A relação dessa variável com características da classe de solo em que foi feito o estudo é indissociável, pois solos ácidos têm altas concentrações de Al^{3+} , valores de matéria orgânica inferiores e baixos valores de bases trocáveis em relação a faixa de pH desejável. O valor da acidez por alumínio é diretamente relacionado pela faixa de pH, a redução e neutralização é via processo de correção e fornecimento de elementos que aumentam a CTC. Outro ponto em relação a variável em questão refere-se aos teores de matéria orgânica e a não correção do solo, pois não foi possível após os tratamentos obter uma neutralização desse elemento.

Sódio:

Analisando os dois fatores bloco/tratamento em relação ao fator profundidade, os resultados não apresentaram interação significativa. O Na não expressou resultado significativo do tratamento com relação a profundidade se interpretado na tabela 02 e 03 para o teste a 5%. O solo em questão não apresenta problemas em relação a sodicidade, ou seja, salinidade pelo elemento sódio. Vale ressaltar que é importante fazer o monitoramento deste nutriente, para que não ocorra salinização no futuro. Este elemento tem forte relação com

as formas de uso do solo, processo de adubação e irrigação, e teores elevados possibilita a inibição e a disponibilidade de outros elementos como o potássio e o cálcio, sendo assim considerado um elemento tóxico (DIAS et al, 2016).

Enxofre:

Para a variável Enxofre, os fatores bloco/tratamento em relação ao fator profundidade, os resultados das medias destacam que não apresentaram interação significativa. A deficiência de S no solo ocorre em todo o mundo mais precisamente em solos com característica de baixa fertilidade. A oferta desse mineral está diretamente relacionada a classe de solo, e conseqüentemente aos níveis de pH, baixos teores de matéria orgânica, alta exportação de S causada pelos grãos em decorrência da elevada produção, lixiviação do sulfato, que são acentuadas pela grande aplicação de calcário e fósforo (P). A oferta desse mineral possibilita ganhos significativos (MENDONÇA et al, 2023).

Capacidade de Troca de Cátion-CTC:

Para a variável CTC analisando os fatores bloco/tratamento com relação a profundidades medias aferidas pelo teste apresentada na tabela 03 expõe que os resultados não apresentaram interação significativa. A CTC interagiu e expressou resultado significativo do tratamento com relação a profundidade para a variável estudada quando testada na anova para o teste a 5%. Os valores da CTC são expressos pela quantidade de elementos disponíveis na solução do solo. Uma vez esses elementos em baixas quantidade refletem na redução dos valores da CTC. Essa variável está diretamente associada a classe de solo, aos valores de pH, teores de MO e soma de bases, e solos ricos em nutrientes, logo terão resultados expressivos em relação ao teor da CTC. Solos com baixa fertilidade, alta acidez tem pouca disponibilidade de minerais. A correção da classe de solo aumentaria os níveis de CTC, uma vez que a correção disponibilizaria ao solo nutrientes, como cálcio e magnésio.

Saturação por Bases-V%:

A Saturação por Bases em análise aos fatores tratamento com relação a profundidade, não apresentaram interação significativa com base na tabela 02 e 03. Para essa variável é valido destacar que seus valores se referenciam na

questão de que sua fertilidade varia em função dos níveis de fertilidade, pois solos férteis apresentam uma $V\% \geq 50\%$ e solos pouco férteis tem uma $V\% < 50\%$. Vale destacar que os teores de $V\%$ varia em função dos níveis de cálcio e magnésio e é proporcional a soma de bases e da classe de solo que indica diretamente a oferta desses minerais.

Matéria Orgânica:

Para a variável Matéria Orgânica analisando os fatores bloco/tratamento com relação a profundidade, os resultados não apresentaram interação significativa no período estudando. Cunha et al, (2011) determinando a influência de plantas de cobertura durante quatro anos consecutivos chegou à conclusão que algumas plantas de cobertura como crotalária, feijão guandu e sorgo não apresentaram diferenças significativas em parâmetros químicos estudados, apenas elevaram o teor de matéria orgânica em relação à condição inicial. Assim, os fatores da variável em interação apresentaram um coeficiente de variação de baixa dispersão. Portanto, a variável MO analisada com relação a ação do tratamento nos fatores observado não expressou resultado significativo quando testado na anova para o teste F a 5% de significância como é apresentada nas tabelas 02 e 03. Os teores de MO estão em faixa considerada baixa, o que sugere que as plantas de cobertura, com o passar do tempo, poderão melhorar este parâmetro do solo.

A MO não apresentou diferenças entre as profundidades, o que indica que o solo realmente tem baixa MO e necessita de cobertura vegetal para incorporação. A referida classe de solo já é caracteriza o teor de MO em função dos processos pedogenéticos, logo a utilização de plantas de cobertura poderá dar resultados importantes a médio e longo prazo para a recuperação da área.

5 CONCLUSÕES

Com o experimento realizado em tais condições conclui-se que, as variáveis químicas analisadas não apresentaram resultados significativos com relação aos tratamentos, corroborando para invalidar a hipótese de que as variáveis químicas analisadas não foram alteradas.

Há necessidade de mais estudos para melhor entendimento e acompanhamento da área, pois se trata de um local com indícios de degradação. Nesse primeiro ano de estudo o tratamento realizado para proporcionar melhores condições de uso do solo não apresentou alteração, isso não significa que as plantas de cobertura não condicionem melhoras e recuperação de áreas degradadas, mas sim uma prática que requer mais tempo em sua aplicação e os resultados serão avaliados a longo prazo.

6. REFERÊNCIAS

Abdalla M, Hastings A, Cheng K, Yue Q, Chadwick D, Espenberg M, Truu J, Rees RM, Smith P. A critical review of the impacts of cover crops on nitrogen leaching, net greenhouse gas balance and crop productivity. *Glob Chang Biol.* 2019 Aug;25(8):2530-2543. doi: 10.1111/gcb.14644. Epub 2019 May 13. PMID: 30955227; PMCID: PMC6851768.

ADAMI, P. F.; COLET, R. A.; LEMES, E. S.; OLIGINI, K. F.; BATISTA, V. V. Cover plants in soybean-wheat and soybean-soybean offseason. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 3, p. 16651-16567, 2020.

ALCÂNTARA, FLÁVIA APARECIDA DE et al. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* [online]. 2000, v. 35, n. 2 [Acessado 23 Novembro 2022] pp. 277-288. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2000000200006>>. Epub 06 Nov 2002. ISSN 1678-3921. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2000000200006>.

AMABILE, R.F.; FANCELLI, A.L.; CARVALHO, A.M. **Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamento na região do Cerrado.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 35, n. 1, p. 47-54, 2000.

AZZINI, ANÍSIO, ANTONIO LUIZ DE BABROS SALGADO (2), Seção de Plantas Fibrosas e JOÃO PAULO F. TEIXEIRA, Seção de Fitoquímica, Instituto Agrônomo. CURVA D E MATURAÇÃO DA CROTALARIA JUNCEA L. EM FUNÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DO CAULE. *Revista científica do Instituto Agrônomo, Campinas.* V. 40, campinas, janeiro, 1981.

BORGES, W. L. B.; FREITAS, R. S.; MATEUS, G. P.; SÁ, M. E.; ALVES, M. C. Supressão de plantas daninhas utilizando plantas de cobertura do solo. *Planta daninha*, v. 32, n. 4, p. 755-763, 2014.

BRAZ, A. J. B. P.; KLIEMANN, H. J.; SILVEIRA, P. M. da. **PRODUÇÃO DE FITOMASSA DE ESPÉCIES DE COBERTURA EM LATOSSOLO VERMELHO**

DISTROFÉRRICO. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 35, n. 1, p. 55-64, 2007. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/pat/article/view/2292>. Acesso em: 24 ago. 2022.

BRESSAN, SB, Nóbrega JCA, Nóbrega RSA, Barbosa RS, Sousa LB (2013) Plantas de cobertura e qualidade química de Latossolo Amarelo sob plantio direto no cerrado maranhense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 17:371-378.

BÜNEMANN, E. K. et al. **Soil quality – A critical review.** Dept. of Soil Sciences, Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Ackerstrasse 113, CH-5070 Frick, Switzerland. Elsevier. Soil Biology and Biochemistry 120 (2018) 105-125.

BURLE, M.L.; CARVALHO, A.M.; AMABILE, R.F.; PEREIRA, J. Caracterização das espécies de adubo verde. In: CARVALHO, A.M.; AMABILE, R.F. (Ed.). Cerrado: adubação verde, Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2006. p.71-142.

CALEGARI, A. **Manual Técnico de Plantas de Cobertura.** Curitiba: IAPAR, 2016. 32 p.

CARVALHO, Martha Lustosa et al. **Guia prático de plantas de cobertura: aspectos filotécnicos e impactos sobre a saúde do solo** [recurso eletrônico; organização de Maurício Roberto Cherubin. Piracicaba: ESALQ-USP, 2022 126 p. : il.

CASTRO, César de [et al.]. Magnésio: manejo para o equilíbrio nutricional da soja- Londrina : Embrapa Soja, 2020. 54 p. - (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937 ; n. 430).

CFSEMG, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais-CFSEMG. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes.** Minas Gerais - 5ª Aproximação, Viçosa, MG, 1999, 359p.

CRISPIM, S.M.A.; BRANCO, O.D. **Aspectos gerais das Braquiárias e suas características na sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS.** Corumbá: Embrapa Pantanal, 2002. 25p. – (Embrapa Pantanal. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 33 Disponível em< <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/810752/1/BP33.pdf>: Acesso em 23 de out. de 2020, 17:26min.

CUNHA, Eurâimi de Q.; STONE, Luís F.; DIDONET Agostinho D.; FERREIRA, Enderson P. de B.; MOREIRA, José A. A.; LEANDRO & Wilson M. **Atributos químicos de solo sob produção orgânica influenciados pelo preparo e por plantas de cobertura.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.15, n.10, p.1021-1029, 2011 Campina Grande, PB, UAEE/UFCEG – <http://www.agriambi.com.br>.

DIAS, N. da S. Gheyi, H. R.; Lacerda, C. F. de; Gomes Filho, E. (ed.) Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados ISBN 978-85-420-0948-4 Fortaleza - CE, 2016.

EMBRAPA- Solos. **Relatório da FAO com participação da Embrapa revela que 33% dos solos do mundo estão degradados.** 2015. <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/8104410/relatorio-da-fao-com-participacao-da-embrapa-revela-que-33-dos-solos-do-mundo-estao-degradados>.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo.** 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 574p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA-Solos, Recife-PE. Levantamento Exploratório - Reconhecimento de solos do Estado da Bahia. Disponível em < <http://solos.uep.cnps.embrapa.br/index.php?link=ba>> Acesso em 05 de out. de 2019, 20:14min.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA-Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS)/ Humberto Gonçalves dos Santos ... [et al.]. 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2018. 356 p.

FRASCA, Laylla Luanna de Mello, et al. UTILIZAÇÃO DE PLANTAS DE COBERTURA COMO ALTERNATIVA DE MANEJO SUSTENTÁVEL. RECIMA21 - Ciências Exatas e da Terra, Sociais, da Saúde, Humanas e Engenharia/Tecnologia. v.2, ISSN 2675-6218 n.7, 2021.

FRASIER I, Quiroga A, Noellemeyer E. Effect of different cover crops on C and N cycling in sorghum NT systems. *Sci Total Environ.* 2016 Aug 15;562:628-639. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.04.058. Epub 2016 Apr 22. PMID: 27107651.

GARCIA, Dellis Ortiz. Produção de biomassa de plantas de cobertura e seu efeito sobre a estrutura do solo / Dellis Ortiz Garcia. --2021. 44 f.:

HANISCH, Ana Lúcia, Raquel Rejane Bonato Negrelle, Alvadi Antônio Balbinot Junior, Edison Xavier de Almeida. Produção, composição botânica e composição química de missioneira-gigante consorciada com leguminosas perenes. *Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias* ISSN (on line) 1981-0997 v.11, n.1, p.60-66, 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama do município de Castro Alves-BA,** 2018. Disponível em < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/castro-alves/panorama>> Acesso em 05 de out. de 2019, 17:26min.

KAUFMAN, R.C.; WILSON, J.D.; BEAN, S.R.; PRESLEY, D.R.; BLANCO-CANQUI, H.; MIKHA, M. Effect of nitrogen fertilization and cover cropping systems on sorghum grain characteristics. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(24), 5715-5719, 2013.

KAYE J, Finney D, White C, Bradley B, Schipanski M, Alonso-Ayuso M, Hunter M, Burgess M, Mejia C. Managing nitrogen through cover crop species selection in the U.S. mid-Atlantic. *PLoS One.* 2019 Apr 12;14(4):e0215448. doi: 10.1371/journal.pone.0215448. PMID: 30978240; PMCID: PMC6461281.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1948.

KUO S, Huang B, Bembenek R. Effect of winter cover crops on soil nitrogen availability, corn yield, and nitrate leaching. *ScientificWorldJournal*. 2001 Oct 25;1 Suppl 2:22-9. doi: 10.1100/tsw.2001.267. PMID: 12805863; PMCID: PMC6084230.

LACERDA, Julian Junio de Jesus; Rosetto, Samara Chicatte; Santos, Glênio Guimarães; Cruz, Nara Núbia de Lima; Martins, Vanessa; Barbosa, Ronny Sobreira. Fósforo, matéria orgânica e acidez ativa em um Latossolo cultivado com plantas de cobertura no cerrado. XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Centro de Convecções- Natal/RN. O solo e suas múltiplas funções. 02 de agosto de 2015.

LAMAS, Fernando Mendes. Plantas de cobertura: O que é isto? 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/28512796/artigo---plantas-de-cobertura-o-que-e-isto> >. Acesso em: 05 fev. 2022.

LIMA, Larissa B. de, Petter, Fabiano A. e Leandro, Wilson M. Desempenho de plantas de cobertura sob níveis de compactação em Latossolo Vermelho de Cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* [online]. 2015, v. 19, n. 11 [acessado 25 Fevereiro 2022], pp. 1064-1071. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n11p1064-1071>>. Epub Nov 2015. ISSN 1807-1929. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n11p1064-1071>.

MENDONÇA, Deborah Luane de Souza; Castro, Ricardo Guimarães de; Rezende, Cláudia Fabiana Alves. Resposta morfológica e produtiva do milho com fornecimento de enxofre de diferentes fontes. *Research, Society and Development*, v. 12, n. 3, e11112340516, 2023 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i3.40516>.

NASCENTE, A. S.; STONE, L. F.; CRUSCIOL, C. A. C. Plantas de cobertura afetando as propriedades químicas do solo. In.: *Anais... XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, v. 32, 2015. Centro de Convenções, Natal, 2015.

OHLAND, R. A. A.; SOUZA, L. C. F.; HERNANI, L. C.; MARCHETTI, M. E.; CONÇALVES, M. C. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 29, p. 538-544, 2005.

OLIVEIRA, A. P. S.; SOUSA, C. M.; FERREIRA, E. P. de B. performance of inoculated common bean in response to different cover crops and desiccation times. *Revista Caatinga*, v. 30, n. 3, p. 642-652, 2017.

ONU- Clima e Meio Ambiente. Planeta perde 24 bilhões de toneladas de solo fértil todos os anos, 2019. Disponível em <<https://news.un.org/pt/story/2019/06/1676501>>: Acesso em 14 de out de 2019.

Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) através da Parceria Portuguesa para o Solo. Diretrizes Voluntárias para a Gestão

Sustentável dos Solos. 2019. <https://www.fao.org/3/i6874pt/i6874pt.pdf>.

PEREIRA, A. P.; SCHOFFEL, A.; KOEFENDER, J.; CAMERA, J. N.; GOLLE, D. P.; HORN, R. C. Nutrient cycling in summer cover crops. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 40, n. 4, p. 799-807, 2017.

RASQUINHO, N. M. Características morfológicas, nutrição e valor nutricional do capim-aruaana (*Panicum maximum*, JACQ) mediante adubação nitrogenada. Programa de pós-graduação em produção animal sustentável. Nova Odessa, janeiro de 2012. Pg 1-5. Disponível: <http://iz.sp.gov.br/pdfs/1332339831.pdf>. Acesso em 04/03/2021. Jamir Luís S.Silva; Fernanda Bortolini. Forrageiras de verão. Pelotas, Embrapa Clima Temperado. RS, 2012.

RUSCH HL, Coulter JA, Grossman JM, Johnson GA, Porter PM, Garcia Y Garcia A. Towards sustainable maize production in the U.S. upper Midwest with interseeded cover crops. *PLoS One*. 2020 Apr 9;15(4):e0231032. doi: 10.1371/journal.pone.0231032. PMID: 32271795; PMCID: PMC7145110.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SILVA, Mariana Pina da; Eustáquio de Sá, Marco, et al.; **Plantas de cobertura e qualidade química e física de Latossolo Vermelho distrófico sob plantio direto**. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* [en linea]. 2017, 12(1), 60-67[fecha de Consulta 27 de Março de 2021]. ISSN: 1981-1160. Disponível en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119050448010>

SILVA, P. C. G.; FOLONI, J. S. S.; FABRIS, L. B.; TIRITAN, C. S. Fitomassa e relação C/N em consórcios de sorgo e milho com espécies de cobertura. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 44, p. 1.504-1.512, 2009.

VAZQUEZ, Gisele Herbst; LEMA, André da Cruz França; GRANZOTTO, Renato. **Produção de fitomassa seca de oito espécies vegetais em duas épocas de semeadura na região noroeste do estado de São Paulo**. *Nucleus*, v.8, n.1, abr.2011.

WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil science.*, v. 37, n. 1, p. 29-38, 1934.

WITTEWER RA, Dorn B, Jossi W, van der Heijden MG. Cover crops support ecological intensification of arable cropping systems. *Sci Rep*. 2017 Feb 3;7:41911. doi: 10.1038/srep41911. PMID: 28157197; PMCID: PMC5291223.

WOLSCHICK, Neuro Hilton; BARBOSA, Fabrício Tondello; BERTOL, Ildegardis; SANTOS, Kristiana Fiorentin dos; MUZEKA, Luran Monteiro. **Plantas de cobertura do solo e seus efeitos nas propriedades físicas e produtividade de soja e milho**. *Sci. Agrar. Paraná.*, Marechal Cândido Rondon, v. 17, n. 3, jul./set., p. 273-281, 2018

WUTKE, E.B.; CALEGARI, A. WILDNER, L.P. Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para seu uso. In: LIMA FILHO, O.F.; AMBROSANO, E.J.; ROSSI, F.; CARLOS, J.A.D. (Eds.) Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: Fundamentos e práticas. Brasília: Embrapa, 2014. p. 61-167.