



FACULDADE IRECÊ - FAI
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA

EDUARDO SOUZA DA HORA LIMA
NICODEMOS PAZ DA NOBREGA

**USO DE CALDAS ORGÂNICAS PARA REDUÇÃO DE pH DO SOLO E
BIODISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES EM SOLO NEUTRO**

Irecê - BA
2022

EDUARDO SOUZA DA HORA LIMA
NICODEMOS PAZ DA NOBREGA

**USO DE CALDAS ORGÂNICAS PARA REDUÇÃO DE pH DO SOLO E
BIODISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES EM SOLO NEUTRO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Agrônoma da Faculdade Irecê como requisito final para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônoma, sob a orientação da Prof^a. Dr.^a Cintia Maria Teixeira Lins.

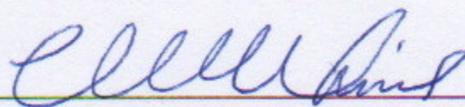
Irecê – BA
2022

EDUARDO SOUZA DA HORA LIMA
NICODEMOS PAZ DA NOBREGA

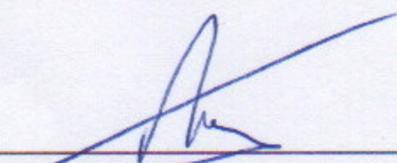
**USO DE CALDAS ORGÂNICAS PARA REDUÇÃO DE pH DO SOLO E
BIODISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES EM SOLO NEUTRO**

Monografia apresentada ao curso de
Engenharia Agrônômica da Faculdade Irecê
como requisito final para a obtenção de título de
Engenheiro Agrônomo.

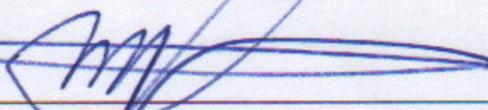
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr.ª Cintia Maria Teixeira Lins.
Docente da Faculdade Irecê.



Prof. Dr. André Nunes Loula Torres
Docente da Faculdade Irecê.



Prof. Dr. Medson Janer da Silva
Docente da Faculdade Irecê.

Irecê – BA
2022

AGRADECIMENTOS

Eu, Eduardo Souza da Hora Lima, agradeço primeiramente a Deus, por estar sempre presente e guiar meus passos e escolhas.

Agradeço à minha família, em especial ao meu pai Adalto Souza Lima, à minha mãe Edilene Souza da Hora Lima, ao meu irmão Felipe Souza da Hora Lima e à minha namorada Bruna Oliveira de Souza, pelo incentivo e apoio desde o início, por compreenderem minha ausência e estarem na torcida por mim. Agradeço por todo amor, inspiração, companheirismo e compreensão. Amo vocês!

Agradeço aos meus amigos da graduação, em especial a Nicodemos Paz da Nobrega, por tornarem as noites na faculdade mais divertidas e menos pesadas, pelas ajudas e conselhos.

Agradeço ao meu amigo Gleidson Ricardo Brito Silva, meu exemplo de profissional do meio agrícola, pelo apoio e contribuição na logística deste trabalho. Também a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram com a logística e execução deste trabalho.

Agradeço à Faculdade Irecê, a todos os colaboradores, especialmente aos professores, que, de várias formas, foram importantes para a minha evolução.

Por fim, agradeço à minha orientadora, a Prof^ª Dr^ª Cintia Maria Teixeira Lins, excelente profissional, minha inspiração na área acadêmica, pela paciência, confiança, conselhos e por ser sempre exigente, pensando no meu progresso e sendo de grande importância para o meu crescimento profissional e pessoal.

AGRADECIMENTOS

Eu, Nicodemos Paz da Nobrega, agradeço a Deus, por criar todo objeto da ciência e dar ao homem a capacidade de desvendá-la, ainda que uma mínima parcela.

À minha família, principalmente aos meus pais Benedito Bezerra da Nóbrega e Maria Paz de Moraes Nóbrega, por me darem como exemplo um carácter honrado.

À minha esposa Luciene Eufrauzino da Silva, por compreender minha ausência e me apoiar em todos os momentos.

Ao meu filho Benedy Silva Paz da Nóbrega, por me proporcionar momentos de distração e alegria, mesmo em meio aos momentos mais difíceis.

Ao programa Universidade para Todos (ProUni), pela oportunidade dada a mim de participar da graduação em Engenharia Agrônômica.

À Faculdade Irecê (FAI), por oferecer o curso de Engenharia Agrônômica para a cidade de Irecê-BA.

Aos meus colegas de turma, amigos que ganhei durante essa jornada, especialmente ao Eduardo Souza da Hora Lima, pela parceria formada desde os primeiros dias de aula.

A todos os professores, coordenadores e profissionais envolvidos no curso, principalmente a Prof^a Dr^a Cintia Maria Teixeira Lins, pela orientação deste trabalho.

RESUMO

O solo é um complexo biológico dinâmico, e também uma das mais importantes reservas de diversidade biológica do planeta. Apesar de férteis, os solos do platô de Irecê - BA, apresentam baixo teor de matéria orgânica e limitações relacionadas à qualidade da água (C₃S₁ e C₄S₁), em decorrência principalmente da condutividade elétrica e do pH que, nesses solos situam-se entre 7,3 a 8,4. O pH elevado da solução do solo, contribui para diminuição da disponibilidade de nutrientes classificados como essenciais para as plantas. Para suprir tais deficiências, é comum a adoção de adubações minerais que, por sua vez, elevam os custos de produção, aumentam a condutividade elétrica do solo, e contaminam as águas dos lençóis freáticos. Dessa forma, o trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da aplicação de caldas orgânicas produzidas a partir do uso de resíduo ruminal e esterco bovino na redução do pH do solo, biodisponibilidade de nutrientes e solubilização de fósforo de um Cambissolo típico da região de Irecê. Para o desenvolvimento do experimento, foram preparadas duas caldas distintas, sendo uma preparada com resíduo ruminal bovino (RRB), água e melão e outra com (RRB), esterco bovino, água e melão. Diariamente foram realizadas aplicações das caldas em vasos contendo aproximadamente 3 kg de solo e o volume de calda aplicado em cada vaso levou em consideração o balanço hídrico do solo, sendo adicionada calda suficiente para manutenção de 80% da capacidade de vaso. A partir dos resultados, foi possível observar que não houve diferença significativa entre os valores de pH. Com relação a solubilização do P, houve acréscimo do nutriente para os tratamentos, principalmente para o solo irrigado com o RRB.

Palavras-chave: Cambissolos, Potencial hidrogeniônico, Região de Irecê, Rúmen bovino.

ABSTRACT

The soil is a dynamic biological complex, and also one of the most important reserves of biological diversity on the planet. Although fertile, the soils of the plateau of Irecê - BA, have low organic matter content and limitations related to water quality (C₃S₁ and C₄S₁), mainly due to the electrical conductivity and pH, which in these soils are between 7.3 to 8.4. The high pH of the soil solution contributes to a decrease in the availability of nutrients classified as essential for plants. To supply these deficiencies, it is common to adopt mineral fertilizers which, in turn, increase production costs, increase the electrical conductivity of the soil, and contaminate groundwater. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of the application of organic grouts produced from the use of rumen residue and bovine manure on the reduction of soil pH, bioavailability of nutrients and solubilization of phosphorus in a typical Cambisol of the Irecê region. For the development of the experiment, two different syrups were prepared, one prepared with bovine ruminal waste (RRB), water and molasses and the other with (RRB), bovine manure, water and molasses. Sprays were applied daily in pots containing approximately 3 kg of soil and the grout volume applied in each pot took into account the soil water balance, adding enough grout to maintain 80% of the pot capacity. From the results, it was possible to observe that there was no significant difference between the pH values. Regarding the solubilization of P, there was an increase of the nutrient for the treatments, especially for the soil irrigated with RRB.

Keywords: Cambisol, Hydrogen potential, Region of Irecê, Bovine rumen.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– A: coleta do solo para o experimento; B: submetendo o solo a peneira de 4mm. ...	22
Figura 2 – A: preparo das amostras para submissão a estufa; B: amostras inseridas na estufa.	23
Figura 3– A: preparo da calda de RRB; B: preparo da calda RRB + Esterco.	24
Figura 4 – A: curva de medição do potencial hidrogeniônico (pH) das caldas; B: curva de temperatura; C: curva de medição da condutividade elétrica (CE).	24
Figura 5 – A: solo submetido a aplicação da calda; B: solo após a primeira aplicação.	26
Figura 6 – Amostras de solo para caracterização do pH.	27
Figura 7 – Valores de pH do solo, após a aplicação das caldas orgânicas.	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização física do solo coletado para o experimento.....	22
Tabela 2 – Caracterização microbiológica das soluções aplicadas.	26
Tabela 3– Análise de Variância (ANAVA) para variável pH, avaliada ao final do experimento.	27
Tabela 4 – Caracterização química da testemunha, dos solos tratados com RRB + Esterco e com o RRB.	29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVO.....	13
2.1 OBJETIVO GERAL	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3. REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1 Salinidade no Platô de Irecê	14
3.2 Tipos de salinidade e Salinidade no NE.....	15
3.3 Efeito da salinidade no solo e nas plantas	15
3.4 Problemas atuais da região associados à presença dos sais.....	16
3.5 Uso de caldas orgânicas.....	17
3.6 O efeito do pH na biodisponibilidade de nutrientes e solubilização de fósforo.	18
3.7 Principais grupos de microrganismos utilizados na produção de caldas orgânicas e suas respectivas características	18
3.8 Microrganismos solubilizadores de fósforo	19
3.9 Característica químicas do resíduo ruminal bovino	20
4. METODOLOGIA	21
4.1 Tipo e local da pesquisa.....	21
4.2 Coleta e preparo do solo.....	21
4.3 Determinação da capacidade de vaso	22
4.4 Montagem do experimento	23
4.5 Preparo das caldas.....	23
4.6 Caracterização microbiológica das caldas	25
4.7 Condução do experimento	26
4.8 Caracterização do potencial hidrogeniônico (pH)	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	27

5.1 Potencial hidrogeniônico (pH).....	27
5.2 Condutividade elétrica (CE).....	28
5.3 Matéria orgânica (M.O.), Capacidade de troca de cátions (CTC).....	30
5.4 Fósforo (P).....	30
5.5 Enxofre (S).....	31
6. CONCLUSÕES.....	32
REFERÊNCIAS.....	33

1. INTRODUÇÃO

O solo é um complexo biológico dinâmico, e uma das mais importantes reservas de diversidade biológica do planeta. Entre os variados biomas do Brasil, muitos ainda são pouco estudados com relação a microbiologia, o que demonstra a necessidade de uma melhor investigação com relação às suas características (CARDOSO; ANDREOTE, 2016).

Os solos do platô de Irecê-BA, são relativamente férteis e suas principais limitações de cultivo estão relacionadas à qualidade da água (C_3S_1 e C_4S_1), em decorrência principalmente da condutividade elétrica e do pH (7,3 a 8,4). Para aumentar o conhecimento no sistema de produção agrícola regional, por meio da pesquisa acadêmica, torna-se necessário demonstrar a eficiência, ou não, de microrganismos na redução do pH do solo em decorrência da decomposição da matéria orgânica, principalmente devido à escassez de trabalhos com microrganismos voltados para esse fim. A maioria dos solos agricultáveis no Brasil tem como característica pH ácido (PEREIRA *et al.*, 2020), diferente dos solos da região de Irecê, que tem pH alcalino (CUNHA; RIBEIRO, 1998).

Estudos relacionados a microrganismos do solo, apresentam uma crescente importância (CARDOSO; ANDREOTE, 2016). GORLACH-LIRA e COUTINHO (2007), examinaram a dinâmica de populações de bactérias presentes na rizosfera de *Aristida Adscensionis* (Poaceae) no solo do semiárido nordestino e observaram a prevalência de bactérias mesofílicas heterotróficas e actinobactérias, sugerindo a adaptação desses microrganismos às condições do ambiente. Estudos demonstraram que a técnica de descontaminação tem se mostrado eficiente para remediar solos contaminados com petróleo e seus derivados (LERMEN *et al.*, 2020). Muitos estudos têm objetivado a dinâmica do fósforo no solo, a fim de vincular sua disponibilidade a sistemas de manejo mais eficazes na produção e decomposição de resíduos com a finalidade de aumentar a produtividade das culturas e aporte de fósforo no solo, além de fornecer uma base para reduzir o uso de fertilizantes químicos. O entendimento das transformações do fósforo através da microbiota do solo pode auxiliar nesse sentido e promover melhorias no plantio e maior sustentabilidade (CARDOSO; ANDREOTE, 2016).

Geralmente, o crescimento das raízes é favorecido em solos levemente ácidos, com valores de pH entre 5,5 e 6,5. Os fungos em geral predominam em solos ácidos, pH abaixo de 7; as bactérias tornam-se mais abundantes em solos alcalinos, pH superior a 7 (TAIZ *et al.*, 2017).

Sabe-se que o pH elevado diminui a disponibilidade de alguns elementos classificados como essenciais para as plantas, tais como, N, P, S, B, Cu, Fe, Zn, Mn (MALAVOLTA, 2006), promovendo o aumento das adubações minerais que elevam os custos de produção, aumentam a condutividade elétrica (CE) do solo, e contaminam as águas dos lençóis freáticos.

É comum na região o uso de caldas orgânicas por produtores, principalmente da agricultura irrigada, na tentativa de reduzir o pH do solo, porém até o presente momento, na literatura não há trabalho publicado que comprove esse efeito. Portanto, se faz necessário a investigação, por meio da pesquisa científica, sobre a decomposição do RRB e sua dinâmica com as características do solo que podem interferir positivamente na disponibilidade de nutrientes para as plantas, e como consequência auxiliar no processo de produção.

Diante do acima exposto, pretendeu-se com esse trabalho, avaliar o efeito da aplicação de duas caldas orgânicas, sendo uma preparada com resíduo ruminal bovino (RRB), água e melão e outra com RRB, esterco bovino, água e melão na redução do pH do solo, biodisponibilidade de fósforo e matéria orgânica do solo de um Cambissolo típico da região.

2. OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem por objetivo avaliar o efeito da aplicação de caldas orgânicas produzidas a partir do uso de resíduo ruminal e esterco bovino na redução do pH do solo, biodisponibilidade de nutrientes e solubilização de fósforo em um Cambissolo típico da região de Irecê.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o efeito da aplicação de caldas orgânicas na redução do pH de um Cambissolo típico;
- Verificar o efeito da aplicação de caldas orgânicas na disponibilidade de nutrientes;
- Avaliar o efeito da aplicação de caldas orgânicas na solubilização de fósforo.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Salinidade no Platô de Irecê

O Platô de Irecê está localizado no Semiárido Brasileiro, estado da Bahia, e é uma área de grande interesse econômico, devido principalmente à alta fertilidade natural dos solos (GONÇALVES, 2004). Quanto às características químicas, os solos são, em geral, alcalinos (pH variando de 7,3 a 8,4), e com saturação por bases elevada (CUNHA; RIBEIRO, 1998), topografia levemente ondulada, presença de textura média, que por sua vez, propiciam as práticas agrícolas, sendo estas a principal atividade econômica da região (GONÇALVES, 2004).

A região faz parte do semiárido baiano e devido a irregularidade de chuvas e ausência de rios permanentes, a água é um fator limitante para a agricultura, por esse motivo as águas subterrâneas são muito utilizadas para a irrigação. Apesar da região de Irecê ser de grande importância agrícola, ainda é uma área pouco estudada do ponto de vista das dinâmicas hidrogeológica e hidroquímica (VILLANUEVA *et al.*, 2014) o que pode implicar em perda de produtividade, salinização e desertificação.

O principal aquífero utilizado para a irrigação na região é o Aquífero Salitre, o mesmo está associado a rochas carbonáticas, em que a circulação da água se faz em descontinuidades consequentes da dissolução do carbonato pela água (PASSOS FILHO *et al.*, 2018).

Apresenta como característica valores de pH mais elevados em função da presença de carbonatos e bicarbonatos. Das águas subterrâneas analisadas, 89% foram classificadas como C₃S₁, água de alta salinidade e baixa concentração de sódio e apenas 11% das amostras analisadas foram classificadas como C₄S₁, água de muito alta salinidade e baixa concentração de sódio (VILLANUEVA *et al.*, 2015).

A qualidade das águas subterrâneas disponíveis depende de sua composição química, resultado do processo de mistura e de reações químicas, como dissolução-precipitação, evaporação, processos de troca iônica, influência marítima (NASCIMENTO *et al.*, 2021).

No que diz respeito às características, o aquífero Salitre se configura como um aquífero heterogêneo, descontínuo, com águas duras e com fluxo em canais. Hidrogeoquimicamente, apresenta como principal cátion o Ca⁺, como espera-se em aquíferos cársticos, com presença de leves concentrações de Mg²⁺, indicando a predominância de águas mais joviais (PASSOS FILHO *et al.*, 2018).

3.2 Tipos de salinidade e Salinidade no NE

O processo de salinização decorre de características ambientais como resultado dos fatores de formação e dos processos de gênese dos solos, como por exemplo, os solos salinos que se observam ao longo da costa brasileira e aluviões e várzeas do Nordeste (MANZATTO; FREITAS JUNIOR; PERES, 2002).

Também pode influenciar na salinização ações antrópicas, como resultado das práticas de drenagem e irrigação de solos localizados em condições ambientais que propiciem o acúmulo de sais no solo devido aos climas árido e semiárido e/ou drenagem do solo deficiente (DALIAKOPOULOS *et al.*, 2016; MANZATTO; FREITAS JUNIOR; PERES, 2002).

A salinização natural pode ser ocasionada por diversas causas, podendo ser destacadas como mais importantes para o semiárido nordestino, o acúmulo de sais provenientes de áreas vizinhas, por escoamento superficial e drenagem, nos horizontes superiores dos solos de áreas rebaixadas, devido à presença de estratos impermeáveis em profundidade. (RIBEIRO *et al.*, 2009).

A prática da agricultura irrigada em solos situados em regiões de baixas precipitações pluviais, alto déficit hídrico, é considerada como uma das principais causas da salinização antrópica dos solos. Assim, ao se irrigar e cultivar o solo, os sais presentes na água da irrigação, ou mesmo por adubação excessiva ou muito localizada (fertirrigação), podem se acumular nos horizontes superficiais, especialmente naqueles com drenagem interna deficiente ou nula, caso não sejam drenados artificialmente podem se tornar salinos ou mesmo desérticos nos casos mais graves (MANZATTO; FREITAS JUNIOR; PERES, 2002).

3.3 Efeito da salinidade no solo e nas plantas

O efeito da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas é um assunto discutido em vários países, principalmente, nos que apresentam regiões áridas e semiáridas (DE SOUZA *et al.*, 2012; MELO; ALLEONI, 2009; MOREIRA *et al.*, 2016). A salinidade nas plantas proporciona dificuldade na absorção de água pela interferência dos sais (DIAS; BLANCO, 2010), nos processos metabólicos, fisiológicos e também anatômicos das plantas (DUTRA *et al.*, 2017; LINS *et al.*; 2018; PAULINO *et al.*, 2020; DOURADO *et al.*, 2019). Tendo como implicações a intoxicação das plantas e elevação da pressão osmótica sobre as plantas que se desenvolvem nas áreas salinizadas (DOURADO *et al.*, 2019; LINS *et al.*, 2018).

Quando o aumento da pressão osmótica, causada pelo excesso de sais na solução do solo, atinge níveis em que as plantas não têm força de sucção necessária para exceder o potencial osmótico, não absorvem água e nutrientes, ocasionando estresse hídrico denominado de seca fisiológica (DIAS; BLANCO, 2010). Em resposta ao estresse hídrico e salino, algumas espécies de plantas usam o ajuste osmótico para resistir à desidratação severa e sustentar importantes processos biológicos (DE SOUZA *et al.*, 2012).

Os atributos físicos dos solos, como a estrutura do solo, estabilidade dos agregados, dispersão das partículas, permeabilidade e infiltração, estão sujeitos a influências dos diversos tipos de cátions trocáveis presentes no solo (SHAINBERG; OSTER, 1978). O acúmulo de sais solúveis torna o solo flocoado, friável e bem permeável, elevados níveis de sódio trocável poderá modificar para adensado, disperso e pegajoso em condições molhadas (DIAS; BLANCO, 2010). Quanto mais alta for a concentração de sódio no solo, maior será a dispersão das argilas e a viscosidade da água, esses fatores colaboram para a redução da condutividade hidráulica e permeabilidade do solo (KEREN *et al.*, 1988), conseqüentemente reduzem a taxa de infiltração de água no solo (PEDROTTI, 2015).

3.4 Problemas atuais da região associados à presença dos sais

Estresse hídrico e salino são os principais estresses abióticos que afetam as plantas que crescem em regiões áridas e semiáridas (MELO *et al.*, 2018). A utilização de água de baixa qualidade para a irrigação torna-se um fator limitante para a produção vegetal, uma vez que a salinidade inibe o crescimento das plantas em função da intoxicação das plantas e elevação da pressão osmótica (DOURADO *et al.*, 2019; LINS *et al.*, 2018; MUNNS, 2002).

Algumas plantas, como maracujazeiro amarelo, são classificadas como sensíveis à salinidade (AYERS; WESTCOT 1999), apresentam redução no crescimento e produção quando submetido a salinidades do extrato de saturação do solo superiores a $1,3 \text{ dS m}^{-1}$. A utilização de água com salinidade de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$, restringiu o desenvolvimento inicial e o acúmulo de biomassa das mudas de maracujazeiro, sendo a massa seca da raiz a variável mais afetada (SOUZA, 2018).

As águas da região estão classificadas, de acordo com o Diagrama de Richards, da seguinte forma: 89% das águas subterrâneas em C_3S_1 , que são águas de alta salinidade e baixa concentração de sódio e 11% classificadas como C_4S_1 , águas de muito alta salinidade e baixa concentração de sódio. Apresentam limitação para a cultura no platô de Irecê, por oferecer risco de salinização dos solos pelo uso contínuo, ainda que não aumentem a sodicidade.

A utilização de água de irrigação com RAS elevada prejudica as propriedades físicas, químicas e físico-hídricas do solo, desequilibrando estruturalmente, diminuindo sua permeabilidade. Os impactos da agricultura irrigada na região de Irecê sobre as propriedades do solo são: propriedades físicas: porosidade, densidade do solo, condutividade hidráulica, taxa de infiltração e capacidade de retenção de água; propriedades químicas: matéria orgânica, magnésio, sódio, fósforo, condutividade elétrica e percentual de sódio trocável (PAIVA, 2010).

3.5 Uso de caldas orgânicas

É sabido que a maioria dos solos do Nordeste tem baixo teor de matéria orgânica, por isso, visando ter uma boa produção, os agricultores, muitas vezes, entram em um ciclo vicioso de compra de insumos. O sistema de produção com base na agroecologia se contrapõe a esse sistema, fazendo uso de técnicas que melhoram o potencial produtivo utilizando recursos disponíveis na propriedade (SARAIVA *et al.*, 2020). Por esse motivo a importância de substituir parcialmente a adubação mineral por fontes de adubação orgânica.

A fermentação de material orgânico para fertilizantes líquidos e a compostagem são processos simples, práticos, econômicos e acessíveis. São viáveis para a produção de adubos, necessitam apenas de cuidados e atenção na sua condução (SANES *et al.*, 2015).

O uso de insumos orgânicos como estercos, compostos orgânicos e biofertilizantes, com o intuito de aumentar o teor de material húmico nos solos e diminuir os efeitos negativos dos sais nas plantas, está sendo uma tentativa utilizada e tem alcançado resultados interessantes (NASCIMENTO *et al.*, 2017). São produtos da digestão aeróbica ou anaeróbica de compostos orgânicos que incrementam ao solo microrganismos vivos ou latentes e maior disponibilidade de nutrientes (MARROCOS *et al.*, 2012).

O aumento do teor de material orgânico no solo eleva os níveis de fósforo, potássio, cálcio e magnésio, aumenta a saturação por bases e a capacidade de troca catiônica (CTC) (OLIVEIRA, 2004).

Os fertilizantes orgânicos líquidos são uma alternativa viável como fonte de nutrientes para as plantas, usado principalmente em sistemas de produção com base ecológica, porém com necessidade de mais estudos (SANES *et al.*, 2015).

As características químicas dos biofertilizantes podem variar de acordo com a forma de preparo, o tempo em que permanece em decomposição, a qualidade microbiológica, temperatura, pH e material de origem (MARROCOS *et al.*, 2012).

Apesar dos benefícios propiciados pelo uso de caldas orgânicas, deve-se ter cuidado com a dose a ser utilizada, pois em quantidades acima da recomendada pode trazer malefícios às culturas. A aplicação de dejetos líquidos suínos em dosagem equivalente a $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ pode causar redução de 62,5% na germinação da cultura da soja e de 55% na germinação da cultura do trigo (CICHELERO, 2021).

3.6 O efeito do pH na biodisponibilidade de nutrientes e solubilização de fósforo.

Os valores de pH no solo interferem na disponibilidade de nutrientes para as plantas, principalmente o fósforo, provocando a sua precipitação ou a permanência em formas não absorvíveis (LOURENÇO, 2020).

Com relação à disponibilidade de fósforo no solo existem basicamente três entraves: o baixo teor de fósforo, a baixa solubilidade de seus componentes e a tendência para fixação de fontes solúveis de fósforo, tanto fertilizantes químicos como resíduos orgânicos (ROLIM NETO *et al.*, 2004).

Os solos de regiões semiáridas do nordeste do Brasil possuem baixa disponibilidade de fósforo e a resposta das plantas com relação à adubação está diretamente relacionada com a capacidade do solo de adsorção desse nutriente. O poder de adsorção de fósforo é influenciado pelo grau de cristalinidade dos coloides. Nos solos intemperizados, os agentes mais consideráveis na adsorção de fósforo são os óxidos amorfos (MOREIRA, 2006).

Dependendo da característica do solo em relação ao pH o fósforo fica adsorvido em compostos diferentes. Em solos ácidos o Fe e o Al retêm o P, em solos alcalinos o fósforo precipita-se com o Ca (SOUZA JÚNIOR *et al.*, 2012).

3.7 Principais grupos de microrganismos utilizados na produção de caldas orgânicas e suas respectivas características

Os microrganismos representam de 60 a 80% da fração mais ativa da matéria orgânica do solo e atuam na intemperização das rochas, estrutura física do solo, decomposição da matéria orgânica, fixação de nitrogênio e solubilização de fósforo (MENDES; DOS REIS JUNIOR, 2003).

Biofertilizantes são o resultado da fermentação produzida pelos microrganismos eficientes (EM) em resíduos orgânicos líquidos, biologicamente ativos, ricos em hormônios,

vitaminas, enzimas e antibióticos que têm papel relevante no desenvolvimento das plantas (FONTENELLE *et al.*, 2017).

Microrganismos eficientes fazem parte de um grupo que atua em processos que trazem benefícios para as plantas, tanto no ciclo de nutrientes do solo, solubilização, reciclagem, mobilização e fixação, como no controle de fitopatógenos, oriundos de solos férteis com o mínimo ou nenhuma atividade humana. Reduzem o uso de fertilizantes externos, principalmente os químicos, e melhoram a qualidade ambiental dos processos produtivos (FONTENELLE *et al.*, 2017). Em trabalho realizado por (KLAIC *et al.*, 2019) foram utilizados os microrganismos *Aspergillusniger C*, *Aspergillusniger 3T5B8*, *Aspergillusniger F12*, *Aspergillusniger 763*, *Aspergillusniger ATCC 9142*, *Trichodermaharzianum LQC 99* e *Trichodermaasperellum LQC96* em fertilizante líquido. Dentre esses, o microrganismo que rendeu o melhor resultado em solubilizar minerais foi o *Aspergillusniger C*.

Testando microrganismos eficientes (EM) e o uso da palhada sobre o desenvolvimento da rúcula, *Eruca sativa*, CARVALHO *et al.*, (2018) observou um melhor poder de absorção das raízes das plantas tratadas com EM, mostrando um maior desenvolvimento vegetativo, ainda que com uma menor área radicular.

3.8 Microrganismos solubilizadores de fósforo

A disponibilidade dos nutrientes presentes nas rochas acontece naturalmente e é acelerado através da interação entre rocha, água e ácidos orgânicos liberados por raízes e microrganismos. O interesse neste processo, com o intuito de utilizar fontes de fósforo de baixa solubilidade na agricultura, é cada vez maior (GOMES *et al.*, 2010).

Na solubilização do fósforo por meio de microrganismos se destacam as bactérias (*Acidithiobacillus*, *Bacillus spp.*) e o fungo (*Penicillium spp.*) (MENDES; DOS REIS JUNIOR, 2003).

Os resultados encontrados em pesquisa indicam viabilidade para utilização de fertilizantes feitos da rocha fosfatada acrescida de enxofre inoculado com *Acidithiobacillus* como uma alternativa viável para substituir outras fontes de fertilizantes solúveis à base de fosfato (STAMFORD *et al.*, 2004).

Dentre os vários microrganismos relacionados a solubilização, destaca-se o fungo *Penicillium spp.*, o qual realiza maior solubilização do fosfato de cálcio, solubilizando por meio da produção e liberação de ácidos orgânicos (MENDES; DOS REIS JUNIOR, 2003). Fungos

e bactérias solubilizadores de fosfato de cálcio podem aparecer constituindo menos de 1% da microbiota do solo (KUCEY, 1983)

Testando bactérias solubilizadoras de fósforo do gênero *Bacillus* para inocular sementes de milho, em dois tipos de inoculantes, carvão ativado moído e Carboximetilcelulose, dois tipos de rochas fosfatadas, Fosfato de Itafós e Fosfato de Araxá, demonstrou que o microrganismo B70 e o inoculante Carboximetilcelulose, assim como o B119 com o carvão ativado apresentaram os melhores resultados na produção de massa seca e acúmulo de fósforo na parte aérea do milho, destacando a importância da relação entre o microrganismo e o inóculo (OLIVEIRA PAIVA *et al.*, 2013).

3.9 Características químicas do resíduo ruminal bovino

Um dos resíduos da indústria frigorífica é o resíduo ruminal bovino (RRB) gerado a partir do processamento de abate. O RRB é constituído por alimento consumido pelo animal em vários estágios de fermentação, o qual permaneceu no rúmen, mesmo após a dieta líquida de 24 horas antes do abate (SALOMÃO; FARIAS; ESTURARO, 2018; TRAUTMANN-MACHADO, 2011).

A quantidade gerada deste resíduo é muito elevada e podem gerar sérios problemas, tendo em vista, o alto teor de matéria orgânica e a elevada carga microbiana, podendo agir como focos de proliferação de insetos e de agentes infecciosos, como bactérias e fungos (SILVA, 2011; TRAUTMANN-MACHADO, 2011).

Por ser um resíduo orgânico, o RRB pode ser um componente para compostagem, pois a mesma se apresenta com uma alternativa de tratamento mais eficaz, por possuir aptidão de modificar o resíduo potencialmente poluidor em adubo orgânico devido o teor de matéria orgânica e nutrientes (SALOMÃO; FARIAS; ESTURARO, 2018).

O RRB apresenta em sua composição fragmentos menos digestíveis das forrageiras, como fragmentos de lignina e celulose, os quais os microrganismos oxidaram para a produção de energia metabólica. Estes fragmentos são de lenta degradação pela alta relação C/N inicial de 47/1, além disso, este resíduo apresenta inóculo natural da microbiota ruminal que beneficiam o procedimento de compostagem (MORALES, 2006; PELÁEZ *et al.*, 2004).

A relação C/N varia com o período do ano, no verão apresentou 18/1 e no outono 16/1. O teor final de nitrogênio obteve 1,27% no verão e 1,57% no outono. Os compostos produzidos

indicaram excelentes características físico-químicas, demonstrando que teriam potencial para ser utilizados como adubo orgânico e condicionador de solo (MORALES, 2006).

4. METODOLOGIA

4.1 Tipo e local da pesquisa

A presente pesquisa é classificada como prática se configurando como um trabalho científico original, tendo como objetivo a pesquisa exploratória realizada por meio do levantamento bibliográfico para descrição do estado da arte relativo ao tema proposto. Ainda com relação ao objetivo, a pesquisa pode ser classificada como descritiva, pois foi realizada a partir da montagem de um experimento em ambiente protegido, com posterior registro, análise, classificação e interpretação dos resultados observados. Quanto a forma de abordagem trata-se de uma pesquisa quali-quantitativa, conduzida na cidade de Irecê – BA, na casa de vegetação da Faculdade Irecê – FAI, coordenadas geográficas (11°18'45" S e longitude 41°51'00" O).

De acordo com a classificação de Köppen o clima da região é do tipo BSw_h, clima semiárido, Polígono das Secas, de altitude 722 m acima do nível do mar, precipitação média anual de 642 mm, sendo 80 % das chuvas acumuladas nos meses de novembro a março, com acentuado déficit hídrico entre abril e outubro. A temperatura média anual é de 23,7 °C.

4.2 Coleta e preparo do solo

Foram coletados 400 kg de solo na profundidade de 0 – 20 cm (Figura 1), com textura classificada como argilo arenosa (Tabela – 1) e pH em água equivalente a 7,01, no município de João Dourado – BA na Fazenda Panela, BA 052, Km 334 com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 11°20'32.77"S e longitude 41°40'49.43"O. Após coletado, o solo foi transportado e tamisado em peneira de malha de 4 mm, para preservação da microagregação do solo.



Figura 1– A: coleta do solo para o experimento; B: submetendo o solo a peneira de 4mm.

Tabela 1 – Caracterização física do solo coletado para o experimento.

Areia (g.Kg ⁻¹)	161
Silte (g.Kg ⁻¹)	517
Argila (g.Kg ⁻¹)	321
Densidade real Kg.dm ⁻³	2,19
Densidade aparente Kg.dm ⁻³	1,37
Classe textural	Franco argilo arenosa

4.3 Determinação da capacidade de vaso

Para determinação da capacidade de vaso 15kg do solo foi depositada em 3 vasos previamente furados, pesados, e submetidos à saturação por capilaridade introduzindo cerca de $\frac{2}{3}$ dos vasos em recipiente com água. Para evitar perdas de água por evaporação, os vasos foram vedados com plástico filme. A completa saturação do solo foi atingida 11 horas e 30 minutos após o início da saturação do solo, informação constatada pela observação do espelhamento da água na superfície dos solos contidos nos vasos. Uma vez atingida a saturação, os solos foram submetidos à drenagem livremente, pesando-se periodicamente até o peso constante, o que durou um período de 2 dias para alcançar a capacidade de vaso. Foram utilizadas latas de alumínio para transporte e secagem do solo, as mesmas foram previamente pesadas.

Porções dos solos com aproximadamente 120g foram acondicionados nas latas, lacradas com plástico filme e transportadas para o laboratório nas dependências da Faculdade Irecê em caixa de isopor. No laboratório, foram pesados o solo junto com a lata em balança de precisão. Após pesados foram submetidos à estufa com temperatura de 105 C° (Figura 2), por 48 horas. Em seguida, as amostras foram depositadas no dessecador por 30 minutos, e posteriormente

pesadas para a obtenção da umidade gravimétrica do solo. De posse desses dados foi possível estimar a umidade a 80% da capacidade de vaso.



Figura 2 – A: preparo das amostras para submissão a estufa; B: amostras inseridas na estufa.

4.4 Montagem do experimento

Para montagem do experimento foram utilizados vasos plásticos com capacidade de 5L preenchidos com aproximadamente 3kg do Cambissolo coletado. Experimentalmente os vasos foram dispostos em blocos ao acaso, constando de 12 repetições. Os tratamentos adotados foram irrigações com duas caldas, sendo uma preparada com RRB e outra preparada com RRB e esterco. O tratamento da testemunha, que consistiu na irrigação dos vasos com água da rede de abastecimento - EMBASA, totalizando 36 unidades amostrais.

4.5 Preparo das caldas

Para o preparo das soluções a serem empregadas nos tratamentos foram utilizadas duas caixas de polietileno com capacidade para 310 L. Uma das caldas foi preparada com 70 kg de rúmen, 1,8 L (1% da solução) de melaço de cana e 180 L de água, a segunda calda foi preparada com 35 kg de rúmen, 35 kg de esterco, 1,8L de melaço de cana e 180L de água (Figura 3).



Figura 3– A: preparo da calda de RRB; B: preparo da calda RRB + Esterco.

Diariamente, foram coletadas 3 alíquotas de 100 ml em diferentes pontos de cada uma das caixas. Após coletadas, as amostras foram filtradas separadamente, para realização da medição do pH, condutividade elétrica e determinação da temperatura (Figura 4).

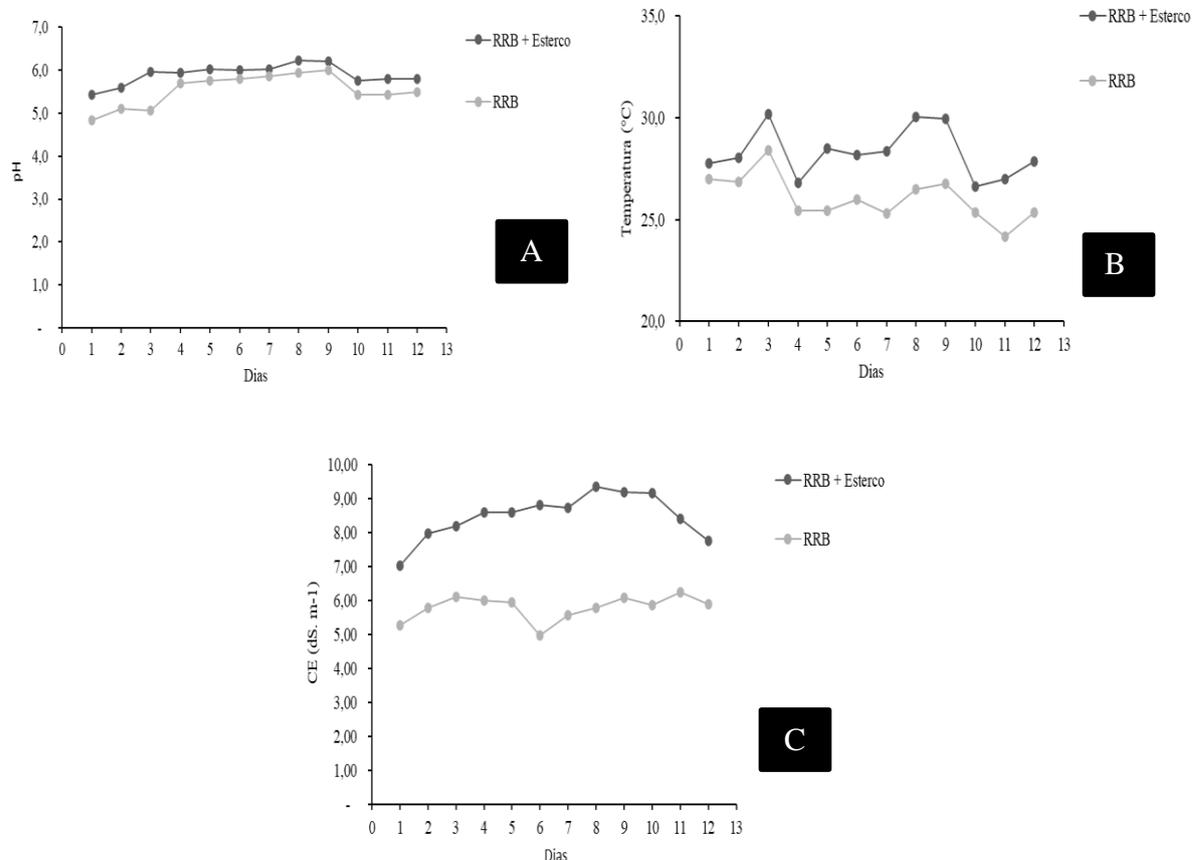


Figura 4 – A: curva de medição do potencial hidrogeniônico (pH) das caldas; B: curva de temperatura; C: curva de medição da condutividade elétrica (CE).

As aferições tiveram início no dia 07 de março de 2022 e fim no dia 17 de março 2022, quando apresentou estabilização. As fontes das caldas orgânicas comportaram-se de maneira

distintas para pH e CE com a interação do tempo e das fontes utilizadas para o preparo das caldas (Figura 4).

Nas primeiras avaliações o RRB apresentou CE inferior ao RRB + Esterco. O RRB e o RRB + Esterco apresentaram instabilidade na CE, o RRB alcançou valor máximo no nono dia com CE 6,1 dS. m⁻¹ e o RRB + Esterco o valor máximo foi alcançado no oitavo dia com CE 9,2 dS. m⁻¹. Ao término do período de avaliação da CE o RRB e RRB + Esterco apresentaram valores 5,9 e 7,8 na devida ordem. A condutividade elétrica (CE) da calda orgânica preparada com o RRB + Esterco foi maior do que a observada para o RRB em todos os períodos analisados.

No início das avaliações de pH a calda orgânica preparada com o RRB apresentou pH inferior ao do RRB + Esterco, se mantendo inferior até o último dia de avaliação. Para o RRB foi observado uma tendência de acréscimo do pH (0 ao 9 dia), atingindo valor máximo no nono dia com pH 6,0, apresentando estabilização do décimo ao décimo segundo dia de decomposição. A mesma tendência de crescimento do pH foi observada no RRB + Esterco (0 ao 8 dia) atingindo o valor máximo no oitavo dia com pH 6,5 e apresentou estabilização do décimo ao décimo segundo dia de decomposição. Ao final do período de avaliação o pH da calda orgânica do RRB e do RRB + Esterco demonstraram estabilização (10 ao 12 dia) nos valores de 5,5 e 5,8, respectivamente.

Foram realizadas coletas das soluções em recipientes plásticos esterilizados, acondicionadas em caixa de isopor com gelo e transportadas em veículo com ar condicionado até laboratório para realizar análise microbiológica e química.

4.6. Caracterização microbiológica das caldas

Dos microrganismos detectados nas caldas, a maioria são bactérias. Na calda preparada a partir do RRB observou-se a presença das bactérias *Bacillus sp.*, *Diplococos Gram +*, *Streptobacilos Gram +*, *Bacilos Gram -*, e dos fungos *Penicillium sp.*, *Glomerella sp.*, *Colletotrichum sp.* Na análise microbiológica da calda preparada com o RRB + Esterco foi detectada a presença das bactérias *Bacillus sp.*, *Estafilococos Gram +*, *Streptobacilos Gram +*, *Bacilos Gram -* e do fungo *Penicillium sp.* (Tabela 2).

Tabela 2 – Caracterização microbiológica das soluções aplicadas.

Parâmetro	RRB + Esterco	RRB
<i>Bacillus sp.</i>	+	+
<i>Estafilococos Gram + Estreptobacilos Gram +</i>	+	-
<i>Diplococos Gram + Estreptobacilos Gram +</i>	-	+
<i>Bacilos Gram -</i>	+	+
<i>Penicillium sp.</i>	+	+
<i>Glomerella sp. / Colletotrichum sp</i>	-	+

Notas: (+): presente; (-): ausente.

4.7. Condução do experimento

Com o auxílio de balança, foram realizadas aferições dos pesos dos vasos diariamente, adicionando-se, em cada vaso, a quantidade de massa de água perdida por evaporação, para a manutenção da umidade do solo a 80 % da capacidade de vaso (Figura 5). Esse procedimento durou até o dia 11 de abril de 2022.



Figura 5 – A: solo submetido a aplicação da calda; B: solo após a primeira aplicação.

Finalizado o período de irrigação, foram coletadas amostras simples de cada vaso utilizando-se como ferramenta o trado tipo sonda caladora para a coleta do solo em todo o perfil do solo no vaso, adicionadas em balde e misturada fazendo uma amostra composta para cada tratamento. Após a coleta, as amostras foram secas ao ar, destorroadas, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA) em seguida foram embaladas, identificadas e enviadas para laboratório de análise de solo.

4.8. Caracterização do potencial hidrogeniônico (pH)

Para realização das análises, foram coletadas amostras individuais do solo de cada vaso dos três tratamentos para aferir o pH. Pesou-se 10 g de solo, terra fina seca ao ar (TFSA), e adicionou em copos plásticos de 100 mL. Em cada copo adicionou-se 25 mL de água destilada. As amostras foram agitadas com bastão de vidro individual por cerca de 60 s e ficaram em repouso 1 hora. Após o repouso, as amostras foram agitadas novamente com bastão de vidro, e foram realizadas as leituras com os eletrodos do pHmetro portátil Akso AK59 (Figura 6) (TEIXEIRA *et al.*, 2017).



Figura 6 – Amostras de solo para caracterização do pH.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Potencial hidrogeniônico (pH).

Para a variável pH não houve diferença significativa entre os tratamentos, quando submetido ao teste de Tukey a 5% de significância (Tabela 3).

Tabela 3– Análise de Variância (ANAVA) para variável pH, avaliada ao final do experimento.

Variável	CV (%)	Valor de F
pH	2,26	1,84 ^{ns}

Notas: Valores significativos pelo teste de Tukey; ^{ns} não significativo; * significativos a 5%.

A calda produzida apenas com RRB apresentou como resultado para pH do solo 6,69, a testemunha 6,55 e o RRB + Esterco com 6,67 (Figura 7). Entretanto, na literatura existem divergências entre trabalhos que analisam a interferência no pH do solo com o uso de RRB ou

esterco bovino. No trabalho de TRAUTMANN-MACHADO (2011) avaliando o uso do RRB úmido e seco em diferentes doses em um ARGISSOLO VERMELHO Amarelo eutrófico (PVAe) e em LATOSSOLO VERMELHO Distrófico (LVd), os resultados mostram redução significativa no pH do PVAe pelo uso do RRB úmido a partir da dose equivalente a 13 Mg ha¹, entretanto no LVd, apesar de não haver diferença significativa, houve aumento no pH do solo tratado com o RRB úmido em todas as doses aplicadas. Isso mostra que a interferência no pH do solo por meio do uso de material orgânico pode estar relacionado a forma de preparo do material, dosagem e as características do solo, principalmente ao seu maior ou menor poder tampão.

DAS *et al.* (2017), avaliando entre outros atributos, as propriedades químicas de solos a longo prazo submetidos a quatro diferentes práticas agrícolas, controle, orgânica, inorgânica e integrada, encontraram diferença significativa no pH dos solos tratados com esterco + pó de rocha e adubo orgânico + adubo químico.

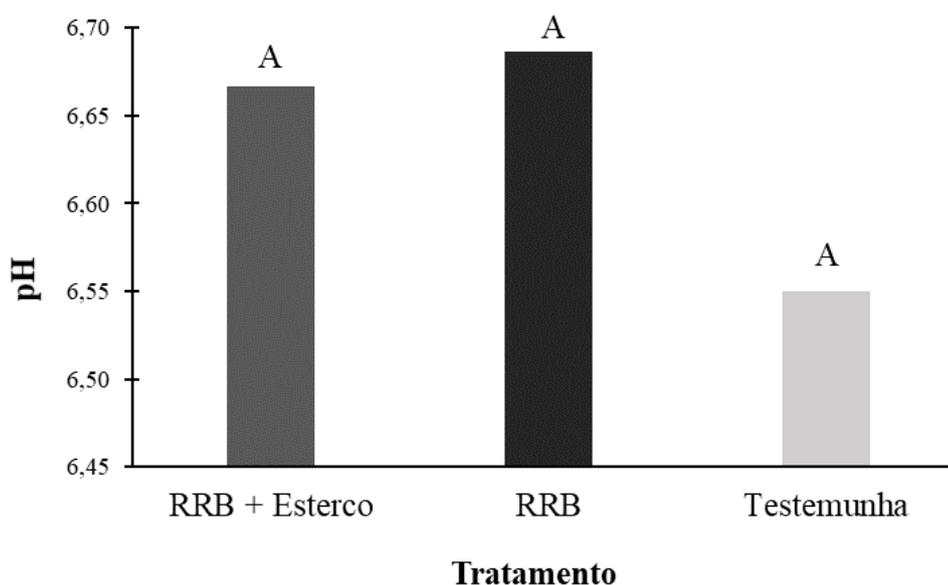


Figura 7 – Valores de pH do solo, após a aplicação das caldas orgânicas.

5.2 Condutividade elétrica (CE).

Nos solos, a condutividade elétrica nos tratamentos testemunha, RRB + Esterco e RRB foram de 0,68 dS. m⁻¹, 4,50 dS. m⁻¹ e 2,22 dS. m⁻¹, respectivamente. Os solos que receberam as aplicações de RRB + Esterco mostraram CE 103% maior do que o solo que recebeu o RRB (Tabela 04).

Corroborando esse resultado, o trabalho de BENITES e MENDONÇA (1998), o qual testou a influência da adição de esterco bovino fresco e de ácido húmico, em Latossolo, e confirma que o uso de adubos orgânicos no solo ocasiona aumento linear da condutividade elétrica, devido a disponibilização de quantidade significativa de sais, principalmente nos tratamentos com o esterco bovino com valores de 3,20 dS. m⁻¹ na suspensão de argila.

Esses resultados sinalizam a necessidade de cuidados com os biofertilizantes produzidos com esterco bovino, devido aos valores elevados de CE desses produtos, pois, dependendo da forma de aplicação, pode ocasionar a salinização do solo e prejudicar o desempenho das culturas.

Tabela 4 – Caracterização química da testemunha, dos solos tratados com RRB + Esterco e com o RRB.

Variáveis químicas	Testemunha	RRB + Esterco	RRB
pH (H ₂ O)	7,01	6,98	7,11
CE (dS/m)	0,68	4,50	2,22
M.O. (g/Kg)	8,00	14,50	9,00
P - Mehlich (mg/dm ³)	94,80	100,70	138,20
S - SO ₄ ²⁻ (mg/dm ³)	2,60	7,70	7,50
Ca ²⁺ (cmol _c /dm ³)	6,19	6,66	6,77
Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³)	2,26	2,53	2,32
K ⁺ (cmol _c /dm ³)	0,54	1,50	1,13
Na ⁺ (cmol _c /dm ³)	0,11	0,23	1,32
H+Al (cmol _c /dm ³)	0,68	0,53	0,50
CTC (cmol _c /dm ³)	9,78	11,45	12,05
Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	0	0	0
SB (cmol _c /dm ³)	9,10	10,92	11,55
T (cmol _c /dm ³)	9,79	11,45	12,05
m%	0	0	0
V%	93,08	95,39	95,89
Cu ²⁺ (mg/dm ³)	2,42	2,59	2,69
Fe ²⁺ (mg/dm ³)	11,00	12,20	12,50
Mn ²⁺ (mg/dm ³)	141,50	238,70	249,10
Zn ²⁺ (mg/dm ³)	3,80	4,20	4,20
B (mg/dm ³)	2,56	2,45	2,47

Notas: pH: potencial hidrogeniônico; CE: condutividade elétrica; M.O.: Matéria orgânica; CTC: capacidade de troca de cátions; SB: Soma de Bases; T: CTC a pH 7,0; m%: saturação por Alumínio; V%: saturação por bases.

5.3 Matéria orgânica (M.O.), Capacidade de troca de cátions (CTC)

A matéria orgânica (M.O.) nos solos do tratamento testemunha apresentou teor de 8,00 g/kg, no RRB + Esterco 14,50 g/kg e no RRB 9,00 g/kg, o que significou um aumento de 6,50 g/kg no tratamento de RRB + Esterco e de 1,00 g/kg no RRB em relação aos solos do tratamento testemunha (Tabela 4). Resultados semelhantes foram obtidos por TRAUTMANN-MACHADO *et al.*, (2012) em Latossolo Vermelho, do qual realizaram adubações com RRB, a aplicação de doses crescentes de RRB seco ou úmido aumentou de forma linear os teores de matéria orgânica no solo, com efeito maior quando da aplicação de RRB úmido na dose de 84 Mg MS ha⁻¹.

Com relação à CTC, observou-se o valor de 9,78 cmol_c/dm³ nos solos do tratamento testemunha, 11,45 cmol_c/dm³ no RRB + Esterco e 12,05 cmol_c/dm³ no RRB. Resultados contrários foram obtidos por WERMUTH (2019), com a aplicações de doses crescentes de RRB em Latossolo Vermelho-Amarelo, de forma que não obteve diferença estatística para a CTC. Corroborando com esses resultados, TRAUTMANN-MACHADO (2011), em aplicação de RRB em Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico e Latossolo Vermelho distrófico com diferentes doses de RRB, observaram que os resultados da CTC não foram influenciados pelo crescimento linear das doses. A diferença nos resultados pode estar relacionado a forma de aplicação do RRB, haja visto que o RRB no presente trabalho foi aplicado em forma líquida, diferindo dos trabalhos citados, onde o RRB foi aplicado diretamente no solo de forma sólida.

5.4 Fósforo (P)

A caracterização química do solo, realizado com o método de extração de fósforo por Mehlich demonstrou valores de P total, para os solos do tratamento testemunha 94,80 mg/dm³, no tratamento do RRB + Esterco 100,70 mg/dm³, 6,2% maior que a testemunha, e para RRB 138,20 mg/dm³, 45,8% maior que a testemunha (Tabela 4). O incremento de P foi observado nas aplicações das caldas orgânicas tanto para RRB + Esterco como para os solos aplicados com RRB.

O aumento de fósforo observado por TRAUTMANN-MACHADO (2011), em estudos com Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico e Latossolo Vermelho distrófico com a utilização de RRB aplicado via solo sendo em fonte seco e úmido, obteve crescimento linear nos teores de fósforo, conforme o aumento das doses. Com maior incremento de fósforo no Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico no RRB seco na maior dose com teor de P 65,63 mg dm⁻³. Aumento este que também foi observado por SILVA (2018), em trabalhos que estudava os

efeitos de esterco bovino em um Latossolo Vermelho eutroférico muito argiloso, em que a aplicação de esterco nos dois primeiros anos proporcionou aumento linear nos teores de P com o aumento das doses de esterco.

O aumento no teor de fósforo nos solos que foram aplicadas as caldas em relação a testemunha podem estar relacionados ao incremento de fósforo pela própria calda e, possivelmente, pela solubilização do nutriente pela adição de substâncias orgânicas (YANG; CHEN; YANG, 2019). Podendo também haver relação com fungos e bactérias solubilizadores de fosfato presente nas caldas aplicadas, como o *Penicillium sp.* e *Bacillus sp.*, dos quais já possuem estudos que os relacionam a solubilização de fosfato (MENDES; DOS REIS JUNIOR, 2003).

5.5 Enxofre (S)

O enxofre nos solos do tratamento testemunha, apresentou valores de $2,60 \text{ mg/dm}^3$, no RRB + Esterco aparece com $7,70 \text{ mg/dm}^3$ e no RRB com $7,50 \text{ mg/dm}^3$, apresentou aumento no RRB + Esterco e RRB com relação à testemunha (Tabela 04). Isso pode ser justificado pelo teor elevado de enxofre na composição química dos esterco (SILVA *et al.*, 2014), corroborado por MENEZES; DA SILVA (2008) em seus trabalhos, que afirmam ser possível através da incorporação de matéria orgânica no solo, devido a mesma ser fonte de S, não apenas garantir a conservação do nível adequado de S como também elevar expressivamente esses valores.

Porém, resultados diferentes a este foram obtidos por ALVES *et al.*, (2021) em trabalho que avaliou o efeito de algumas fontes de esterco aplicados diretamente ao solo e o esterco bovino não diferiu da testemunha com teor de S de 19 mg/dm^3 para ambos. Analogamente CAETANO e CARVALHO (2006), que avaliou o efeito da adubação com boro e esterco bovino nas propriedades químicas de um Latossolo Amarelo distrófico, demonstraram que os valores de S não foram influenciados pelos níveis de esterco. Comparando a forma de aplicação do esterco direto no solo dos dois últimos trabalhos citados ao uso de esterco em calda, percebe-se que, provavelmente, a utilização do esterco e do RRB em caldas favorece a adição de S ao solo.

Trabalhos demonstram, que a aplicação de esterco bovino no solo aumenta os teores de S nas partes aéreas das plantas e apresenta crescimento conforme o aumento das doses de esterco (COSTA; VALERI, 2012; NASCIMENTO *et al.*, 2015; OLIVEIRA NASCIMENTO *et al.*, 2020), comprovam, portanto, a alta eficiência do enxofre presente na matéria orgânica em ser absorvido pelas plantas.

6. CONCLUSÕES

A matéria orgânica junto com os microrganismos presentes, não exerceram efeito significativo nos valores de pH do solo.

Houve acréscimo do P em função dos tratamentos empregados, principalmente para o solo irrigado com o RRB, porém não se pode afirmar quanto do P deve-se a solubilização por meio dos microrganismos presentes na calda ou ao incremento do P presente na matéria orgânica do composto.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Daniela Fernanda; JUNIOR, Kleso Silva Franco; BRIGANTE, Giselle Prado; DIAS, Márcio de Souza; FERREIRA, Natália Scalco. EFEITOS DE DIFERENTES FONTES DE MATERIAL ORGÂNICO NA FERTILIDADE E UMIDADE DO SOLO. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 15, n. 4, pág. 644-659, 2021. Disponível em: <https://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/view/1054/543>. Acesso em: 12 de jun. 2022.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **Qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB. 1999.153p. Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/22929789/ayers-r-s-westcot-d-w-a-qualidade-da-agua-na-agricultura-campina-grande-ufpb-199>. Acesso em: 12 out. 2021.
- BENITES, Vinícius Melo; MENDONÇA, Eduardo de Sá. Propriedades eletroquímicas de um solo eletropositivo influenciadas pela adição de diferentes fontes de matéria orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 2, p. 215-221, 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/vPx54GXCN9rxxWGtbkmFbPm/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 09 de jun. 2022.
- CAETANO, Luiz Carlos Santos; CARVALHO, Almy Junior Cordeiro de. Efeito da adubação com boro e esterco bovino sobre a produtividade da figueira e as propriedades químicas do solo. **Ciência Rural**, v. 36, p. 1150-1155, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/mxnL4r6hHY38MzsJb6zhW5C/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 12 de jun. 2022.
- CARDOSO, Elke Jurandy Bran Nogueira; ANDREOTE, Fernando Dini. **Microbiologia do solo**. 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Bini/publication/311788702_Metabolismo_Microbiano/links/585a809908ae64cb3d4ac507/Metabolismo-Microbiano.pdf. Acesso em: 08 de set. 2021.
- CARVALHO, Patricia Aparecida de; BARROS, Vanessa Maria de Souza; FIGUEIREDO, Naiara Oliveira; BARROS, Marcos Vinicius dos Santos; FERREIRA, Flávia Monteiro Coelho. Desempenho agrônomo de rúcula (*Eruca sativa*) em função do uso de microrganismos eficientes (EM) e de palhada. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018. Disponível em: <http://cadernos.aba-agroecologia.org.br/index.php/cadernos/article/view/1263/1465>. Acesso em 15 de out. 2021.
- CICHELERO, Luis Henrique. **Efeito de doses de dejetos líquidos de suínos na germinação de sementes de soja, trigo e milho**. 2021. Disponível em: https://repositorio.uergs.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/1970/_luis_h._cichelero_-_tcc_versao_final.pdf?sequence=-1&isAllowed=y. Acesso em 07 de maio de 2022.
- COSTA, Fabiana Gorricho; VALERI, Sérgio Valiengo. Efeito do esterco bovino teor e acúmulo de macronutrientes em folhas de *Corymbia citriodora*. **Nucleus**, v. 9, n. 1, p. 101-114, 2012. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3988191>. Acesso em 29 de mai. de 2022.
- CUNHA, T.ony Jarbas Ferreira.; RIBEIRO, Larissa Pereira. Qualidade e relações pedogenéticas da matéria orgânica de alguns solos da região de Irecê (BA). **Revista brasileira de ciência do solo**, v. 22, p. 693-704, 1998. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/Qyrn9LGmPj3M9y89LZwSxBb/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 28/04/2022.

DALIAKOPOULOS, Ioannis; TSANIS, Ioannis; KOUTROULIS, Aristeidis; KOURGIALAS, Nektarios; VAROUCHAKIS, Emmanouil; KARATZAS, George; RITSEMA, Coen. The threat of soil salinity: a European scale review. **Science of The Total Environment**, v.573, p.727-739, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969716318794>. Acesso em: 29 dez. 2021.

DAS, Anup; PATEL, D.P.; KUMAR, Manoj; RAMKRUSHNA, G.I.; MUKHERJEE, Atanu; LAYEK, Jayanta; NGACHAN, S.V.; BURAGOHAIN, Juri. **Impacto de sete anos de agricultura orgânica no solo e na qualidade da produção e no rendimento das colheitas no leste do Himalaia, na Índia. Agricultura, ecossistemas e meio ambiente**, v. 236, p. 142-153, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Atanu-Mukherjee-3/publication/311427116_Impact_of_seven_years_of_organic_farming_on_soil_and_produce_quality_and_crop_yields_in_eastern_Himalayas_India/links/5845bd4e08ae61f75dd7cb94/Impact-of-seven-years-of-organic-farming-on-soil-and-produce-quality-and-crop-yields-in-eastern-Himalayas-India.pdf. Acesso em: 12 de Jun. 2022.

DE SOUZA, Edivan Rodrigues; FREIRE, Maria Betânia Galvão; CUNHA, Karina Patrícia da; NASCIMENTO, Clístenes Williams Araújo do; RUIZ, Hugo Alberto; LINS, Cintia Maria Teixeira. Biomass, anatomical changes and osmotic potential in *Atriplex nummularia* Lindl. cultivated in sodic saline soil under water stress. **Environmental and Experimental Botany**, v. 82, p. 20-27, 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0098847212000792>. Acesso em: 06 de mai. 2022.

DIAS, Nildo da S.; BLANCO, Flávio F. Efeitos dos sais no solo e na planta. **Embrapa Meio-Norte-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2010. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/889229/1/Efeitos0002.pdf>. Acesso em: 08 out. 2021.

DOURADO, Pablo Rugero Magalhães; LINS, Cíntia Maria Teixeira; DE MELO, Hidelblandi Farias; BENTZEN SANTOS, Hugo Rafael; MONTEIRO, Danilo Rodrigues; PAULINO, Martha Katharinne Silva Souza; DE CARVALHO LEAL, Lucas Yago. Osmotic adjustment in cowpea plants: Interference of methods for estimating osmotic potential at full turgor. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 145, p. 114-119, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0981942819304218>. Acesso em 14 de Set. 2021.

DUTRA, Tiago Reis; MASSAD, Marília Dutra; MOREIRA, Priscila Ribeiro; RIBEIRO, Érika Susan Matos. Efeito da salinidade na germinação e crescimento inicial de plântulas de três espécies arbóreas florestais. **Brazilian Journal of Forest Research/Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 91, 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164958/1/PFB-10.pdf>. Acesso em: 11 out. 2021.

FONTENELLE, Mariana Rodrigues; LIMA, Carlos Eduardo Pacheco; BONFIM, Catharine Abreu; ZANDONADI, Daniel Basílio; BRAGA, Marcos Brandão; PILON, Lucimeire; MACHADO, Eleuza Rodrigues; RESENDE, Francisco Vilela. **Biofertilizante Hortbio®: propriedades agrônômicas e instruções para o uso. Embrapa Hortaliças-Circular Técnica**

(**INFOTECA-E**), 2017. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1085285/1/CT162.pdf>. Acesso em 15 de out. 2021.

GONÇALVES, Mário Jorge de Souza. **Avaliação de risco de contaminação do aquífero fissural cárstico da região de Irecê – Bahia**, 2004. Disponível em:

<https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/27907/1/Disserta%c3%a7%c3%a3o%202018.pdf>. Acesso em 14 de Set. 2021.

GOMES, Eliane Aparecida; SOUZA, Francisco Adriano; SOUZA, Sylvia Morais de; VASCONCELOS, Maria José Vilaça de; MARRIEL, Ivanildo Evódio; SILVA, Ubiana Cássia da. Prospecção de comunidades microbianas do solo ativas no aproveitamento agrícola de fontes de fósforo de baixa solubilidade. **Embrapa Milho e Sorgo-Documentos (INFOTECA-E)**, 2010. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/883157/1/doc107.pdf>. Acesso em: 12 de out. 2021.

GORLACH-LIRA, Krystyna; COUTINHO, Henrique D.M. **Population dynamics and extracellular enzymes activity of mesophilic and thermophilic bacteria isolated from semi-arid soil of northeastern Brazil**. *Brazilian Journal of Microbiology*, São Paulo, v. 38, p. 135-141, 2007. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/bjm/a/nStj6FSQBwRrkzGgTDKKGpk/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 06 de nov. 2021.

KEREN, R.; SHAINBERG, I.; KLEIN, Eva. Valor de sedimentação e floculação de partículas de sódio-montmorilonita em meio aquoso. *Soil Science Society of America Journal*, v. 52, n. 1, pág. 76-80, 1988. Disponível em:

<https://doi.org/10.2136/sssaj1988.03615995005200010013x>. Acessado em: 15 de jun.2022.

KLAIC, R.; FÁVARO, C. P.; LODI, L. A.; DE OLIVEIRA, C. R.; FARINAS, C. S.

Biofertilizantes a partir do uso de fontes de nutrientes de baixa reatividade e microrganismos solubilizadores. In: **Embrapa Instrumentação-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA, 4., 2019, São Carlos, SP. Ciência, inovação e mercado: anais. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2019. Editores: Paulino Ribeiro Villas-Boas, Maria Alice Martins, Débora Marcondes Bastos Pereira Milori, Ladislau Martin Neto. SIAGRO 2019., 2019. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1114916/1/PBiofertilizantesapartirdousodefontesdenutrientesdebaixareatividadeemicrorganismossolubilizadores..pdf> . Acesso em 11 de out. 2021.

KUCEY, RMN. Phosphate-solubilizing bacteria and fungi in various cultivated and virgin

Alberta soils. *Canadian Journal of Soil Science*, v. 63, n. 4, p. 671-678, 1983. Disponível em: <https://cdnscepub.com/doi/pdf/10.4141/cjss83-068>. Acesso em: 12 de out. 2021.

LERMEN, Andréia Monique; CLERICI, Naiara Jacinta; SCHEIN, Dinalva; FRONZA, Carolina Smaniotto. MICRORGANISMOS UTILIZADOS NA REMEDIAÇÃO DE SOLOS CONTAMINADOS POR PETRÓLEO E SEUS DERIVADOS: UMA BREVE REVISÃO.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente, v. 1, n. 2, p. 60-60, 2020.

Disponível em: carrinho.pontofrio.com.br. Acesso em: 06 de nov. 2021.

LINS, Cíntia Maria Teixeira; SOUZA, Edivan Rodrigues de; MELO, Hidelblandi Farias de; PAULINO, Katharinne Silva Souza; DOURADO, Pablo Rugero Magalhães, LEAL, Lucas

Yago de Carvalho; SANTOS, Hugo Rafael Bentzen. Curvas de pressão-volume (PV) em *Atriplexnummularia* Lindl. para avaliação do ajuste osmótico e do estado da água em condições salinas. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 124, p. 155-159, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0981942818300202>. Acessado em: 29 de set. 2021.

LOURENÇO, Mariana. **Avaliação da capacidade máxima de adsorção de fósforo na fração argila de latossolos da região do triângulo mineiro**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/25658/1/avaliacaocapacidadeadsorcaofosforo.pdf>. Acesso em: 29 de mai. de 2022.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Ceres, 2006. 631 p. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/468454177/Manual-de-Nutricao-Mineral-de-Plantas-Malavolta-Completo-pdf>. Acesso em: 18 maio de 2022.

MANZATTO, Celso Vainer; FREITAS JUNIOR, Elias de; PERES, José Roberto R. **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/146673/1/Cap9-Tatiana.pdf>. Acesso em: 18 de jan. de 2022.

MARROCOS, Saulo de Tácio Pereira; JÚNIOR, José Novo; ANBRÓSIO, Mácia Michelle de Queiroz; CUNHA, Ana Paula Alves da. Composição química e microbiológica de biofertilizantes em diferentes tempos de decomposição. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 4, p. 34-43, 2012. Disponível em: https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/2557/pdf_24. Acesso em: 11 de maio de 2022.

MELO Hidelblandi Farias; SOUZA, Edivan Rodrigues; ALMEIDA, Brivaldo Gomes de; MULAS, Maurizio. Waterpotential in soil and *Atriplexnummularia* (phytoremediator halophyte) under drought and salt stresses. **International Journal of Phytoremediation** 20.3: 249-255, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15226514.2017.1374334>. Acesso em: 12 out. 2021.

MELO, Vander de Freitas; ALLEONI, Luís Reynaldo Ferraciú. **Química e mineralogia do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo., 2009.

MENDES, Iêdade Carvalho.; DOS REIS JUNIOR, Fábio Bueno. Microorganismos e disponibilidade de fósforo (P) nos solos: uma análise crítica. **Embrapa Cerrados- Documentos (INFOTECA-E)**, 2003. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/568171/1/doc85.pdf>. Acesso em: 11 de out. 2021.

MENEZES, Rômulo SC; DA SILVA, Tácio O. Mudanças na fertilidade de um Neossolo Regolítico após seis anos de adubação orgânica. Soil fertility changes in an Entisol following six years of application of organic manure. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/wTsr9Y6K3HzHkGFTJjHGpCD/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 29 de mai. de 2022.

MORALES, Marina Moura. **Avaliação dos resíduos sólidos e líquidos num sistema de abate de bovinos**. 2006. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/90460>. Acesso em: 04 nov. 2021.

MOREIRA, Fátima Lorena Magalhães et al. Adsorção de fósforo em solos do Estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 1, p. 7-12, 2006. Disponível em: <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/viewFile/210/205>. Acesso em 11 de maio de 2022.

MOREIRA, Luis C. J; TEIXEIRA, Adunias dos S.; GALVÃO, Lênio S.; LEÃO, Raimundo A. de O.; ROCHA NETO, Odílio C. da. Identificação de problemas de salinidade do solo utilizando técnicas de sensoriamento remoto. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; Claudivan Feitosade LACERDA, C, F. de.; GOMES FILHO, E. Manejo da salinidade na agricultura: Estudo básico e aplicados. Fortaleza: **INCTSal**, 2016.504p.

MUNNS, Rana. Fisiologia comparada do estresse salino e hídrico. **Planta, célula e ambiente**, v. 25, n. 2, pág. 239-250, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.0016-8025.2001.00808.x>. Acesso em: 12 out. 2021.

NASCIMENTO, Alex Favaro; PIRES, Fábio Ribeiro; CZEPAK, Marcio Paulo; FERNANDES, Adriano Alves; RODRIGUES, José de Oliveira. Caracterização de vermicomposto produzido com palha de café e esterco bovino. **Revista Caatinga**, v. 28, p. 01-09, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/Hswq4qkmVZMXb5xgmkpvbzbq/abstract/?lang=pt>. Acesso em 29 de mai. de 2022.

NASCIMENTO, Everaldo Silva; CALVALCANTE, Lourival Ferreira; GONDIM, Saulo Cabral; SOUZA, José Thyago Aires; BEZERRA, Francisco Thiago Coelho; BEZERRA, Marlene Alexandrina Ferreira. Formação de mudas de maracujazeiro amarelo irrigadas com águas salinas e biofertilizantes de esterco bovino. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 38, n. 1, p. 1-8, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Francisco-Bezerra-7/publication/316851327_Formacao_de_mudas_de_maracujazeiro_amarelo_irrigadas_com_aguas_salinas_e_biofertilizantes_de_esterco_bovino/links/5bfa0306a6fdcc538818cb67/Formacao-de-mudas-de-maracujazeiro-amarelo-irrigadas-com-aguas-salinas-e-biofertilizantes-de-esterco-bovino.pdf. Acesso em: 12 de out. 2021.

NASCIMENTO, Francisco Jonathan de Sousa Cunha; BARROSO, Andreia de Araujo Freitas; DOS SANTOS, Hosineide de Oliveira Rolim; LIMA, Paulo de Freitas. Hidrogeoquímica das águas subterrâneas da microrregião do Baixo Jaguaribe, Ceará, Brasil. **Águas Subterrâneas**, v. 35, n. 1, 2021. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/30035/19430>. Acesso em: 24 de nov. 2021.

OLIVEIRA, Francisco Nelsieudes Sombra; LIMA, Hermínio José Moreira; CAJAZEIRA, João Paulo. **Uso da compostagem em sistemas agrícolas orgânicos**. Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. Disponível em: https://www.projetovidanocampo.com.br/downloads/Uso_da_Compostagem_em_Sistemas_Agricolas_Organicos.pdf. Acesso em 12 de out. 2021.

OLIVEIRA NASCIMENTO, Brunode; GONÇALVES, Gustavo Kruger; SCHULLER, Emilio Mateus; GALARZA, Rodrigo de Moraes; RODRIGUES, Paulo Elias Borges; FONTOURA, Eduarda ArtechBeron da. Produção da cultivar de trevo branco zapican como cobertura verde e sua resposta a utilização de esterco bovino. **BrazilianJournalofDevelopment**, v. 6, n. 2, p. 5403-5417, 2020. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/6598>. Acesso em 29 de mai. de 2022.

OLIVEIRA PAIVA, Christiane Abreu de; MARRIEL, Ivanildo Evódio; GOMES, Eliane Aparecida Gomes; MATTOS, Bianca Bráz; SANTOS, Flávia Cristina dos; OLIVEIRA, Maycon Campos de; ALVES, Vera Maria Carvalho. Metodologia de aplicação de microrganismos solubilizadores de fósforo em sementes visando melhor aproveitamento deste nutriente pelas plantas. **Embrapa Milho e Sorgo-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2013. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/975937/1/bol88.pdf>. Acesso em: 15 de jun. 2022.

PAIVA, Arlicélio de Queiroz. **Carbonate-phosphate soils of Irecê Plateau, BA: genesis, mineralogy geochemistry**. 2010. 200 f. Tese (Doutorado em Fertilidade do solo e nutrição de plantas; Gênese, Morfologia e Classificação, Mineralogia, Química,) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/1606>. Acesso em: 12 out. 2021.

PASSOS FILHO, Roberto Rios; BARREIRO, Hernan Sales; DE JESUS, Gabriela Carvalho; DOS SANTOS, Cristovaldo Bispo. **CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA DO MUNICÍPIO DE IRECÊ, BAHIA. Águas Subterrâneas**, 2018. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/29315/18918>. Acesso em: 14 de Set. 2021.

PAULINO, Martha Katharinne Silva Souza et al. Influência dos tricomas vesiculares de *Atriplexnummularia* na fotossíntese, ajuste osmótico, elasticidade da parede celular e atividade enzimática. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 155, p. 177-186, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0981942820303703>. Acesso em: 24 de Nov. 2021.

PEDROTTI, Alceu; CHAGAS, Rogério Moreira; RAMOS, Victor Callegari; PRATA, Ana Paula do Nascimento; LUCAS, Ariovaldo Antônio Tadeu; SANTOS, Pricila Barbosa dos. Causas e consequências do processo de salinização dos solos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 1308-1324, 2015. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/231164824.pdf>. Acesso em: 11 out. 2021.

PELÁEZ, Carlos; MEJÍA, Alex; PLANAS, Antoni. **Development of a solid phase kinetic assay for determination of enzyme activities during composting. Process Biochemistry**, v.39, p. 971-975, 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0032959203002085>. Acesso em: 24 de nov. 2021.

PEREIRA, Marcos Gervasio; ARAÚJO, André Lucas Simões; DORTZBACH, Denilson; TACARES, Orlando Carlos Huertas; SILVA NETO, Eduardo Carvalho. Estimativa da acidez potencial através do método do pH SMP em solos de altitude de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v. 33, n. 1, p. 50-55, 2020. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/RAC/article/view/531/706>. Acesso em: 03 de jun. 2022.

RIBEIRO, M. R.; Barros, M. F. C.; Freire, M. B. G. S. Química dos solos salinos e sódicos. In: Melo, V. F.; Alleoni, L. R. F. (ed). Química e mineralogia do solo. Parte II – Aplicações. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2009. p.449-484.

ROLIM NETO, Fernando Cartaxo; Schaefer, Carlos Ernesto; Costa, Liovando Marciano; Corrêa, Marcelo Metri; Fernandes Filho, Elpídio Inácio; Ibraimo, Momade Mamudo. Adsorção de fósforo, superfície específica e atributos mineralógicos em solos desenvolvidos

de rochas vulcânicas do Alto Paranaíba (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.953- 964, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/kFZBRxNrXBGYtfTTz9bWCNn/?lang=pt>. Acesso em: 11 de maio de 2022.

SALOMÃO, Fabiana Lima; FARIAS, SaileDayani; ESTURARO, Leila Maria Couto. Tratamento do resíduo ruminal bovino por processo de compostagem convencional. In: **ColloquiumExactarum**. ISSN: 2178-8332. 2018. p. 70-76. Disponível: <https://journal.unoeste.br/index.php/ce/article/view/2762/2615>. Acesso em: 03 nov. 2021.

SARAIVA, Kleiton Rocha; NETO, Mario de Oliveira Rebouças; FERNANDES, Carlos Newdmar Vieira; FILHO, Francisco Marques; SILVA, Fábio de Souza; SALES, JonnathanRicheds da Silva. EFEITOS DE BIOFERTILIZANTE SOBRE O CRESCIMENTO E A BIOMASSA DO MILHO AGROECOLÓGICO NO PIAUÍ. **Centro de Pesquisas do Cacau Ilhéus-Bahia**, p. 67, 2020. Disponível em: <https://shortest.link/1hjm> . Acesso em 11 de out. 2021.

SANES, Fernanda San Martins; STRASSBURGER, André Samuel; ARAÚJO, Fábio Batista; MEDEIROS, Carlos Alberto Barbosa. Compostagem e fermentação de resíduos de pescado para produção de fertilizantes orgânico. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1241-1251, 2015. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744148006.pdf> . Acesso em 11 de out. 2021.

SHAINBERG, Isaac; OSTER, James Donald. **Quality of irrigationwater**. 1978. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0378377480900256>. Acesso em: 11 out. 2021.

SILVA, Alberto Nunes. **Manejo de resíduos sólidos industriais: frigorífico de Araguaína–TO**. 2011. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/2968>. Acesso em: 04 nov. 2021.

SILVA, Cristiane Neres; Negrão, Francisco Inácio; Silva, Denize Ribeiro da; Oliveira, Iara Brandão de; Oliveira, Paulo Roberto Nascimento; Abreu, Aislan Silva de; Santos, Jéssica Neres dos; Santos, Antonia de Andrade. AVALIAÇÃO PRELIMINAR DOS TIPOS HIDROQUÍMICOS E QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NOS DOMÍNIOS HIDROGEOLOGICOS DO ESTADO DE SERGIPE. **Águas Subterrâneas**, 2014. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28356/18457>. Acesso em: 03 de out. 2021.

SILVA, João José Mendes; CALVALCANTE, Lourival Ferreira; NASCIMENTO, José Adeilson Medeiros; DINIZ, Belisia Lucia Moreira Toscano; SOUTO, Antônio Gustavo Luna. Esterco bovino e potássio na composição mineral de plantas de noni. **Ciência florestal**, v. 24, p. 1021-1030, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/kSychSWRCyrfrK4mYjRvk3w/abstract/?lang=pt>. Acesso em 29 de mai. de 2022.

SILVA, Márcio Silveira da. **Efeitos de esterco bovino em atributos químicos e físicos do solo, produtividade de milho e créditos de nitrogênio**. 2018. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/154592/silva_ms_dr_jabo.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Acesso em: 13 de jun. de 2022.

SOUZA JÚNIOR, Reginaldo Fidelis de; OLIVEIRA, Fábio Henrique Tavares de; SANTOS, Hemmannuella Costa Santos; FREIRE, Fernando José; ARRUDA, Jandeilson Alves. Frações de fósforo inorgânico do solo e suas correlações com o fósforo quantificado por extratores e

pelo milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 159-170, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/zsKXgsTX4M74HnkrT8tzzHt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 11 de maio de 2022.

SOUZA, Tarso Moreno Alves de. **Silicato de cálcio como atenuante do estresse salino em mudas de maracujazeiro amarelo**. 2018. 43f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/3729/1/TarsoMAS_DISSERT.pdf. Acesso em: 12 out. 2021.

STAMFORD Newton Pereira; SANTOS Carolina Etienne de Rosálina e Silva Santos; JÚNIOR, Wilson Pereira Stamford; DIAS, Silvio Lino. Biofertilizantes de rocha fosfatada com *Acidithiobacillus* como adubação alternativa de caupi em solo com baixo P disponível. **Revista analítica**, v. 1, n. 9, p. 48-53, 2004. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/bio1_000ga8t67mb02wx5ok047vs6lm9m1pq1.pdf. Acesso em: 12 de out. 2021.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

TEIXEIRA, Paulo César; TEIXEIRA, Paulo César; DONAGEMMA, Guilherme Kangussu; FONTANA, Ademir; TEIXEIRA, Wenceslau Geraldes. **Manual de métodos de análise de solo**. 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/194786/1/Pt-5-Cap-1-Micromorfologia-do-solo.pdf>. Acesso em: 09 de jun. 2022.

TRAUTMANN-MACHADO, Raquel Joana. **Uso de Resíduo do Rúmen bovino como fonte de nutrientes na agricultura – Benefícios agrônômicos e conhecimento popular**. 2011. 123 p. Dissertação (Pós-graduação em Ciências Ambientais) – Universidade Do Estado do Mato Grosso, Mato Grosso, 2011. Disponível em: http://portal.unemat.br/media/oldfiles/ppgca/docs/dissertacao_raquel_joana.pdf. Acesso em: 04 nov. 2021.

TRAUTMANN-MACHADO, Raquel J.; PIERANGELI, Maria A. P.; GERON, Luiz J. V. ; SOUSA NETO, Eurico L. de; EGUCHI, Edson S.; SILVA, Fernando L. Desenvolvimento de capim Xaraés e fertilidade de Latossolo Vermelho adubado com resíduo ruminal bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 11, p. 1179-1187, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/PC63JNGGyCKNjn4xXkbDr4c/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 09 de jun. 2022.

VILLANUEVA, Tereza Cristina Bittencourt; LEAL, Luiz Rogério Bastos; ZUCCHI, Maria do Rosário; AZEVEDO, Antônio Expedito Gomes de; VILLANUEVA, Pablo Ramosandrade. **Caracterização hidroquímica e hidrogeológica do aquífero cárstico Salitre na região de Irecê, Bahia**. 2014. Disponível em: http://dspace.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/15451/Revista%20Brasileira%20de%20Recursos%20H%c3%addricos_Out_Dez_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em 14 de Set. 2021.

VILLANUEVA, Tereza Cristina Bittencourt; LEAL, Luiz Rogério Bastos; ZUCCHI, Maria do Rosário; AZEVEDO, Antônio Expedito Gomes de; VILLANUEVA, Pablo Ramosandrade. **Diagnóstico da qualidade das águas subterâneas e elaboração do mapa de uso e ocupação dos solos na região de Irecê-BA**. 2015. Disponível em:

https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/15450/Revista%20%20c3%81guas%20Su%20bter%20a2neas_29.1.2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em 14 de Set. 2021.

WERMUTH, Cássio. **Efeito da aplicação de resíduo ruminal bovino com cinzas na fertilidade do solo**. 2019. Disponível em:

http://189.126.105.41/bitstream/123456789/110/1/TCC%20C%3%A1ssio_Final_V%2002%20EPF%2006122019%20FINAL.pdf. Acesso em: 29 mai. 2022.

YANG, Xiaoyan; CHEN, Xiangwei; YANG, Xitian. Efeito da matéria orgânica na adsorção e dessorção de fósforo em um solo negro do nordeste da China. **Pesquisa de Solo e Cultivo**, v. 187, p. 85-91, 2019. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198718304367>. Acesso em: 28 de mai. de 2022.