



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE RONDÔNIA
CAMPUS COLORADO DO OESTE
CURSO ENGENHARIA AGRONÔMICA

LETÍCIA VIEIRA DA SILVA

**DOSES E MODO DE APLICAÇÃO DE FÓSFORO E POTÁSSIO EM SOLOS
DO CONE SUL DE RONDÔNIA**

COLORADO DO OESTE

2023

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE RONDÔNIA
CAMPUS COLORADO DO OESTE
CURSO ENGENHARIA AGRONÔMICA

LETÍCIA VIEIRA DA SILVA

**DOSES E MODO DE APLICAÇÃO DE FOSFÓRO E POTÁSSIO EM
SOLOS DO CONE SUL DE RONDÔNIA**

Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Agrônoma do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – *Campus* Colorado do Oeste, apresentado como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Dr. Magno Batista Amorim

COLORADO DO OESTE

2023

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO,
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Silva, Letícia Vieira da.
Doses e modo de aplicação de fósforo e potássio em solos do
Cone Sul de Rondônia / Letícia Vieira da Silva, Colorado do
Oeste-RO, 2023.
39 f.

Orientador(a): Prof. Dr. em Ciência do solo Magno Batista Amorim.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia -
IFRO, Colorado do Oeste-RO, 2023.

1. Agricultura. 2. Solos de Rondônia. 3. Fósforo e potássio. I.
Amorim, Magno Batista (orient.). II. Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Juliana Machado da Silva Sasset, CRB-11/1140 (Campus Colorado do Oeste)

FOLHA DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Engenharia Agrônoma, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - *Campus* Colorado do Oeste, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônoma.

Autor: Letícia Vieira da Silva

Orientador: Magno Batista Amorim

Situação: (X) Aprovado () Reprovado

Aprovado em: 17 / 05 / 2023

Magno Batista Amorim

Érica de Oliveira Araujo

Angelita Aparecida Coutinho Picazevicz

“Porque sou eu que conheço os planos que tenho para vocês”, diz o Senhor, “planos de fazê-los prosperar e não de lhes causar dano, planos de dar-lhes esperança e um futuro.”
Jeremias 29:11

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por ser meu refúgio, por sempre me guiar, dar forças, coragem, saúde e sabedoria para vencer os obstáculos da vida e alcançar meus objetivos.

Ao meu pai Wallace Azevedo Silva, por sempre acreditar em mim e me incentivar na busca de conhecimento, para a realização de mais um sonho.

A minha mãe Ellen Vieira Pacifico Silva, minha maior inspiração de mulher, te agradeço pelo amor, carinho, companheirismo, apoio, estímulo e compreensão nos momentos em que mais precisei, por ter me dado força e sustentabilidade financeira, por não medir esforços em me ajudar na realização deste sonho.

À minha irmã Aline Vieira da Silva, por estar sempre ao meu lado, me ajudando em todos os momentos desta jornada. Aos amigos que levarei para sempre comigo, Katyanny Oliveira Mota e Mateus Efraim Inácio, pela amizade e companheirismo neste período, tanto em momentos bons como em momentos ruins.

Agradeço ao meu noivo Isaac Ribeiro Kungel, por toda dedicação oferecida, desde o início dessa caminhada esteve comigo, me incentivando, sendo meu braço direito em tudo.

Ao professor e orientador Dr. Magno Batista Amorim, pela imensa paciência, coerência, clareza e dedicação em seus ensinamentos sempre disposto a atender minhas necessidades e dúvidas.

Ao professor Me. Anderson Puker, pela disponibilidade, auxílio, orientação, aprendizado, sugestões e paciência durante as correções.

Ao Engenheiro Agrônomo e técnico Leandro Dias, pelo apoio no laboratório de solos, pelo auxílio e paciência em todas as etapas do processo das análises químicas de solo.

E ao Instituto Federal de Rondônia - IFRO Campus Colorado do Oeste, que foi essencial no meu processo de formação profissional, pelo suporte, e por tudo o que aprendi ao longo dos anos do curso.

LETÍCIA VIEIRA DA SILVA¹
MAGNO BATISTA AMORIM²

RESUMO

Os manuais de recomendação de adubação do Brasil apresentam inúmeras técnicas. Contudo essa tecnologia deve ser calibrada para cada região produtiva. O Sul de Rondônia se destaca como grande produtor de grãos, carne e leite, porém não dispomos de recomendações técnicas de correção e manutenção da fertilidade dos solos que sustentem essa produção. Dessa forma, o presente estudo objetiva aperfeiçoar o manejo da adubação em solos da região do Cone Sul de Rondônia. O experimento a campo foi instalado na estação experimental do Instituto Federal de Rondônia, Campus Colorado do Oeste, em esquemas fatoriais duplos (6x2). Foram realizadas duas dosagens com P_2O_5 e K_2O nas doses de 40 e 80 $kg \cdot ha^{-1}$, aplicadas na linha de semeadura e incorporado na camada 0-20 cm. Foi cultivado algodão na safrinha em sistema plantio direto (SPD). As amostras de solo das camadas de 0-10 e 10-20 cm foram submetidas às análises químicas (P e K) conforme metodologia descrita pela Embrapa, (2017). Os resultados foram comparados por análise de variância (ANOVA) e quando significativos, foram comparados pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância. Houve uma grande variabilidade nos teores de P e K no solo, devido ao histórico de adubação da área, porém, foi possível observar que as dosagens de 40 $kg \cdot ha^{-1}$ se destacaram em relação ao melhor aproveitamento do nutriente aplicado e o melhor manejo, pois, a produtividade de algodão não diminuiu, tornando-se uma alternativa de manejo viável economicamente ao produtor rural.

Palavras-chave: Adubação. Fertilidade do solo. Interação de nutrientes.

¹Graduando em Engenharia Agrônoma, IFRO – Campus Colorado do Oeste, leticiavieiradasilva45@gmail.com

²Engenheiro Agrônomo, Dr. em Ciências do Solo / UFRGS – Professor EBTT/IFRO, Área Agronomia – Campus Colorado do Oeste, magno.amorim@ifro.edu.br

ABSTRACT

The fertilizer recommendation manuals in Brazil present numerous techniques. However, this technology must be calibrated for each productive region. The south of Rondônia stands out as a major producer of grains, meat and milk, but we do not have technical recommendations for correction and maintenance of soil fertility that support this production. Thus, the present study aims to improve the management of fertilization in soils in the Southern Cone region of Rondônia. The field experiment was installed at the experimental station of the Instituto Federal de Rondônia, Campus Colorado do Oeste, in double factorial schemes (6x2). Two dosages were performed with P_2O_5 and K_2O at doses of 40 and 80 kg.ha⁻¹, applied in the sowing line and incorporated in the 0-20 cm layer. Cotton was cultivated in the off-season in a no-tillage system (SPD). Soil samples from the 0-10 and 10-20 cm layers were subjected to chemical analysis (P and K) according to the methodology described by Embrapa, (2017). The results were compared by analysis of variance (ANOVA) and when significant, they were compared by Tukey's test at a 5% significance level. There was great variability in the levels of P and K in the soil, due to the history of fertilization in the area, however, it was possible to observe that the dosages of 40 kg ha⁻¹ stood out in relation to the best use of the applied nutrient and the best management, therefore, cotton productivity did not decrease, making it an economically viable management alternative for the rural producer.

Keywords: Fertilizing. Soil fertility. Nutrient interaction

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1	Cultura do algodoeiro no Cone Sul de Rondônia	14
2.2	Importância da fertilidade do solo	15
2.3	Fósforo no solo	16
2.4	Adubação fosfatada	17
2.5	Potássio no solo	18
2.6	Adubação potássica	19
2.7	Adubação na linha de semeadura e adubação a lanço	20
3	METODOLOGIA	22
3.1	Esquema Fatorial	22
3.2	Análise química do solo	22
3.2.1	Análise química do fósforo (P)	23
3.2.2	Análise química do Potássio (K)	24
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1	Teor de K e P disponível	25
4.2	Produtividade de algodão em caroço	28
5	CONCLUSÕES	30
6	REFERÊNCIAS	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise de solo antes da implantação do experimento.	22
Tabela 2. Teores de K submetidos a diferentes doses e modo de aplicação de P e K na camada de 0-10 cm.	25
Tabela 3. Teores de K submetidos a diferentes doses e modo de aplicação de P e K na camada de 10-20 cm.	27
Tabela 4. Teores de P submetidos a diferentes doses e modo de aplicação de P e K na camada de 0-10 cm.	28
Tabela 5. Teores de P submetidos a diferentes doses e modo de aplicação de P e K na camada de 10-20 cm.	28
Tabela 6. Produtividade de algodão em caroço submetido a diferentes doses de P e K e modos de aplicação.	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Croqui experimental com distribuição dos tratamentos	35
Figura 2 – Coleta das amostras de solo	35
Figura 3 – Preparação do solo para análise	36
Figura 4 – Análise de solo	36

1 INTRODUÇÃO

O cultivo de grãos em Rondônia anualmente vem crescendo, e se expandindo de norte a sul do estado, se destacando principalmente na região cone sul, onde se concentram os maiores produtores de grãos, como a soja e milho (EMBRAPA, 2016). O sucesso desta região se deve às características químicas e físicas dos solos e das características ambientais do sul do Estado, porém os produtores não dispõem de uma estrutura de apoio à produção agrícola no que diz respeito à avaliação da fertilidade do solo e recomendação de adubação (HENRIQUE; AMORIM; SILVA, 2018).

Em Rondônia a maioria das propriedades não adotam práticas de adubação e calagem e quando feitas, as correções são baseadas em manuais calibrados para outros estados e regiões, o que pode ser uma prática funcional, mas não ideal. Sendo assim, na região não existem estudos de calibração e correlação com solos regionais, os quais são necessários para elaboração das tabelas de recomendação de calagem e adubação (HENRIQUE; AMORIM; SILVA, 2018).

Segundo Marin (2012), dentre os nutrientes que mais limitam a produção em solos tropicais destacam-se o fósforo (P) e o potássio (K). O fósforo tem importância para a produtividade de plantas, em decorrência de sua participação nas membranas celulares, nos ácidos nucleicos e como constituinte de compostos armazenadores de energia, como ATP. O potássio é um dos cátions em maior concentração nas plantas e possui funções fisiológicas e metabólicas importantes, como ativação de enzimas, fotossíntese, translocação de assimilados, absorção de nitrogênio e síntese protéica (MISTURA et al., 2007).

No caso do P, devido ao avançado grau de intemperismo dos solos amazônicos, com grande parte da fração argila composta por óxidos de Fe e de Al, existe uma alta capacidade de adsorção química do ânion fosfato, nesse cenário, o solo age como dreno de P competindo com a planta pelo P adicionado (NOVAIS et al., 2007). Como consequência, a eficiência dos fertilizantes fosfatados é normalmente baixa, sendo necessária a aplicação de altas doses do nutriente para suprimento da cultura, no entanto, o aproveitamento do fósforo adicionado pode ser melhorado por meio do desenvolvimento de recomendações regionais que visem o manejo adequado da adubação, utilizando estratégias que diminuam o contato do

fertilizante com o solo, como aplicação localizada e o não revolvimento do solo após a colheita em SPD (CONTE et al., 2003).

Dessa forma, o uso racional destes nutrientes é de grande relevância para melhorar a produtividade das lavouras e diminuir a expansão do desmatamento, além de que são indispensáveis estudos de correlação e calibração para cada nutriente, dos quais serão elaboradas tabelas de recomendação de adubação e calagem (HENRIQUE; AMORIM; SILVA, 2018).

Portanto, é de fundamental importância o desenvolvimento de pesquisas que visem aperfeiçoar as recomendações de adubação. Sendo assim, os principais objetivos deste trabalho foi realizar a avaliação da adubação fosfatada e potássica nas doses de 40 e 80 kg.ha⁻¹, aplicadas na linha ou em superfície, com intuito de gerar indicadores de recomendação adubação para solos do Cone Sul de Rondônia.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Uma agricultura moderna exige o uso de fertilizantes e corretivos em quantidades adequadas, de forma a atender a critérios econômicos e, ao mesmo tempo, conservar a fertilidade do solo para manter ou elevar a produtividade das culturas (RAIJ, 1983). Essa produtividade está associada a diversos elementos, como a tecnologia aplicada, o manejo adotado, o cultivo de maior produtividade e a resistência a pragas e a doenças, além de uma nutrição que possibilite o desenvolvimento adequado dos vegetais cultivados (SALDANHA et al. 2016).

A adubação está relacionada à fertilidade do solo e à nutrição de plantas, por ser um dos meios que possibilitam a maior disponibilização de elementos que proporcionam o crescimento adequado dos vegetais de forma que evite a deficiência nutricional das plantas (SALDANHA et al. 2016).

Os nutrientes disponíveis para as plantas estão nas formas solúveis na solução do solo, e grande parte deles estão adsorvidos aos colóides, ou na fase mineral ou orgânica como elemento lentamente disponível, e para a diagnose da fertilidade de um solo é necessário conhecer: a disponibilidade de macro e micronutrientes, saber quem são os cátions e os ânions, a relação entre os nutrientes e as condições de acidez do meio, portanto estas informações deve-se associar o conhecimento das fontes de nutrientes, das características e necessidades das plantas, da experiência de solos e plantas para então poder recomendar uma calagem ou adubação, procurando obter o máximo rendimento econômico (SENGIK 2003).

Um dos fatores do aumento da produtividade das culturas deve-se ao manejo da fertilidade do solo por meio do uso eficiente de corretivos e fertilizantes, sendo assim, o uso de ferramentas que possibilitam melhor aproveitamento dos nutrientes pelas plantas também proporciona maior lucratividade aos produtores, e dentre essas ferramentas, a recomendação adequada de corretivos e nutrientes que atendam às necessidades do solo e das plantas torna-se fundamental para a sustentabilidade do sistema de produção e a sobrevivência do produtor, em virtude dos elevados custos de produção vinculados aos fertilizantes (PRIEBE, 2018).

2.1 Cultura do algodoeiro no Cone Sul de Rondônia

No estado de Rondônia os solos normalmente apresentam baixa CTC (capacidade de troca catiônica), teores de médio à baixo de matéria orgânica, além de condições climáticas muito favoráveis à degradação desta matéria orgânica, condição que tende a se acelerar com a correção da fertilidade do solo e preparo do solo (EMBRAPA, 2021).

O Cone Sul de Rondônia é constituído pelos municípios de Vilhena, Colorado do Oeste, Cerejeiras, Cabixi, Pimenteiras do Oeste, Corumbiara e Chupinguaia (Embrapa 2021). No estado de Rondônia, a região de Vilhena é considerada a maior produtora de grãos, onde estão localizados escritórios e armazéns dos grupos hegemônicos como Cargill, Bunge, Grupo Amaggi, e Grupo Masutti, sendo estes, fatores que propiciaram o desenvolvimento agrícola da região (SOUZA, 2021).

Na década de 1990, o estado de Rondônia foi o maior produtor de algodão da região Norte, produzindo em torno de 20.000 ha cultivados, a redução da área cultivada nos dias atuais ocorreu devido à descapitalização do produtor, política tributária e a não utilização de tecnologias apropriadas para a cultura (GODINHO et al., 2008). De acordo com os dados da Companhia de Abastecimento (CONAB) na safra de 2018/19, Rondônia teve área plantada de 5,2 mil ha totalizando produtividade de 3.750 kg.ha⁻¹ de algodão em caroço e 1.425 kg.ha⁻¹ de algodão em pluma, e produção de 19,5 mil toneladas de algodão em caroço e 7,4 mil toneladas de algodão em pluma destacando-se entre os estados produtores na região Norte.

No município de Vilhena/RO, os destaques para produção algodoeira no Estado ocorrem nas fazendas Independência e Jaqueline Masutti, gerando exportação de R\$ 172 milhões, duas indústrias de beneficiamento instaladas garantem mais de 200 empregos diretos e indiretos, onde a fazenda Jaqueline tem produção de 2.500 kg com total de 120 fardos de algodão por hora, e na fazenda algodoeira a produção é de 1952 ha, com rendimento de 16.400 fardos e média de 2.220 kg brutos por fardo (BACON, 2019).

2.2 Importância da fertilidade do solo

A fertilidade do solo é considerada um pilar fundamental para atingir uma boa produtividade, e pode ser caracterizada como a capacidade que o solo apresenta para que as plantas nele cultivadas possam se desenvolver e produzir. Esta capacidade do solo é determinada pelas propriedades mecânicas, mineralógicas, físicas e biológicas (BISSANI et al., 2008).

Solos com boas propriedades de fertilidade são aqueles capazes de suprir à cultura implantada proporcionando nutrientes essenciais durante seu ciclo, além de identificar os principais fatores que limitam a capacidade do solo, permitindo uma tomada de decisão para a sua correção ou manutenção, possibilitando um bom desenvolvimento e produtividade das plantas (BISSANI et al., 2008).

Fornecer quantidades suficientes de nutrientes para as culturas atingirem seu potencial de produtividade sendo ao mesmo tempo economicamente viável é considerado um dos maiores desafios da fertilidade moderna, pois todos esses fatores precisam estar ajustados para obter um bom resultado no manejo (SCHILINDWEIN, 2003). Os estudos sobre a fertilidade do solo são relacionados à interação entre os nutrientes e a planta, em que cada nutriente precisa ser estudado para que suas funções sejam definidas e medidas, a fim de proporcionar o adequado desenvolvimento das plantas, por meio do conhecimento dos fatores que limitam a disponibilidade, permitindo então corrigir os excessos e as deficiências dos elementos (SALDANHA et al., 2016).

Sendo assim, para determinar a quantidade necessária de fertilizantes para as culturas, a análise do solo é considerada a ferramenta mais utilizada, porém é eficiente somente se apoiada em um programa de calibração dos valores obtidos pelo método analítico com o rendimento das culturas (SCHLINDWEIN; GIANELLO, 2003). Esse processo de calibração baseia-se em definir a quantidade de determinado nutriente no solo, utilizando o método de ponderação, nesse caso, a análise do solo, por meio das medidas de respostas das plantas, geralmente relacionada ao rendimento e à quantidade absorvida, posteriormente são geradas tabelas de interpretação e recomendação de fertilizantes, permitindo então atingir níveis de nutrientes satisfatórios no solo (WENDLING et al., 2008).

2.3 Fósforo no solo

O fósforo (P) é um dos macronutrientes essenciais menos absorvido pelas plantas, porém é considerado o elemento mais utilizado no Brasil para a adubação de manutenção e correção de grandes culturas, esta controvérsia ocorre devido à intensa interação que o fósforo apresenta em solos altamente intemperizados (VILAR et al., 2010). Em relação a sua mobilidade, o P se movimenta pouco na maioria dos solos, sendo que geralmente permanece onde é colocado, devido ao intemperismo dos minerais ou pela adubação, sua absorção pode ficar comprometida em solos compactados, em consequência da resistência mecânica do solo reduzir a capacidade de absorção das raízes (VAN RAIJ, 1991).

No solo, uma das principais fontes de P é a matéria orgânica, podendo variar de 20 a 80% do total do P no solo, portanto, a disponibilidade de P desta fração está ligada à atividade biológica e à mineralização da matéria orgânica, sendo assim, a transformações biológicas e químicas que ocorrem no solo permitem o aumento das disponibilidades desse nutriente (BATISTA et al., 2018).

De acordo com Souza (2007), o P presente nos solos encontra-se sob as formas orgânicas (Po) e inorgânicas (Pi), que se diferenciam entre si pelo grau de estabilidade ou solubilidade. O P orgânico é considerado um componente da matéria orgânica do solo, no qual aumenta com o aumento da matéria orgânica (VAN RAIJ, 1991), pois os processos biológicos regulam a dinâmica e distribuição de formas lábeis de P no solo, além da reciclagem da forma orgânica ser considerada um fator importante na disponibilização desse nutriente às plantas (WHITELAW, 2000).

A fração inorgânica de P no solo pode ser dividida em fase líquida e fase sólida, na fase líquida, o P ocorre em teores muito baixos, sendo assim, o P solúvel na camada arável do solo não é considerado o insuficiente para suprir a necessidade das culturas (RAIJ, 1991). Na fase sólida, o P é encontrado principalmente junto aos compostos de ferro, alumínio e cálcio e na matéria orgânica, podendo ser dividido em P-lábil e P-não lábil (SÁ, 2004).

2.4 Adubação fosfatada

O fósforo (P) é considerado um macronutriente primário, essencial no metabolismo das plantas, atuando em diversas funções, na transferência de energia da célula, na respiração e fotossíntese, sendo também um componente estrutural dos ácidos nucleicos de cromossomos e de muitas coenzimas, como a fosfoproteínas e fosfolipídeos (ZUCARELI et al., 2006). Dessa forma, a indisponibilidade de fósforo (P) no início do ciclo vegetativo pode afetar diretamente o desenvolvimento das plantas, sendo necessário suprir a planta nos estádios iniciais de crescimento, para um desenvolvimento satisfatório (ZUCARELI et al., 2006).

O fósforo (P) é o nutriente mais limitante ao cultivo nos solos tropicais, que, geralmente, apresentam alta capacidade de adsorção de P, alguns atributos químicos e físicos do solo que determinam sua disponibilidade, como o teor de argila, pH, CTC efetiva e matéria orgânica influenciam na dinâmica de adsorção (VINHA et al. 2021). O fornecimento de fósforo de forma natural por meio da intemperização do mineral de origem e da mineralização da matéria orgânica é insuficiente para atender a demanda nutricional das plantas, fazendo-se necessário o uso de fertilizantes fosfatados (STAUFFER; SULEWSKI, 2004).

Dessa forma, de acordo com a Embrapa (2016), a adubação fosfatada é prática imprescindível no estabelecimento e manutenção, e tem como objetivo elevar o P na solução do solo, principalmente em solos que apresentam baixa disponibilidade desse nutriente, portanto, para sistemas de cultivos anuais, é necessário que se utilizem recomendações adequadas no manejo, visando alta eficiência do uso do fósforo (P), buscando elevar a sua disponibilidade no solo a níveis considerados satisfatórios, que resultará num aumento do potencial produtivo da área, quando esta apresentar condições favoráveis de suprimento de água e dos demais nutrientes.

De acordo com Costa e Rosolem, (2000) estudos demonstram no sistema de plantio direto, a aplicação de fertilizantes fosfatados em área total (fosfatagem) tem sido realizada em superfície, sem incorporação, e devido à presença da palhada e do maior nível de matéria orgânica, este manejo proporciona um ambiente menos oxidativo, fazendo com que as reações de fixação sejam minimizadas e que haja

menor contato dos resíduos com o solo, promovendo impacto direto na fertilidade das camadas superficiais, até 10 cm de profundidade.

Segundo Liebert (2017) “a adubação fosfatada a lanço vem sendo utilizada em algumas regiões do Brasil, visando maior rendimento operacional nas janelas de semeadura, de modo que se aproveite ao máximo os períodos de safra e safrinha”.

2.5 Potássio no solo

O potássio (K) está entre os dez elementos mais abundantes na crosta terrestre e ocorre na natureza somente sob a forma de compostos e além dos típicos minerais de minério formados por cloretos e sulfatos, o potássio está presente em outras centenas de minerais (NASCIMENTO; LOUREIRO, 2004).

No solo o potássio apresenta-se em diversas formas, e considerando sua disponibilidade para as plantas, pode ser classificado em quatro categorias: potássio solúvel em água; potássio trocável; potássio não trocável e potássio estrutural, o potássio solúvel em água é o potássio na solução do solo, sendo prontamente disponível para as plantas e os microrganismos e potencialmente sujeito à lixiviação e o potássio trocável é adsorvido na superfície da argilaminerais e de colóides orgânicos do solo (EMBRAPA, 2021). Segundo a Embrapa (2021), o potássio não trocável é o mais fortemente retido por ligações de alta energia nos sítios de troca, nas entre camadas dos argilominerais ou em minerais primários se o potássio estrutural é o potássio incorporado às estruturas cristalinas de minerais, como os feldspatos e as micas.

A disponibilidade de K, assim como a capacidade de suprimento deste nutriente pelo solo, depende da presença de minerais primários e secundários, da aplicação de fertilizantes e da CTC do solo, além da ciclagem do nutriente pelas plantas, sendo assim, a disponibilidade depende das formas de K presentes e da quantidade armazenada em cada uma dessas formas que contribuem na movimentação e dinâmica do K no perfil do solo (WERLE et al. 2008).

Sanzonowic e Mielniczu (1985) discorrem sobre a mobilidade do potássio na solução do solo, no qual, movimenta-se verticalmente, principalmente, por fluxo de massa e como consequência pode ser perdido por lixiviação, sendo transportado para as profundidades. Portanto, a escolha da fonte e do manejo a ser aplicado no

solo influencia diretamente na lixiviação, pois, está relacionada a determinadas condições, como a quantidade de água, dose do elemento aplicado, textura do solo e CTC (capacidade de troca catiônica) (ROSOLEM et al., 2006).

2.6 Adubação potássica

O K é considerado um macronutriente indispensável no desenvolvimento vegetal, atuando em diversas funções metabólicas e estruturais na planta, sendo essencial no processo fotossintético e, quando deficiente, a fotossíntese diminui e a respiração aumenta condições tais que reduzem o suprimento de carboidratos para as plantas impedindo, inclusive, a incorporação eficiente do nitrogênio (N) (LANYON; GRIFFITH, 1988)

Na região tropical, normalmente os solos apresentam teores baixos de K, considerados inferiores a mmol dm^{-3} , sendo assim, torna-se necessário a complementação com fertilizantes para proporcionar produtividades sustentáveis e contribuir com o desenvolvimento da planta (OTTO et al. 2010) Sendo assim, as recomendações para adubação potássica são baseadas principalmente em solos de conteúdo K trocável, pois, em solos tropicais a dinâmica do K depende da argila, da textura do solo, do pH, da CTC e da relação $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}/\text{K}$, fatores esses que tem como objetivo de regular a disponibilidade do potássio, e a relação entre potássio na solução do solo e potássio adsorvido nos colóides (EMBRAPA, 2012).

Para atingir bons resultados no campo, é necessário levar em consideração as formas de aplicação de fertilizantes, os sistemas de manejo do solo e o conseqüentemente o efeito na dinâmica de nutrientes. Sendo assim, o modo de aplicação de fertilizantes potássicos merece especial atenção devido à suscetibilidade do K a perdas por processos erosivos, principalmente em solos com baixa CTC (MIELNICKUK, 2005).

As formas de aplicação do K^+ devem seguir um rigoroso manejo de adubação, pois a passagem do K^+ da forma trocável para a não trocável pode ser rápida, dependendo da textura do solo e da concentração do nutriente na solução é possível ocorrer elevadas perdas por lixiviação devido a sua alta solubilidade (LENZI, et al. 2015).

Segundo Bernardi (et al. 2009), a adubação da soja e do algodoeiro normalmente é realizada aplicando-se parte dos fertilizantes no sulco de semeadura e parte em cobertura, porém, em algumas condições, existe a possibilidade de antecipação dessas adubações, aplicando-se, a lanço, antes da semeadura. Por sua vez, a aplicação de altas doses de potássio, no sulco de semeadura, deve ser evitada, devido ao efeito salino e, em algumas situações, devido às perdas por lixiviação, principalmente em solos arenosos, com baixa capacidade de troca de cátions, por isso, doses elevadas devem ser reduzidas na semeadura, podendo o restante ser aplicado em cobertura, no período de maior exigência da cultura (BERNARDI, et al. 2009)

2.7 Adubação na linha de semeadura e adubação a lanço

A adubação é a prática agrícola que consiste em adicionar ao solo a quantidade de nutrientes que preenche a lacuna entre o que a planta exige e o que o solo pode fornecer, acrescentando, ainda, a quantidade perdida, sendo assim, é considerada uma etapa de extrema importância na agricultura, pois é responsável pela qualidade dos produtos cultivados (MALAVOLTA, 1989). Portanto, os fertilizantes possuem uma grande função nesse processo, e aplicados de forma correta garantem um bom desenvolvimento da lavoura.

Os resultados de muitas pesquisas realizadas em solos representativos do Brasil nas últimas décadas indicaram que o modo mais eficiente de aplicação de fertilizantes depende principalmente da mobilidade do nutriente no solo e na planta, além das características do solo e dos próprios fertilizantes, tendo como objetivo garantir maior fixação de nutrientes na planta e no solo (EMBRAPA, 2016).

De acordo com Chueri et al. (2005) entre as formas de distribuição de fertilizantes, as que se destacam são a adubação a lanço antecipada e a adubação na linha de semeadura, a adubação na linha plantio, consiste na aplicação de fertilizantes e sementes ao mesmo tempo. Nesse mesmo contexto Malavolta (1981), afirma que adubação na linha de plantio, baseia-se na “aplicação de fertilizantes e

sementes ao mesmo tempo na linha de semeadura, sendo o modo mais difundido e utilizado pelos agricultores no Brasil desde a invenção da semeadora-adubadora”.

Já o método de adubação a lanço, consiste em aplicar o adubo na camada superficial do solo, antecipando a aplicação total ou parcial da quantidade de fertilizante requerida, pela cultura, permitindo que o processo de semeadura ocorra de forma mais rápida, pois permite maior agilidade na semeadura e conseqüentemente reduz os gastos com as operações. De acordo com Castoldi et al. (2012), na adubação a lanço, o processo consiste em realizar a distribuição da quantidade total, ou parcial, do fertilizante de forma antecipada ou logo após a semeadura.

Segundo a Embrapa (2014), a adubação a lanço é uma técnica que apresenta determinados benefícios, como evitar possíveis danos causados às plântulas devido a reações dos fertilizantes localizados próximos às sementes, além de gerar um ganho em tempo e produtividade, pois, esse método é realizado na superfície do solo, o que permite uma faixa de aplicação de fertilizantes a lanço. No caso da adubação a lanço, a uniformidade com que a adubação é realizada possibilita que quase todo o solo entre em contato com o fertilizante (Prado et al. 2001)

3 METODOLOGIA

3.1 Esquema Fatorial

O estudo foi conduzido no Instituto Federal de Rondônia – IFRO, Campus Colorado do Oeste, localizado na BR 435, Km 63, Colorado do Oeste, RO. Foi instalado um experimento a campo conforme croqui apresentado na Figura 1, no qual, foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso em esquema fatorial duplo (6x2), com três repetições. Para o fator adubação com P e K, foram aplicados, 40 e 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O em diferentes modos de aplicação aplicados na linha e a lanço em superfície, sendo eles: P e K em superfície (P e K sup); P e K linha (P e K linha); P em superfície e K linha (P sup/ KI); P na linha e K em superfície (PI/K sup); Sem P e K na linha (Sem P/KI); P na linha sem K (PI/ Sem K).

Tabela 1. Análise de solo antes da implantação do experimento.

pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H +Al	P-REM	S	CTC	V	m
H ₂ O	g/Kg	mg/dm ³		cmol c /dm ³				mg/litro	cmol c /dm		%	
6,1	26,2	63	278	5,4	1,3	0	4,1	19,3	7,3	11,4	65	0

3.2 Análise química do solo

Inicialmente, foi realizada a coleta das amostras de solo nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, no qual, foram coletadas em torno de 249 amostras. Nesse processo foram utilizados equipamentos necessários para a coleta, como: trado caneca, trado fatiador, baldes, enxadas, pá e facão. Após a coleta, as amostras foram armazenadas e identificadas em sacos plásticos, conforme a Figura 2. Posteriormente, as amostras passaram pelo processo de Terra Fina Seca ao Ar (TFSA), que consiste nas amostras destorroadas e passadas em peneira de 20 cm de diâmetro e malha de 2 mm.

Foi cultivada a cultura algodão na safrinha e após a colheita foram coletadas amostras de solo, as quais foram submetidas às análises químicas (P e K) conforme metodologia descrita pela Embrapa (2017).

3.2.1 Análise química do fósforo (P)

De acordo com a Embrapa, (2017), o fósforo disponível baseia-se no princípio da dissolução de minerais contendo P ou deslocamento de P retido nas superfícies sólidas do solo para a solução, por ânions capazes de competir com o P pelos sítios de retenção

Para a análise química de P, foram utilizados os seguintes materiais: Béquer de 250 mL; Balões volumétricos de 250 mL, 1 L, 2 L e 10 L; Pipeta; Erlenmeyer de 125 mL; Agitador circular horizontal; Balança analítica; Espectrofotômetro UV-Vis e Proveta (EMBRAPA, 2017).

Foi utilizada a solução extratora Mehlich-1 ($\text{HCl } 0,05 \text{ mol L}^{-1}$ e $\text{H}_2\text{SO}_4 0,0125 \text{ mol L}^{-1}$), no qual, foi adicionado 41,5 mL de ácido clorídrico concentrado p.a. ($d = 1,19 \text{ g cm}^{-3}$ e 37%) e 6,8 mL de ácido sulfúrico p.a. ($d = 1,84 \text{ g cm}^{-3}$ e 98%) em aproximadamente 5 L de água destilada ou deionizada, contidos em balão volumétrico de 10 L; em seguida foi agitado e completado com água.

Para o procedimento, foi seguido passo a passo do Manual de Análise Química do Solo da Embrapa (2017):

- Pesar 10 g de solo (TFSA) e colocar em Erlenmeyer de 125 mL.
- Adicionar 100 mL de solução extratora Mehlich-1 ($\text{HCl } 0,05 \text{ mol L}^{-1}$ e $\text{H}_2\text{SO}_4 0,0125 \text{ mol L}^{-1}$).
- Agitar durante 5 minutos em agitador circular horizontal.
- Deixar decantar durante uma noite.
- Pipetar, sem filtrar, 25 mL do extrato e passar para recipiente plástico.
- Pipetar 5,00 mL desse extrato e colocar em Erlenmeyer de 125 mL; deixar o restante para determinação de K^+ e Na^+ .
- Adicionar 10 mL de solução ácida de molibdato de amônio diluída e aproximadamente 30 mg de ácido ascórbico em pó, como redutor.

- Agitar de 1 a 2 minutos em agitador circular horizontal.
- Deixar desenvolver a cor durante 1 hora.
- Em seguida, fazer a leitura da densidade ótica no espectrofotômetro-UV-Vis, usando filtro vermelho (comprimento de onda de 660 nm).
- No caso de a amostra possuir elevada concentração de fósforo, deve ser feita a diluição do extrato antes da adição da solução ácida de molibdato de amônio, até que seja possível a leitura no aparelho. Sempre lavar o pipetador entre uma amostra e outra.

3.2.2 Análise química do Potássio (K):

O princípio do potássio trocável consiste na extração com solução Mehlich⁻¹ e posterior determinação por espectrofotometria de chama. Foram utilizados os seguintes materiais: Balões volumétricos de 50 mL e de 1 L; Balança analítica e Fotômetro de chama (EMBRAPA, 2017).

Na preparação dos reagentes, foi utilizada a solução padrão de KCl e NaCl 10 cmolc L⁻¹, no qual foi pesada 7,46 g de KCl e 5,85 g de NaCl previamente seco em estufa e posteriormente dissolvido em solução extratora de Mehlich⁻¹ até completar o volume de 1 L (EMBRAPA, 2017).

Para o procedimento, foi seguido passo a passo do Manual de Análise Química do Solo da Embrapa (2017):

- Utilizar o extrato obtido
- Passar o extrato de solo obtido com solução de Mehlich⁻¹ no fotômetro de chama e em seguida anotar a leitura.
- Caso a leitura ultrapasse o valor do padrão de maior concentração (ou do limite de detecção do aparelho quando ele dá leitura direta em concentração), fazer a diluição da amostra.
- Levar em conta a diluição efetuada quando calcular concentração de K⁺.
- Fazer também uma prova em branco utilizando a solução extratora pura.

Os resultados das análises foram comparados à produtividade da cultura e análise de variância ANOVA para determinar as melhores estratégias de manejo da

adubação. Quando significativos, os resultados da ANOVA foram comparados pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Teor de K e P disponível.

Na camada de 0-10 cm, para maioria dos modos de aplicação, o teor de K não diferiu independente da dose aplicada, mesmo aumentando a dose para 80 kg ha⁻¹ não houve diferença significativa, exceto para o tratamento (Sem P/KI) (Tabela 2), pois, quando apenas o K foi aplicado na linha a dose de 40 kg ha⁻¹ apresentou maior teor de K (337 mg dm⁻³) esse mesmo tratamento se mostrou superior no modo de aplicação na dosagem de 40 kg ha⁻¹, comparado ao tratamento (P e K sup) (233 mg dm⁻³), demonstrando que apesar da grande variabilidade da área, indica que a dosagem de 40 kg ha⁻¹ é uma alternativa interessante ao produtor, tendo em vista a mão de obra e, principalmente ao preço do nutriente. Esses resultados podem ser explicados pelo histórico de adubação da área antes da instalação do experimento, em que eram cultivados coqueiros, sendo as adubações feitas nas covas, o que causou uma grande variabilidade nos teores de K e P, além de manchas com altos teores desses elementos, aumentando o coeficiente de variação de dados.

Tabela 2. Teores de K submetidos a diferentes doses e modo de aplicação de P e K na camada de 0-10 cm.

							Média
Dose	P e K Sup.	P e K Linha	Ps/KI	PI/Ks	Sem P/KI	PI/Sem K	
							mg/dm ³
40 kg ha⁻¹	233 Ba	248ABa	272ABa	304ABa	337 Aa	294AB	281
80 kg ha⁻¹	263 Aa	303 Aa	253 Aa	237 Aa	253 Ab	304 Aa	269
Média	248	275	262	270	295	299	

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas dentro das linhas e minúsculas dentro das colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. P e K Sup (aplicação de P e K em superfície); P e K Linha (aplicação de P e K na linha); Ps/KI (aplicação de P em superfície K na linha); PI/Ks (aplicação de P na linha e K em superfície); Sem P/KI (aplicação sem P e K na linha); PI/Sem K (aplicação de P na linha sem K). CV (%) 26.54

Além disso, quando comparamos com a produtividade do algodão (Tabela 6) o tratamento (SemP/KI) não apresentou diferença entre as doses, indicando que para o solo em estudo a dose de 40 kg ha⁻¹ foi suficiente para se alcançar altas produtividades, superiores a 200@ ha⁻¹.

Neto (et al., 2020) sugere que se deve realizar a adubação com potássio (K) no sulco de semeadura, com o objetivo de melhorar os efeitos benéficos deste elemento e aumentar produtividade. Lopes (1998) cita que em geral, as respostas das culturas aos diferentes métodos de aplicação de potássio não são tão marcantes nem consistentes como para nitrogênio e fósforo, porém, condições de solo frio, compactado ou seco, tendem a impor mais estresse na absorção de potássio e podem justificar a localização de altas concentrações de potássio nas proximidades do sistema radicular em desenvolvimento. Na cultura do algodão, Lopes (1998) relata que as aplicações de potássio em faixas profundas do solo têm sido comprovadas como importantes para corrigir a deficiência de potássio no subsolo.

Na tabela 4, para camada de 10-20 cm, houve diferença significativa no tratamento Sem (P/K linha) (302 mg dm⁻³), em que na dose de 40 kg ha⁻¹ apresentou um teor superior de K, comparada com a dose de 80 kg ha⁻¹ (213 mg dm⁻³). É possível observar também que no modo de aplicação (P e K em sup), a dose de 80 kg ha⁻¹, obteve um teor de K superior (266 mg dm⁻³), comparado a dose de 40 kg ha⁻¹ (242 mg dm⁻³). Já entre os modos de aplicações na dose de 80 kg ha⁻¹, o tratamento (P e K linha) foi superior (313 mg dm⁻³) em relação ao tratamento (PI/K sup) (188 mg dm⁻³), isso se deve ao efeito da concentração de K numa menor região do solo, o que favoreceu a descida do nutriente para a camada 10-20 cm.

Tabela 3. Teores de K submetidos a diferentes doses e modo de aplicação de P e K na camada de 10-20 cm.

Dose	P e K Sup.	P e K Linha	Ps/Kl	Pl/Ks	Sem P/Kl	Pl/Sem K	Média
----- mg/dm ³ -----							
40 kg ha⁻¹	242 Ab	235 Aa	226 Aa	236 Aa	302 Aa	254 Aa	255
80 kg ha⁻¹	266Aba	313 Aa	238 ABa	188 Ba	213ABb	272ABa	248
Média	254	274	232	212	257	390	

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas dentro das linhas e minúsculas dentro das colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. P e K Sup (aplicação de P e K em superfície); P e K Linha (aplicação de P e K na linha); Ps/Kl (aplicação de P em superfície K na linha); Pl/Ks (aplicação de P na linha e K em superfície); Sem P/Kl (aplicação sem P e K na linha); Pl/Sem K (aplicação de P na linha sem K). CV (%) 31.61

Quanto ao teor de fósforo (P) disponível de acordo com a tabela 4, pode-se observar que na camada de 0-10 cm, houve diferença quando o fósforo (P) foi aplicado na linha (Pl/Ks) na dose de 40 kg ha⁻¹, no qual apresentou um teor de fósforo (P) superior (164 mg/dm³), aos demais modos de aplicação e inclusive à dose de 80 kg ha⁻¹. A aplicação localizada concentra o nutriente próximo a linha, sendo então considerada uma alternativa economicamente viável ao produtor rural, podendo representar grande economia com fertilizantes, uma vez que a metade da maior dose (80 kg ha⁻¹) possibilitou o maior aumento da disponibilidade de fósforo.

Na camada de 10-20 cm também houve diferença significativa na dose de 40 kg ha⁻¹, quando o fósforo foi aplicado na linha e o potássio em superfície demonstrou teor de fósforo superior aos demais (127 mg/dm³), conforme a tabela 5.

Tabela 4. Teores de P submetidos a diferentes doses e modo de aplicação de P e K na camada de 0-10 cm.

Dose	P e K Sup.	P e K Linha	Ps/KI	PI/Ks	Sem P/KI	PI/Sem K	Média
----- mg/dm ³ -----							
40 kg ha⁻¹	76ABa	63 Ba	66 Ba	164 Aa	79 Ba	105ABa	92
80 kg ha⁻¹	65Aa	90Aa	68 Aa	75 Ab	56 Aa	64 Aa	70
Média	70	76	67	239	67	84	

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas dentro das linhas e minúsculas dentro das colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. P e K Sup (aplicação de P e K em superfície); P e K Linha (aplicação de P e K na linha); Ps/KI (aplicação de P em superfície e K na linha); PI/Ks (aplicação de P na linha e K em superfície); Sem P/KI (aplicação sem P e K na linha); PI/Sem K (aplicação de P na linha sem K). CV (%) 64.02

Tabela 5. Teores de P submetidos a diferentes doses e modo de aplicação de P e K na camada de 10-20 cm.

Dose	P e K Sup.	P e K Linha	Ps/KI	PI/Ks	Sem P/KI	PI/Sem K	Média
----- mg/dm ³ -----							
40 kg ha⁻¹	72 Aa	56 Aa	59 Aa	127 Aa	77 Aa	66 Aa	76
80 kg ha⁻¹	73Aa	88Aa	65 Aa	64 Ab	65 Aa	58 Aa	69
Média	72	100	62	95	71	62	

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas dentro das linhas e minúsculas dentro das colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. P e K Sup (aplicação de P e K em superfície); P e K Linha (aplicação de P e K na linha); Ps/KI (aplicação de P em superfície e K na linha); PI/Ks (aplicação de P na linha e K em superfície); Sem P/KI (aplicação sem P e K na linha); PI/Sem K (aplicação de P na linha sem K). CV (%) 74.11

4.2 Produtividade de algodão em caroço.

Na Tabela 6 é possível notar que as dosagens testadas com 80 kg ha⁻¹, em média, se mostraram superiores estatisticamente quando relacionadas a 40 kg ha⁻¹, porém, o fósforo aplicado na linha e o potássio em superfície (PI/Ks) na dosagem testada de 40 kg ha⁻¹, obtiveram uma produção superior às demais, alcançando cerca de 249 @/ ha⁻¹, favorecendo então o aproveitamento do nutriente na cultura.

Tabela 6. Produtividade de algodão em caroço submetido a diferentes doses de P e K e modos de aplicação.

Dose	P e K Sup.	P e K Linha	Ps/Kl	Pl/Ks	Sem P/Kl	Pl/Sem K	Média
							@/ha ¹
40 kg ha⁻¹	130 Bb	154 Bb	174 Ba	249 Aa	209 Aa	168 Ba	181
80 kg ha⁻¹	197 Aa	242 Aa	190 Aa	234 Aa	192 Aa	224 Aa	213
Média	164	198	182	241	200	196	

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas dentro das linhas e minúsculas dentro das colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. P e K Sup (aplicação de P e K em superfície); P e K Linha (aplicação de P e K na linha); Ps/Kl (aplicação de P em superfície e K na linha); Pl/Ks (aplicação de P na linha e K em superfície); Sem P/Kl (aplicação sem P e K na linha); Pl/Sem K (aplicação de P na linha sem K).

Para Staut & Athayde (1999), o uso de doses adequadas de potássio, na adubação da cultura, aumenta o diâmetro das maçãs, o peso dos capulhos, sementes e a produção de plumas, além de reduzir o número de maçãs atacadas por pragas e doenças. De acordo com Wruck (2019), ao realizar a aplicação de fósforo (P) diretamente na linha, a cultura será favorecida, pois este nutriente é pouco móvel no solo, e conseqüentemente a competição por ele será menor, pois fósforo é concentrado abaixo da semente fazendo com que a distribuição vertical no perfil do solo seja maior, dessa forma, quanto mais próximo das raízes estiver, maior será a sua disponibilidade durante o desenvolvimento da cultura. O fósforo deve ser colocado onde as raízes das plantas possam interceptá-lo, pois, a distribuição do fósforo em faixas é a maneira agrônômica mais eficiente para o caso de solos com baixa fertilidade (LOPES, 1998).

5 CONCLUSÕES

O histórico de adubação da área influenciou diretamente nos resultados, devido à grande variabilidade nos teores de K e P, que ocasionou manchas com altos teores desses elementos e como consequência, o coeficiente de variação de dados aumentou, comprometendo em parte o efeito dos tratamentos.

Não houve diferenças significativas para os modos de aplicação de fósforo e potássio na maioria das doses testadas. Mesmo em doses menores, de 40 kg ha⁻¹, os teores e a produtividade de algodão não diminuíram, indicando que doses menores se bem manejadas podem ser uma alternativa aos produtores regionais.

6 REFERÊNCIAS

A. S. LOPES. **MANUAL INTERNACIONAL DE FERTILIDADE DO SOLO**. Tradução e adaptação de Alfredo Scheid Lopes. 2 ed., rev. e ampl. Piracicaba: POTAFOS, 1998. 177 p.

BACON, V. A. **Rondônia se destaca internacionalmente na produção e exportação de algodão**. Secretaria de Estado da Agricultura. 2019.

BATISTA, Jessé Alves. **ADOÇÃO DA AGRICULTURA DE PRECISÃO NA AMAZÔNIA: ESTUDO DE CASO NA REGIÃO CONE SUL DO ESTADO DE RONDÔNIA**. 2016. Dissertação (Pós Graduação em Agricultura de Precisão). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria – RS.

BATISTA, M.A., INOUE, T.T. ESPER NETO, M., and MUNIZ, A.S. Princípios de fertilidade do solo, adubação e nutrição mineral. **Hortaliças-fruto**. Maringá: EDUEM, pp. 113-162. ISBN: 978-65-86383-01-0. 2018.

BARBOSA, Kássia de Paula. **FONTES E FORMAS DE APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES FOSFATADOS EM CULTIVOS CONSECUTIVOS DE SOJA EM LATOSSOLO DE ALTA FERTILIDADE**. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Curso de Agronomia – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Rio Verde – GO. 2020.

BERTOLINI, E. V.; GAMERO, C. A. Demanda energética e produtividade da cultura do milho com adubação de pré-semeadura em dois sistemas de manejo do solo. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 25, p. 1-23, 2010.

BISSANI, C. A. et al. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas: importância do estudo da fertilidade do solo**. Porto Alegre: Metrópole, 2008.

CASTOLDI, G.; FREIBERGER, M.B.; CASTOLDI, G.; COSTA, C.H.M. Manejo da adubação em sistema plantio direto. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 6, n. 1, p. 62-74, 2012.

CHUEIRI, W. A.; PAJARA, F.; BOZZA, D. **Importância da inoculação e nodulação na cultura da soja**. São Paulo: Manah, 2005. 4 p. (Divulgação Técnica, 169).

COSTA, A. **Doses e modos de aplicação de calcário na implantação de sucessão soja-trigo em sistema de plantio direto**. 2000. 146p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

CONTE, E.; ANGHINONI, I.; RHEINHEIMER D. S. Frações de fósforo acumuladas em latossolo argiloso pela aplicação de fosfato no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 893-900, 2003.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v. 6. Safra 2018/2019. n. 12, set. 2019.

BARBOZA, E. et al. **FERTILIDADE DE SOLOS EM RONDÔNIA**. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.13; 2011 Pág 586.

BERNARDI, A. C. DOSES E FORMAS DE APLICAÇÃO DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA NA ROTAÇÃO SOJA, MILHETO E ALGODÃO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO. **Pesquisa Agropecuária Tropical** v. 39, n. 2, p. 158-167, abr./jun. 2009.

BISSANI, C. A. et al. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas: importância do estudo da fertilidade do solo**. Porto Alegre: Metrópole, 2008.

EMBRAPA. **Circular Técnica** - Manejo da Adubação Fosfatada para Culturas Anuais no Cerrado. ISSN 1517-0187, 2016.

EMBRAPA. **Adubação a lanço na cultura do feijoeiro comum**. Aiba Rural, Barreiras, v. 2, n. 5, p. 14-15, 38, abr./jun. 2016.

EMBRAPA. **Solubilização de potássio presente em minerais por microrganismos e efeitos no desenvolvimento de culturas agrícolas**. ISSN 1518-4277. Setembro 2021.

EMBRAPA. **Adubação e Correção do Solo: Procedimentos a Serem Adotados**

EMBRAPA. **Adubação a lanço sem incorporação na produtividade do feijão-comum**. 2014.

EMBRAPA. **Solubilização de potássio presente em minerais por microrganismos e efeitos no desenvolvimento de culturas agrícolas**. ISSN 1518-4277. Documentos 264. Setembro/ 2021.

GODINHO, V. P. C.; UTUMI, M. M.; FREIRE, E. C.; FARIAS, F. J. C.; BROGIN, R. L.; GOMES, F. F. **Avaliação de genótipos de algodoeiro para o cerrado de Rondônia**. VI. CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 6, 2007. Campo Grande, Anais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007. CD-ROOM.

HENRIQUE, I. G; AMORIM, M.B; SILVA, D. S. **Estimativa do potássio disponível às plantas em solos de Rondônia por diferentes extratores**. 2018.

IBGE(a), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Brasília: IBGE. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1618>> Acesso em: 30 nov 2022.

L. A.; ATHAYDE, M. L. F. **Efeitos do fósforo e potássio no rendimento e em outras características agrônômicas do algodoeiro herbáceo**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 34, n. 10, p. 1839-1843, 1999.

LANYON, L. E.; GRIFFITH, W. K. Nutrition and fertilizer use. In: HANSON, A. A.; BARNES, D. K.; HILL JUNIOR, R. R. (Ed.). **Alfalfa and alfalfa improvement**. Madison: Agronomy American Society, 1988. p.333-372.

LIEBERT, S. H. **MANEJO DE ADUBAÇÃO FOSFATADA PARA A CULTURA DA SOJA EM SOLO ARGILOSO**. Tese (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Federal do Paraná. Palotina, 2017.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. 3ª ed. São Paulo, Agronômica Ceres. 596 p., 1981.

MARIN, R. S. F. **FÓSFORO NA QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA E CONSEQUENTE DESEMPENHO NA PRODUÇÃO DE GRÃOS**. Tese (Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes). Universidade Federal de Pelotas. Pelotas – RS. 2012.

JULIO, O. L. L. et al. Formas de adubação potássica e produtividade da cultura da soja. Julio et al., v.9, n.32, p. 149-155, Dourados, 2016.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. 5 ed. São Paulo: Ceres, 1989, 294p.

MISTURA, C.; FONSECA, D.M.; MOREIRA, L.M.; FAGUNDES, J.L.; MORAIS, R.V.; QUEIROZ, A.C.; JUNIOR, J.I.R. Efeito da adubação nitrogenada e irrigação sobre a composição químico-bromatológica das lâminas foliares e da planta inteira de capim-elefante sob pastejo. **R. Bras. Zootec.**, v.36, p.1707-1714, 2007.

MIELNICZUK, J. Manejo conservacionista da adubação potássica. In: YAMADA, T. & ROBERTS, T.L. **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 2005. p.165-178.

NASCIMENTO M; MONTE M. B. M; LOUREIRO. F. E. L. **Potássio. Rocha e Minerais Industriais – CETEM/2005**.

NASCIMENTO, M. E LOUREIRO, F. E. L. **Fertilizantes e sustentabilidade: o potássio na agricultura brasileira, fontes e rotas alternativas**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 66 p. (Série Estudos e Documentos, 61). 2004.

NETO, M. E. et al. Adubação com potássio no sulco de semeadura: importância de sua realização para aumentar rendimento de grãos de soja. NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R. F. et al. Fertilidade do solo. Viçosa, MG: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2007. v. 1, p. 471-550.

OTTO, R.; et al. MANEJO DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 34:1137-1145, 2010.

PERON, Gustavo Carvalho. **FORMAS DE ADUBAÇÃO DE SEMEADURA DE MILHO PARA AS SAFRAS DE VERÃO E SEGUNDA SAFRA**. Dissertação (Pós Graduação em Agronomia/Fitotecnia. Lavras – MG. 2018.

PRIEBE, H. A. Modelagem para recomendação de calagem e adubação para as principais regiões produtoras de grãos do Brasil na linguagem SQL. **Ciência e Natura, Santa Maria**.v.40, Edição Especial: II mostra de Projetos da UFSM - Campus Cachoeira do Sul, 2018, p. 131-139.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M.; ROQUE, C. G. **Resposta da cultura do milho a modos de aplicação e doses de fósforo, em adubação de manutenção**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, v. 25, p. 83-90, 2001.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Ceres/Potafos, 1991. 343p.

ROSOLEM C. A. et al. Potássio no solo em consequência da adubação sobre a palha de milho e chuva simulada. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.41, n.6, p.1033-1040, jun. 2006.

SÁ, J.C.M. Adubação fosfatada no sistema plantio direto. In: YAMADA, T; ABDALLA, S.R.S. (Ed.). **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Potafos/Anda, 2004. p. 201-222.

SALDANHA, C. B. et al. Ciência do Solo: **Fertilidade do Solo e Nutrição Mineral de Plantas**. Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2016. 192 p. ISBN 978-85-8482-701-5.

SANZONOWICKZ, C.; MIELNICZUK, J. Distribuição do potássio no perfil de um solo, influenciado pela planta, fonte e métodos de aplicação de adubos. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. v.9 p. 45-50, 1985.

SCHLINDWEIN, J.A. **Calibração de métodos de determinação e estimativa de doses de fósforo e potássio em solos sob sistema plantio direto**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. 169p. (Tese de Doutorado).

STAUFFER, M. D.; SULEWSKI, G. Fósforo – essencial para a vida. In: YAMADA, T. ABDALLA, S. R. S. (Eds). **Simpósio sobre fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: POTAFOS, 2004. p. 1-12.

SOUZA. J. A. O. ESPECIALIZAÇÃO PRODUTIVA REGIONAL: UMA ABORDAGEM SOBRE O AGRONEGÓCIO DA SOJA NO SUL DE RONDÔNIA. **Ciência Geográfica** - Bauru - XXV - Vol. XXV - (2): Janeiro/Dezembro – 2021.

SOUZA. R. F. et al. FORMAS DE FÓSFORO EM SOLOS SOB INFLUÊNCIA DA CALAGEM E ADUBAÇÃO ORGÂNICA. **Revista Brasileira Ciência Solo**, 31:1535-1544, 2007.

VILAR, C. C. et al. **Capacidade máxima de adsorção de fósforo relacionada a formas de ferro e alumínio em solos subtropicais**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa , v. 34, p. 1059-1068, 2010.

ZUCARELI, C. et al. ADUBAÇÃO FOSFATADA, COMPONENTES DE PRODUÇÃO, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE FISIOLÓGICA EM SEMENTES DE FEIJÃO. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 28, nº 1, p.09-15, 2006.

WERLE, R; GARCIA, R; ROSOLEM, C. LIXIVIAÇÃO DE POTÁSSIO EM FUNÇÃO DA TEXTURA E DA DISPONIBILIDADE DO NUTRIENTE NO SOLO. **Revista Brasileira Ciência do Solo**. 32:2297-2305, 2008.

WHITELAW, M. A. Growth promotion of plant inoculated with phosphate solubilizing fungi. **Advances in Agronomy**, v. 69, p.99-151, 2000.

WRUCK, M. M. **Aplicação de fósforo: linha de semeadura ou a lanço**. Programa de Educação Tutorial (UFESM). 2019.

ANEXOS

Figura 1 – Croqui experimental com distribuição dos tratamentos

Adubação	Dose de P e K 40 Kg/ha 80 Kg/ha		Dose de P e K 40 Kg/ha 80 Kg/ha		Dose de P e K 40 Kg/ha 80 Kg/ha		Dose de P e K 40 Kg/ha 80 Kg/ha		Dose de P e K 40 Kg/ha 80 Kg/ha		Dose de P e K 40 Kg/ha 80 Kg/ha			
	Sem	P e K Superfície	P e K Linha	Psup / Kli.	Phi /Ksup.	SemP / Kli.	Pinha /Sem K							
It Incorporado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Bloco 1
It Superfície	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
Sem Calcário	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	
It Superfície	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	Bloco 2
Sem Calcário	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	
It Incorporado	66	67	68	69	70	71	72	73?	74	75	76	77	78	
Sem Calcário	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	Bloco 3
It Incorporado	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	
It Superfície	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	
	6m			3m			56m							

Figura 2 – Coleta das amostras de solo



Figura 3 – Preparação do solo para análise



Figura 4 – Análise de solo

