

UNIVERSIDADE CATÓLICA DOM BOSCO PROGRAMA DE PÓS-  
GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E  
SUSTENTABILIDADE AGROPECUÁRIA

**Uso de Pó de Rocha Como Fonte Alternativa de Adubação  
em Cultivos Anuais Para as Culturas de Soja e Milho, Sob  
Contextos Técnicos e Econômicos no Mato Grosso do Sul**

Autor: Me. Carlos Alberto Dettmer  
Orientador: Prof. Dr. Urbano Gomes Pinto de Abreu  
Coorientador: Prof. Dr. Denilson de Oliveira Guilherme  
Coorientador: Prof. Dr. Jayme Ferrari Neto

Universidade Católica Dom Bosco  
Campo Grande - MS  
Dezembro – 2021

UNIVERSIDADE CATÓLICA DOM BOSCO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE AGROPECUÁRIA

**Uso de Pó de Rocha Como Fonte Alternativa de Adubação em Cultivos Anuais Para as Culturas de Soja e Milho, Sob Contextos Técnicos e Econômicos no Mato Grosso do Sul**

Autor: Me. Carlos Alberto Dettmer

Orientador: Prof. Dr. Urbano Gomes Pinto de Abreu

Coorientador: Prof. Dr. Denilson de Oliveira Guilherme

Coorientador: Prof. Dr. Jayme Ferrari Neto

**“Tese apresentada como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE AGROPECUÁRIA, no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária da Universidade Católica Dom Bosco – Área de concentração: Sustentabilidade Ambiental e Produtiva Aplicada ao Agronegócio e Produção Sustentável”**

Campo Grande  
Mato Grosso do Sul  
Dezembro – 2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Universidade Católica Dom Bosco  
Bibliotecária Mourâmise de Moura Viana - CRB-1 3360

D479u Dettmer, Carlos Alberto

Uso de pó de rocha como fonte alternativa de adubação em cultivos anuais para as culturas de soja e milho, sob contextos técnicos e econômicos no Mato Grosso do Sul/ Carlos Alberto Dettmer; sob orientação do Prof. Dr. Urbano Gomes Pinto de Abreu. -- Campo Grande, MS : 2022.

141 p.: il.;

Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária) - Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande-MS, Ano 2022

Bibliografia: p. 135 - 141

1. Custos de produção. 2. Fertilizantes orgânicos. 3. Rochagem. 4. Soja - Produção. 5. Milho - Cultivo I.Abreu, Urbano Gomes Pinto de. II. Título.

CDD: 631.81



UNIVERSIDADE CATÓLICA DOM BOSCO  
*Inspira o futuro*

**Uso de Pó de Rocha como Fonte Alternativa de Adubação em Cultivos Anuais para as Culturas de Soja e Milho, Sob Contextos Técnicos e Econômicos no Mato Grosso do Sul.**

**Autor:** Carlos Alberto Dettmer

**Orientador:** Prof. Dr. Urbano Gomes Pinto de Abreu

**Coorientadores:** Prof. Dr. Denilson de Oliveira Guilherme e Prof. Dr. Jayme Ferrari Neto

**TITULAÇÃO:** Doutor em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária  
**Área de Concentração:** Sustentabilidade Ambiental e Produtiva.

APROVADO em 17 de dezembro de 2021

A presente defesa foi realizada em formato híbrido. Eu, Urbano Gomes Pinto de Abreu, como presidente da banca assinei a folha de aprovação com o consentimento de todos os membros, ainda na presença virtual destes.

Prof. Dr. Urbano Gomes Pinto de Abreu - UCDB

Prof. Dr. Denilson de Oliveira Guilherme - UCDB

Prof. Dr. Jayme Ferrari Neto - UCDB

Prof. Dr. Filipe Martins Santos - UCDB

Prof. Dr. Lesley Soares Bueno - IFMS

Profa. Dra. Elaine Borges Monteiro Cassiano – IFMS

Prof. Dr. Matheus Bornelli de Castro - IFMS

***“Apesar de todo progresso técnico, o homem é e será somente parte da natureza.”***

***Ana Primavessi***

A minha esposa que me acompanhou,  
motivou e caminhou junto comigo e aos  
meus pais (*in memoriam*).

## AGRADECIMENTOS

Desejo aqui exprimir os meus agradecimentos:

A Deus, pela paz e a força nos momentos mais difíceis, quando foi necessário parar, silenciar, afim de refletir e entender os desafios do mundo para solucioná-los com segurança e sabedoria.

A Minha esposa que, sempre me incentivou, sendo ponto de apoio e equilíbrio.

A minha família pelo apoio incondicional.

Ao meu orientador, Professor Urbano, pelo acolhimento. Tendo com sua simplicidade e experiência, me deixado tranquilo e confiante nos momentos de instabilidade.

Ao meu coorientador Professor Denilson, que mesmo com o acumulo de tarefas sempre encontrou um tempo para me auxiliar.

Ao coorientador e amigo Professor Jayme, pelas valorosas contribuições e ajuda.

Ao amigo Adriano Nunes, incentivador do meu trabalho, pelo qual tenho grande apreço e consideração.

A Família do Sr. Vanderlei Bazotti, em especial seu Vanderlei e a Dona Maria, que permitiram desenvolver a pesquisa na fazenda. Por vocês meu apreço e carinho, serei grato sempre.

Aos(as) todos(as) profissionais da fazenda, envolvidos nas atividades durante o período que por lá estive. Agradeço de coração.

Ao Professor Éder Martins, fonte de luz e inspiração, e que tive o prazer de conhecer

e ao companheiro Daniel Mol pelas contribuições.

A equipe do laboratório de análises de solo Sinergia, em especial ao amigo Felipe.

A Equipe da Laborsolo, pelo atendimento e serviços prestados.

A Certi laboratório de análises pelo serviço prestado de forma gratuita.

A equipe da área de recebimento de grãos da Cooperativa Agrícola Copasul unidade de Naviraí pelo auxílio nos serviços de análises.

A Universidade UCDB, pelo acolhimento e ambiente disponível para os estudos, em especial, aos sempre solícitos colaboradores da biblioteca Pe. Félix Zavataro.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária, coordenação e equipe, pela solícita compreensão nos momentos difíceis e oportunidade da realização deste sonho.

Aos Mestres, pelos ensinamentos, recomendações e amizades.

Aos Colegas de disciplinas que proporcionaram as boas discussões e aprendizados.

A Equipe da Agência de inovação e empreendedorismo da UCDB (S-Inova) pelas contribuições e amizades.

Ao IFMS em especial, ao campus de Naviraí, que me oportunizou um momento único dedicado ao estudo.

Aos(as) amigos(as) em especial aos(as) mais próximos(as), pelo incentivo e os momentos de descontração e alegria.

A Coordenação de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio para a realização do presente trabalho.

A equipe do Hotel Pousada Mato Grosso de Campo Grande pela acolhida e infraestrutura proporcionada para os momentos de descanso.

Aos profissionais da Mineração Santa Maria de Naviraí, MS, que sempre me atenderam com muita atenção.



## RESUMO

A agricultura brasileira é vista como uma das mais importantes produtoras de alimentos a nível mundial. Além da produção de soja que responde por praticamente 50% do comércio global, o Brasil também é um grande produtor de algodão, arroz, café, cacau, milho, tabaco, açúcar, laranja, carnes entre outros produtos (CEPEA, 2020). O país consome entre 7,7% a 8,0% do total da demanda mundial de fertilizantes nitrogenados, potássicos e fosfatados (NPK), aparecendo como quinto maior consumidor o que o torna dependente do mercado externo. A introdução de materiais alternativos - como o “pó de rocha”, pode vir a ser uma possibilidade para minimizar os impactos dessa dependência a médio e longo prazos. Por se tratar de material com origem das fontes naturais de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e demais elementos indispensáveis ao crescimento das plantas, o acréscimo de nutrientes ao solo a partir da rochagem, pode possibilitar a estruturação de ambientes com solos mais estáveis, assegurando maior estabilidade ao sistema de produção. Avaliar técnica e economicamente o uso da rochagem como alternativa de fertilização em culturas de soja e milho segunda safra, 2018/19, 2019/20 e 2020/21 foi o objetivo deste estudo. O experimento foi organizado na forma de faixas de plantio dispostas lado a lado, em uma área de fazenda localizada no município de Itaquiraí, MS. O Tratamento I seguiu o padrão de adubação utilizado pela fazenda, fertilizante químico solúvel (NPK) na linha de semeadura. Nos TII e TIII foram utilizados 12 e 6 Mg ha<sup>-1</sup> respectivamente de pó de rocha em substituição ao fertilizante químico. Os melhores resultados em termos de produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) e retorno econômico (R\$ ha<sup>-1</sup>), foram observados no tratamento III, onde se utilizou as dosagens de 6,00; 2,50 e 0,25 Mg ha<sup>-1</sup> de pó de rocha, principalmente a partir das safras agrícolas 2019/2020 e 2020/2021 para ambas culturas. Considerando as condições do local, circunstâncias tecnológicas, sistema de produção e dosagens utilizadas, o pó de rocha mostrou ser uma alternativa favorável em termos técnicos e econômicos.

**Palavras Chave:** Custos de produção; fertilizantes; rochagem; soja e milho.

## ABSTRACT

Brazilian agriculture is seen as one of the most important food producers worldwide. In addition to soybean production that accounts for almost 50% of global trade, Brazil is also a large producer of cotton, rice, coffee, cocoa, corn, tobacco, sugar, oranges, meat and other products (CEPEA, 2020). The country consumes between 7.7% to 8.0% of the total world demand for nitrogen, potassium and phosphate fertilizers (NPK), appearing as the fifth largest consumer, which makes it dependent on the foreign market. The introduction of alternative materials - such as "rock powder", may become a possibility to minimize the impacts of this dependence in the medium and long term. Because it is a material that comes from natural sources of phosphorus, potassium, calcium, magnesium, and other elements essential to plant growth, the addition of nutrients to the soil from the rock removal may allow the structuring of environments with more stable soils, ensuring greater stability to the production system. The objective of this study was to technically and economically evaluate the use of rock fall as a fertilization alternative in second-crop soybean and corn crops, 2018/19, 2019/20 and 2020/21. The experiment was organized in the form of planting strips arranged side by side in a farm area located in the municipality of Itaquirai, MS. Treatment I followed the fertilization pattern used by the farm, soluble chemical fertilizer (NPK) in the seeding line. In TII and TIII, 12 and 6 Mg ha<sup>-1</sup> respectively of rock powder were used to replace the chemical fertilizer. The best results in terms of productivity (kg ha<sup>-1</sup>) and economic return (R\$ ha<sup>-1</sup>), were observed in treatment III, where the dosages of 6.00; 2.50 and 0.25 Mg ha<sup>-1</sup> of rock powder were used, mainly from the 2019/2020 and 2020/2021 agricultural crops for both crops. Considering the site conditions, technological circumstances, production system and dosages used, rock powder proved a favorable alternative in technical and economic terms.

Key words: Production costs; fertilizers; rockfall; soybean and corn.

## **CAPÍTULO I - ARTIGO I – Avaliação da produtividade agrícola em sistema de produção nas culturas da soja e do milho, tendo o pó de rocha como fonte alternativa de adubação**

### **RESUMO**

O equilíbrio dos nutrientes no solo é relevante, pois a adição de um deles, sem considerar a situação dos demais e as características da cultura instalada ou a ser instalada, pode levar a quebras na produção e uma das formas de reposição consiste na aplicação de fertilizantes químicos minerais (RONQUIM, 2010). De forma direta ou indireta, rochas minerais também contribuem no processo de liberação de nutrientes para o solo, algumas com um maior valor em termos de nutrientes essenciais para as plantas como; P, K, Ca, Mg, S e demais elementos e outras com materiais inertes (VAN STRAATEN, 2007). O uso da técnica da rochagem, constitui na aplicação direta de rochas moídas no solo, sob a forma de pó natural, atuando como material fertilizante (DA LUZ *et al.*, 2010). O propósito deste trabalho foi de avaliar o uso do pó de rocha como fonte de adubação alternativa em culturas de soja e milho segunda safra. A pesquisa foi desenvolvida na área de cultivo de fazenda localizada no município de Itaquiraí, MS. Organizados em três tratamentos (TI, TII e TIII), na forma de faixas de cultivo onde, foram adotadas diferentes práticas de adubação. TI utilizando fertilizante químico solúvel (NPK); TII utilizando 12 Mg ha<sup>-1</sup> de pó de rocha e TIII utilizando 6 Mg ha<sup>-1</sup> de pó de rocha. Foi realizada avaliação das produtividades durante 3 safras agrícolas das culturas da soja e do milho segunda safra 2018/19, 2019/20 e 2020/21. Os resultados mostraram não haver diferença estatística entre as produtividades (kg ha<sup>-1</sup>) dos tratamentos nas safras de soja 18/19 e 19/20. A safra de soja 20/21 mostrou superioridade das produtividades (kg ha<sup>-1</sup>) dos tratamentos I e III em relação ao tratamento II. Quanto ao milho segunda safra, o tratamento I apresentou maior produtividades (kg ha<sup>-1</sup>) na safra 18/19. Já nas safras 19/20 e 20/21 as produtividades (kg ha<sup>-1</sup>) do milho segunda safra, dos três tratamentos foram consideradas estatisticamente iguais. Neste caso e sob as condições de tecnologia utilizadas, a pesquisa demonstrou que existe a possibilidade do pó de rocha ser utilizado como possível fonte alternativa de adubação, porém, é importante sempre considerar os diversos fatores envolvidos no contexto do sistema e da produção agrícola.

**Palavras Chave:** Rochagem; produtividade; culturas anuais.

Article I - Evaluation of agricultural productivity in a production system for soybean and corn crops, using rock powder as an alternative source of fertilizer

## ABSTRACT

The balance of nutrients in the soil is relevant, because the addition of one of them, without considering the situation of the others and the characteristics of the crop installed or to be installed, can lead to breaks in production and one of the forms of replacement is the application of mineral chemical fertilizers (RONQUIM, 2010). In a direct or indirect way, mineral rocks also contribute in the process of release of nutrients to the soil, some with a higher value in terms of essential nutrients for plants such as P, K, Ca, Mg, S and other elements and others with inert materials (VAN STRAATEN, 2007). The use of the technique of rock removal, is the direct application of ground rock in the soil, in the form of natural powder, acting as fertilizing material (DA LUZ et al., 2010). The purpose of this work was to evaluate the use of rock powder as an alternative fertilizer source in soybean and second-crop corn crops. The research was developed in the crop area of a farm located in the municipality of Itaquiraí, MS. Three treatments were organized (I, II and III), in the form of growing strips where different fertilization practices were adopted. I using soluble chemical fertilizer (NPK); II using 12 Mg ha<sup>-1</sup> of rock powder and III using 6 Mg ha<sup>-1</sup> of rock powder. Evaluation of yields was conducted during 3 agricultural seasons of the soybean and corn second crop 2018/19, 2019/20 and 2020/21. The results showed no statistical difference between the yields (kg ha<sup>-1</sup>) of the treatments in soybean harvests 18/19 and 19/20. The 20/21 soybean crop showed superiority of the productivities (kg ha<sup>-1</sup>) of treatments I and III compared to treatment II. As for second-crop corn, treatment I showed higher productivity (kg ha<sup>-1</sup>) in the 18/19 harvest. In crops 19/20 and 20/21, the second-crop corn yields (kg ha<sup>-1</sup>) of the three treatments were considered statistically equal. In this case and under the conditions of the technology used, the research showed that there is the possibility of rock powder being used as a possible alternative source of fertilization; however, it is important to always consider the various factors involved in the context of the system and agricultural production.

Key words: rooting; productivity; annual crops.

CAPÍTULO II – ARTIGO II - Avaliação econômica a respeito do uso do pó de rocha como fonte alternativa de adubação em sistemas de produção agrícola de soja e milho

## RESUMO

Os princípios econômicos utilizados nos setores primário, secundário e terciário são os mesmos. A agricultura apresenta algumas particularidades exclusivas da atividade pois, possui o processo biológico como base para produção e o seu ambiente é geralmente instável e totalmente exposto as intempéries. A utilização de uma combinação de diferentes insumos, resulta no processo produtivo. Dependendo desta combinação e da influência que o ambiente irá exercer, o resultado pode vir a ser técnica e economicamente positivo ou não. O uso ou emprego de insumos alternativos mais baratos ou de fácil acesso em substituição total ou parcial a outros tradicionalmente utilizados vem se tornando uma prática frequente em alguns sistemas de produção onde se busca a independência pelo fornecimento do insumo, a minimização dos custos e a maximização dos lucros. O estudo em questão foi desenvolvido em área agrícola de fazenda localizada no município de Itaquiraí, MS e leva em consideração formação dos custos e análise econômica de dois sistemas de produção, soja e milho segunda safra. As avaliações ocorreram durante três safras agrícolas 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021. Para tal, foram coletados dados relativos as práticas adotadas nos cultivos e manejos de três tratamentos (TI, TII e TIII) organizados na forma de faixas de cultivo, onde foram adotadas diferentes práticas de adubação. TI utilizando fertilizante químico solúvel (NPK) conforme o padrão da fazenda; TII utilizando 12 Mg ha<sup>-1</sup> de pó de rocha e TIII utilizando 6 Mg ha<sup>-1</sup> de pó de rocha. Foram analisados os custos totais de produção, receita total, receita líquida, ponto de equilíbrio e taxa de retorno. E, os resultados obtidos mostraram um ganho econômico maior nos tratamentos II e III, onde foi utilizado o pó de rocha.

**Palavras Chave:** Culturas anuais; custo de produção; remineralizadores.

## ABSTRACT

The economic principles used in the primary, secondary and tertiary sectors are the same. Agriculture presents some peculiarities unique to this activity, since it has a biological process as the basis for production, and its environment is generally unstable and totally exposed to the weather. The use of a combination of different inputs results in the production process. Depending on this combination and the influence that the environment will have, the result can be technically and economically positive or not. The use or employment of alternative inputs that are cheaper or easily accessible as a total or partial substitute for other inputs traditionally used has become a common practice in some production systems where independence in the supply of inputs, minimization of costs, and maximization of profits are sought. The study in question was developed in the agricultural area of a farm located in the municipality of Itaquiraí, MS, and takes into consideration cost formation and economic analysis of two production systems, soybean and second-crop corn. The evaluations occurred during three agricultural harvests 2018/2019, 2019/2020, and 2020/2021. To this end, data were collected regarding the practices adopted in the cultivation and management of three treatments (IT, TII, and TIII) organized in the form of cropping strips, where different fertilization practices were adopted. IT using soluble chemical fertilizer (NPK) as per the farm standard; TII using 12 Mg ha<sup>-1</sup> of rock powder and TIII using 6 Mg ha<sup>-1</sup> of rock powder. Total production costs, total revenue, net revenue, break-even point and rate of return were analyzed. The results obtained showed a greater economic gain in treatments II and III, where rock powder was used.

Key words: Annual crops; production cost; remineralizers.