



FACULDADE DO FUTURO - FAF

CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

UTILIZAÇÃO DE ADUBO DE LIBERAÇÃO CONTROLADA EM CAFEIEIRO

Rafael Martins Sanchez Schettino

Luiz Augusto Garcia de Paula

João Vitor Souza

Robert Xavier Miranda Werner

MANHUAÇU
2022



FACULDADE DO FUTURO - FAF

CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Rafael Martins Sanchez Schettino

Luiz Augusto Garcia de Paula

João Vitor Souza

Robert Xavier Miranda Werner

UTILIZAÇÃO DE ADUBO DE LIBERAÇÃO CONTROLADA EM CAFEIEIRO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora do Curso de Graduação em Agronomia da Faculdade do Futuro, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Tatiane Paulino Cruz

MANHUAÇU

2022

Rafael Martins Sanchez Schettino

Luiz Augusto Garcia de Paula

João Vitor Souza

Robert Xavier Miranda Werner

UTILIZAÇÃO DE ADUBO DE LIBERAÇÃO CONTROLADA EM CAFEIEIRO

BANCA EXAMINADORA:

Presidente orientador Tatiane Paulino Cruz

1º Examinador Yaska Janaína Bastos Soares

2º Examinador Rebeca Leal Barcellos

Aprovado em _____ / _____ / _____

MANHUAÇU
2022

UTILIZAÇÃO DE ADUBO DE LIBERAÇÃO CONTROLADA EM CAFEIEIRO

USE OF CONTROLLED RELEASE FERTILIZER ON COFFEE TREE

Resumo

Fertilizantes de liberação controlada são produtos aplicados na lavoura com intuito de diminuir a mão-de-obra e aumentar a presença de nutrientes de forma controlada, gerando maior produtividade e qualidade de produto. O objetivo do presente trabalho foi verificar a eficiência da adubação de liberação controlada em cafeeiro cultivado nas Matas de Minas. A metodologia consiste em uma revisão de literatura elaborada e embasada a partir de pesquisa de artigos, teses, trabalhos e site de empresas. As bases de pesquisa utilizada foram Scielo, Google e Google Acadêmico, de onde foram selecionados artigos nacionais e internacionais que são disponibilizados de forma gratuita pelas plataformas mencionadas. Como resultados, a utilização no período de 2 anos do adubo de liberação controlada acabou gerando uma diminuição de rendimento da lavoura na parte foliar, devido as condições climáticas e de umidade, o que acabou gerando insatisfação do produtor devido ao alto custo da técnica empregada na adubação. Por outro lado, o uso de Polyben melhorou o vigor e tonalidade da planta, e gerou economia em relação a mão-de-obra, já que só era necessária uma aplicação. Portanto, a ajuda de especialistas em diversos parâmetros de análise da aplicação de fertilizantes de liberação controlada pode auxiliar no aumento da produção da lavoura, gerando maior renda e diminuição de custos com a aplicação de fertilizantes de liberação controlada.

Descritores: fertilizantes, liberação controlada, Polyben, produtividade.

Abstract

Controlled-release fertilizers are products applied to crops in order to reduce labor and increase the presence of nutrients in a controlled manner, generating greater productivity and product quality. The objective of this work was to verify the efficiency of controlled release fertilization in coffee trees cultivated in Matas de Minas. The methodology consists of a literature review elaborated and based on research of articles, theses, works and companies' websites. The research bases used were Scielo, Google and Google Scholar, from which national and international articles were selected, which are made available free of charge by the mentioned platforms. As a result, the use of the controlled release fertilizer over a period of 2 years ended up generating a decrease in crop yield in the leaf part, due to climatic and humidity conditions, which ended up generating producer dissatisfaction due to the high cost of the technique used in the fertilizing. On the other hand, the use of Polyben improved the vigor and tone of the plant, and generated savings in terms of labor, since only one application was necessary. Therefore, the help of specialists in various parameters of analysis of the application of controlled release fertilizers can help to increase crop production, generating greater income and reducing costs with the application of controlled release fertilizers.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	p.
2	MÉTODO	6
3	CONCLUSÃO	7
4	REFERÊNCIAS	16
		17

1 INTRODUÇÃO

A produção e exportação brasileira de café ocupam o primeiro lugar no ranking mundial, no ano-base de 2021/22 a exportação atingiu 80,63 milhões de sacas de café beneficiado, e uma área de aproximadamente 1,45 milhões de hectares (INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION). Dentre os estados produtores de café brasileiro, Minas Gerais ocupa o primeiro lugar em produção nacional com aproximadamente 234 mil hectares plantados, predominando o cultivo do café arábica, enquanto o Estado do Espírito Santo ocupa o primeiro lugar em área plantada com café conilon, com 283 mil hectares (INCAPER).

A cafeicultura tem grande importância econômica e social para as comunidades mineiras, hoje há geração de empregos de forma direta e indireta, porém a cafeicultura sofre fortes mudanças e correções, consequência da grande modificação tecnológica, a deslocamento da área rural para urbana, das oscilações provenientes das empresas de fertilizantes (PELEGRINI e SIMÕES, 2011).

Segundo Matiello et al. (2010), o café possui um potencial de produção máxima por hectare de 100 sacas, analisando as estatísticas de produção temos que a produção média seria de 26 sacas/ha, ou seja, considera-se que a produção brasileira é baixa em relação ao potencial. Nos últimos anos a cafeicultura tem-se deparado com vários distúrbios relacionados às condições climáticas que acabam afetando de forma negativa a produtividade. A falta ou o excesso de chuva são fatores fundamentais para um bom desenvolvimento de fruto assim como para uma boa adubação. Para ter boa produtividade o cafeeiro precisa de uma adubação adequada, Matiello (SD) relata que envolvendo o pós-plantio até sua fase da planta adulta, é realizada, com fertilizantes químicos aplicados em cobertura no solo, porém o modo de aplicação e a tecnologia empregada desses fertilizantes influi muito no seu aproveitamento e consequentemente na sua eficiência nutricional.

De acordo com Taiz e Zeiger (2013), os nutrientes disponíveis no solo são absorvidos pelas raízes do cafeeiro através do fluxo de massa, por difusão ou por interceptação, ou seja, o nutriente precisa estar em contato com a raiz para sua absorção. Porém, um problema que se depara na agricultura é a questão das perdas de nutrientes, principalmente a volatilização do nitrogênio, quando aplicado sem incorporação no solo. De acordo com estudos a ureia após ser aplicada no solo começa a ocorrer o processo de hidrólise pela enzima urease, formando o carbonato de amônio $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3]$, e rapidamente se transforma em amônio, bicarbonato e hidroxila $[(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NH}_4^{++} \text{OH}^- + \text{HCO}_3^-]$, ocasionando

também o processo de acidificação do solo, através do aumento de íons H⁺ ao redor dos grânulos do fertilizante, o que favorecerá ainda mais o processo de volatilização (ERNANI et al., 2001; ROCHETTE et al., 2009). Alguns autores relatam que as perdas relacionadas à ureia podem ficar em torno de 1 a 15%, porém em situações mais extremas já foi observado perda na ordem de 50% do N aplicado (SANGOI et al., 2003; CANTARELLA et al., 2008; SANZCOBENA et al., 2008; LARACABEZAS et al., 2000).

Diante dessas dificuldades encontradas para o aumento da produtividade da cafeicultura, pesquisas e novas tecnologias surgem para auxiliar o produtor rural, como por exemplo, adubos de liberação lenta e/ou controlada segundo Silva et al., (2014), a adubação lenta e/ou controlada tem a finalidade de fornecer as plantas nutrientes de forma gradual ou pontual, ou seja, os nutrientes vão estar disponíveis para a planta nos momentos certos e necessários. Outro benefício que essa tecnologia pode fornecer é a redução de nutrientes pelo processo de volatilização, assim há utilização de uma adubação com maior eficiência, redução de perdas e, conseqüentemente, possibilitando maior competitividade do produto no mercado.

O adubo de liberação controla Polyblen® tem um modo simples de ação, ele é formado por grânulos com tamanhos mínimos de 2mm e máximos de 4mm de espessura, conferindo um produto mais uniforme. Além disso, seu revestimento é feito com enxofre elementar e polímero, proporcionado dessa forma uma camada física que protegerá o cloreto de potássio e a ureia das intempéries ambientais, favorecendo a redução da volatilização do N. O tempo estimado para a dissolução dos grânulos do adubo é medido de acordo com sua espessura, pois quanto maior a espessura de enxofre e polímeros o grânulo possuir, maior será o tempo que o mesmo permanecerá no solo sem contato com o ambiente.

Diante tudo mostrado, esse trabalho tem o intuito de fazer uma revisão sobre adubação de liberação controlada de alguns tipos encontrados no mercado e falar um pouco sobre essa tecnologia.

2 MÉTODO

O presente trabalho consiste em uma revisão de literatura elaborada e embasada a partir de pesquisa de artigos, teses, trabalhos e site de empresas. As bases de pesquisa utilizada foram Scielo, Google e Google Acadêmico, de onde foram selecionados artigos nacionais e internacionais que são disponibilizados de forma gratuita pelas plataformas mencionadas.

REVISÃO DA LITERATURA

A cafeicultura brasileira destaca-se no cenário agrícola nacional e internacional, embora existam várias espécies de café, a mais expressiva em termo de cultivo e produtivo são o arábica (*Coffea arabica*) e o conilon (*Coffea canephora*). Atualmente, aproximadamente de 71% da produção brasileira de café é derivada de cultivares arábicas, e o restante de café robusta (INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION).

O cafeeiro é uma planta perene, cultivada na maioria das vezes em pleno sol, a taxa de crescimento da parte aérea do cafeeiro é medida através do crescimento dos ramos ortotrópicos e plagiotrópicos, formação de nós, expansão foliar, porém essas variáveis podem variar muito de acordo com as condições climáticas, em especial com relação ao regime de hídrico e de temperatura. Em virtude dessas particularidades no Brasil, o crescimento na época de outono/inverno onde se tem período seco e frio e de dias curtos, ocasiona um crescimento menor em relação ao período na primavera/verão, onde começa o período chuvoso e aumento das temperaturas e do comprimento do dia (CANNELL, 1976; AMARAL, J. A.; RENA; AMARAL, J. F., 2006). O cafeeiro é uma espécie tropical de floração gregária, ou seja, a abertura do botão ocorre simultaneamente em certa extensão geográfica (RENA; BARROS, 2004).

Manejar de forma eficiente uma lavoura cafeeira é um grande desafio, pois a cultura fica exposta o tempo todo às variações ambientais, do clima, do solo e das pragas e doenças que atacam, e para suportar esse desafio necessita ser nutrida e protegida, com cuidados diários e o ano todo. A cafeicultura brasileira busca intensivamente melhorias de sua produtividade, com esse anseio surgem novas pesquisas, novas tecnologias, dentre elas estão os adubos de liberação lenta ou controlada.

Em relação a nutrição, apresenta uma demanda maior por nutrientes quando comparados com às culturas anuais. Quando se encontra desnutrido ele torna-se mais suscetível a ocorrência de pragas e doenças, como por exemplo, seca de ponteiros, cercosporiose, ferrugem, além também do ataque de bicho mineiro, ocasionando assim redução da produtividade. Dentre os nutrientes mais exigidos pela cultura encontra-se o nitrogênio, em pesquisas desenvolvida por Matiello et al. (2010), a planta de café necessita de aproximadamente 6,2kg de N para produzir uma saca de café beneficiado. O N faz parte do metabolismo vegetal, ele é componente da molécula de clorofila, enzimas, proteínas estruturais, ácidos nucleicos dentre outros componentes orgânicos (MALAVOLTA, 2006).

De acordo Marchesan et al. (2011), o fertilizante nitrogenado mais utilizado no cultivo de café no Brasil é a ureia, pois tem a vantagem de menor custo, alta concentração de N (45%), baixo custo de produção, baixa corrosividade e menor poder acidificante em comparação com outras fontes N. Porém, uma desvantagem seria a perda por processo de volatilização, o que contribui para uma diminuição eficiência de que pode atingir valores até 40% do total de N aplicado (FARIA et al., 2014). Conseguir reduzir sua volatilização provocada pela hidrólise tem se tornado um grande desafio que os pesquisadores e a indústria de fertilizantes têm se deparado.

Para melhorar a eficiência dos fertilizantes nitrogenados e reduzir as perdas ocasionadas por volatilização surgem os fertilizantes classificados como estabilizados, liberação lenta e controlada. Estes fertilizantes possuem diferentes mecanismos de ação, sendo os principais: (a) inibidores ou de estabilização, (b) compostos orgânicos sintéticos não revestidos, mas de disponibilidade lenta, e (c) fertilizantes solúveis revestidos. (AZEEM et al., 2014; CHIEN et al., 2009; TIMILSENA et al., 2014).

Várias tecnologias são adotadas com intuito de produzir fertilizantes mais eficazes, ao ataque da uréase durante a hidrólise ou quebra da ureia, mecanismo como proteção do grânulo aos diversos fatores ambientais auxiliam a promover a lenta liberação de N por meio da modificação da sua molécula e como consequência um maior aproveitamento de nitrogênio pela planta, redução de perdas e menor custo de produção, redução da emissão de dióxido de carbono e óxido nitroso para a atmosfera acarretando a redução do efeito estufa, e, também, da lixiviação de nitrato para o subsolo contaminando os lençóis freáticos. Essas novas tecnologias auxiliam produtores no aumento da produtividade, visto que será necessário cada vez mais o aumento de produção, levando em consideração que para aumentar a produção teremos que ampliar áreas cultivadas, o que se torna inviável, pois não temos tantas áreas a se explorar, ou melhorar a eficiência das adubações e sim aumentar a produção agrícola nas mesmas áreas já cultivadas (SILVA et al., 2014).

Os grânulos dos fertilizantes são protegidos contra as intempéries ambientais, ou seja, ação da água e do ar, promovendo redução dissolução melhorando a sincronia entre quantidade liberada e quantidade requerida pela cultura. Dentre os principais compostos utilizados para essa proteção encontra-se, o enxofre, polímeros, poliestireno, poliésteres, poliuretano, ácidos graxos, látex, produtos à base de petróleo (resinas), magnésio e fosfato de cálcio, gesso, Azadirachta (Neem) e cera (TIMILSINA et al., 2014).

A linha de fertilizantes minerais chamada Polyblen® tem como revestimento dos seus grânulos uma dupla camada de enxofre elementar e polímeros orgânicos. Essas características o classificam como um adubo de liberação gradual dos nutrientes, promovendo a liberação dos nutrientes de forma continuada por um período de 5 a 6 meses (MAPA, 2015).

Pesquisas recentes comprovam que os adubos com tecnologia de liberação controlada ou lenta tem potencial para a utilização na agricultura e na cultura do cafeeiro. O trabalho desenvolvido por Chagas et al. (2019), foram comparados diferentes tecnologias de fertilizantes nitrogenados para a cultura do cafeeiro, os maiores valores de altura de plantas, massa seca total de plantas e área foliar em plântulas de cafeeiro foram encontrados com a aplicação de Polyblen Extend®, ele ainda proporcionou maior acúmulo de N na folha e na planta inteira e também aumentou a taxa fotossintética nas plantas de café. Menegardo et al. (2017), avaliaram o adubo Polyblen para café conilon em comparação com o adubo convencional, os resultados encontrados demonstraram que o teor foliar de N, o índice de clorofila das folhas, crescimento vegetativo dos ramos plagiotrópicos e ortotrópicos e todas as variáveis não tiveram diferença significativa, o adubo Polyblen respondeu da mesma forma que o adubo convencional.

Ao analisar os benefícios que essas novas tecnologias podem trazer para a cafeicultura temos a questão da redução do parcelamento da adubação na cultura, ocasionando impactos diretos nos custos de produção devido à redução de gasto com mão de obra que muitas das vezes encontra-se escassa, outros gastos com maquinário e combustíveis também podem ser reduzidos. Partindo desse pressuposto, hoje para a cafeicultura ser mais competitiva, o produtor deve adotar uma postura empresarial, é necessário realização de avaliação dos custos de produção para possibilitar aumentar sua produtividade e a margem de lucro. Pensando por esse ângulo, a escolha de insumos adequados é de extrema importância, deve-se analisar qual irá proporcionar uma melhor relação custo/benefício.

Porém, outros fatores podem que provocar variações na taxa de liberação dos nutrientes dos adubos de liberação controlada são como por exemplo a temperatura e a umidade do solo. A temperatura aumenta a permeabilidade da membrana do revestimento, onde ocasiona uma expansão desta proteção, favorecendo o fluxo de água para o interior do grânulo do fertilizante. Com os nutrientes dissolvidos, há um aumento na pressão osmótica que, por sua vez, contribui para o aumento da taxa de liberação dos nutrientes por difusão (VALDERRAMA e BUZZETTI, 2017).

Os principais exemplos destes fertilizantes são os chamados Polímeros de Ureia Revestida de Enxofre (PSCU) que são formados por grânulos de ureia recobertos com enxofre elementar e com camadas de polímeros. São originados do aprimoramento dos fertilizantes de Ureia Recoberta por Enxofre (SCU), uma vez que este não poderia ser classificado como produto de liberação controlada, porque apresentam liberação irregular (TRENKEL, 2010).

Nos recobertos, o nitrogênio é envolto na maioria das vezes por polímeros orgânicos, termoplásticos, resinas e elementos inorgânicos. A proteção destas tecnologias é, na maioria das vezes, medida pela qualidade e espessura do recobrimento. No solo, após os ataques intempéricos do clima e organismos, por meio das fissuras feitas no material, o nutriente é liberado. Fica claro, então, que esta classe de nutrientes é extremamente dependente das condições do meio. Se estas não forem propícias para a liberação do nutriente, a cultura pode sofrer restrição e deficiência (Reis, 2022).

Alguns produtos no mercado de liberação controlada são: Basacote® é uma linha da COMPO EXPERT de fertilizantes de liberação controlada e totalmente revestidos, conforme Figura 1. Fertilizantes com altíssima tecnologia especialmente desenvolvida para liberação controlada dos nutrientes por meio do completo recobrimento dos grânulos por um polímero elástico que controla a penetração de água e, portanto, a dissolução dos nutrientes no interior do revestimento.



Figura 1. Basacote® Plus 3M (Basacote, 2022).

Após a aplicação, a umidade penetra lentamente através dos poros do revestimento, dissolvendo os nutrientes que depois se dissipam no solo por osmose e difusão. A espessura do revestimento determina a taxa na qual a água pode ser absorvida pelo grânulo, e a taxa na qual os nutrientes podem se difundir (COMPO EXPERT, 2022).

A forma mais confiável e eficaz de combinar a disponibilidade de nutrientes com as necessidades das plantas é controlando sua liberação na solução do solo com a utilização de fertilizantes de liberação controlada. Tal técnica é realizada encapsulando grânulos de fertilizante em um revestimento polimérico através da tecnologia Multicote da Haifa (HAIFA, 2022).

A Figura 2 mostra as variações do fertilizante Multicote™(CRF), o qual uma única aplicação pré-plantio do fertilizante de liberação controlada pode atender às necessidades nutricionais de uma cultura durante toda a estação de crescimento, pois são projetados para alimentar as plantas continuamente, com a máxima eficiência de absorção de nutrientes. Os fertilizantes de liberação controlada Multicote™ economizam mão-de-obra e custos de aplicação, permitem a aplicação independente do sistema de irrigação e não requerem equipamentos sofisticados (MULTICOTE, 2022).



Figura 2. Variações do fertilizante Multicote™(CRF).

Já na empresa ICL temos Agroblen® (Figura 3), o qual é oferecido em inúmeras formulações, como um mix de produtos de diversas tecnologias exclusivas da ICL, podendo ser 100% recobertos. Pode conter produtos de longevidades diferentes: totalmente “cote” ou “cote” + convencional.



Figura 3. Agroblen®.

A empresa YARA utiliza a linha de fertilizantes Topmix Evolution NPK como mostra Figura 4, que possui micronutrientes de alto desempenho e ideais para agricultores que buscam a evolução da lavoura com uma maior lucratividade. Granulometria adequada e apresenta micronutrientes Boro, Manganês e Zinco com a tecnologia YaraVita PROCOTE™. Estes micronutrientes revestem as misturas de grânulos NPK + Ca + S em sua fórmula. A linha de fertilizantes Topmix é reconhecida pelos agricultores no campo por sua excelência em qualidade.



Figura 4. Fertilizantes Topmix Evolution NPK (YARA BRASIL, 2022).

- Fertilizantes revestidos com **enxofre** elementar: reduz a **higroscopicidade**, fornece enxofre e pode **acidificar** o meio. Porém, tem a desvantagem de poder formar revestimentos desuniformes, tendo grânulos com liberação em diferentes momentos, sem que possa haver um controle deste fato.
- Fertilizantes revestidos com enxofre elementar e polímeros
- Fertilizantes revestidos somente com polímeros: trata-se de uma tecnologia mais avançada, com maior eficiência, podendo ser revestido com polímeros naturais ou sintéticos, porém tem um maior custo. No caso de polímeros sintéticos, o acúmulo no solo ao longo dos anos pode causar uma nova forma de poluição.

Na figura 5 e 6 temos a ação dos fertilizantes encapsulados e sua forma antes e após liberação de nutrientes.

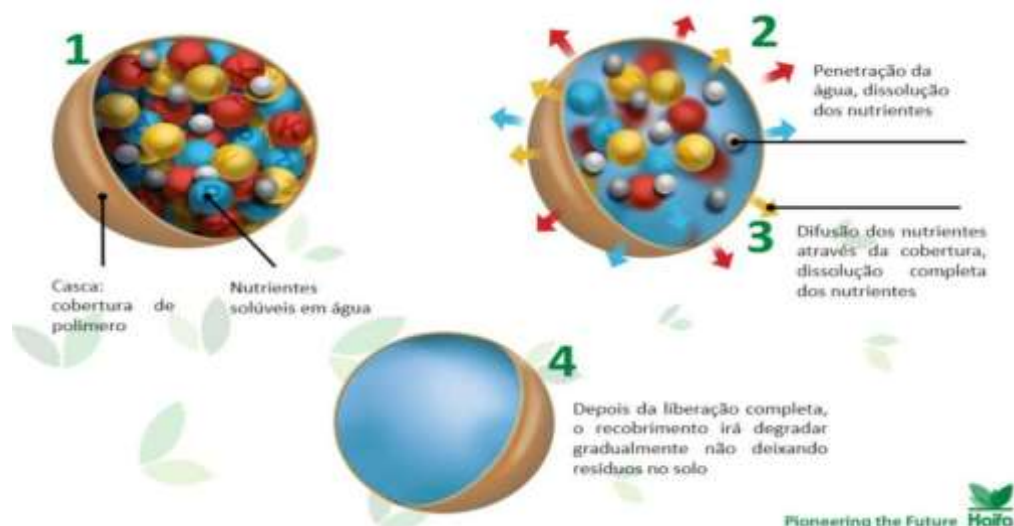


Figura 5. Ação de fertilizantes de liberação controlada.

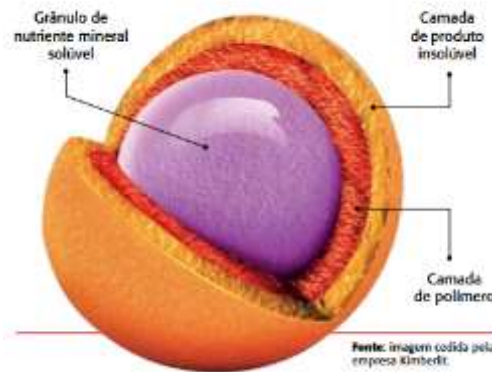


Figura 7. Ação de fertilizantes de liberação controlada.

Estudo de caso com produtores utilizando o adubo de liberação controlada e convencional:

NEGATIVO:

Produtor utilizou durante dois anos o adubo de liberação controlada utilizando doses recomendadas pelos agrônomos da empresa, fez a adubação de forma recomendada e orientada. Após esses dois anos ele notou um fracasso na lavoura na parte foliar (visual) e também na questão de produção comparada com a convencional. Um pouco esse fracasso pode ser por causa do clima, pois o adubo só libera em condições ideais de temperatura e umidade, e como tem tido alguns anos bem atípicos, pode ter feito com que nem todo o adubo tenha sido liberado de seu polímero, e consequentemente fazendo com que a planta ficasse com déficit nutricional. Lembrando que a recomendação da adubação convencional é em cima de como se fosse três adubações do convencional.

Produtor acabou não ficando satisfeito com o resultado entregue, pois é uma tecnologia cara e que tem alguns empecilhos que atrapalham suas garantias e resultados.

POSITIVO:

Quando pensei em começar a utilizar o adubo de liberação controlada, o meu primeiro princípio foi a mão de obra para a adubação, pelo fato de estar cada vez mais escassa na nossa região. Quando fiz o primeiro teste com o adubo Polyblen® formulação 24-06-14 usando a dose de 330g por planta, em um talhão de 4 mil plantas por hectare, obtive um resultado esperado quanto a produção, mas para mim, o melhor resultado foi no vigor da planta, senti que ela estava sempre com crescimento sempre com uma tonalidade bem escura, sadia.

E também tendo em conta a economia com a mão-de-obra, por ser de liberação controlada faço apenas uma aplicação e sempre vejo que quando tenho umidade e temperatura a planta está se alimentando, gerando isso uma recuperação de um pós-colheita melhor, com menos perda de área foliar. Senti que quando a planta estava no ápice hormonal e de funcionamento tinha nutrientes La para que ela se desenvolvesse cada vez mais.

Então, colhendo esses resultados desse teste resolvi aumentar a área, sempre com ajuda de especialistas, para não perder em produção da lavoura, e gerando cada vez mais economia na fazenda, assim hoje, toda minha área é de liberação controlada, tenho facilidade em mão-de-obra, posso aplicar minha adubação com sol e tenho obtido resultados satisfatórios. Por isso uso e indico liberação controlada.

3 CONCLUSÃO

Portanto, a ajuda de especialistas em diversos parâmetros de análise da aplicação de fertilizantes de liberação controlada pode auxiliar no aumento da produção da lavoura, gerando maior renda e diminuição de custos com a aplicação de fertilizantes de liberação controlada.

4 REFERÊNCIAS

AMARAL, J. A. T.; RENA, A. B.; AMARAL, J. F. T. Crescimento vegetativo sazonal do cafeeiro e sua relação com fotoperíodo, frutificação, resistência estomática e fotossíntese. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 3, p. 377-384, 2006.

AZEEM, B. et al. Review on materials & methods to produce controlled release coated urea fertilizer. **Journal of Controlled Release**, Amsterdam, v. 181, p. 11-21, May 2014.

CANNELL, M. G. R. **Crop physiological aspects of coffee bean yield – a review. Kenya Coffee**, v. 41, p. 245-253, 1976.

CANTARELLA, H. & MARCELINO, R. O uso de inibidor de urease para aumentar a eficiência da ureia. In: SIMPOSIO SOBRE INFORMAÇÕES RECENTES PARA OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA, 2007, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 2007.v.1. p.2-19.

CAFEICULTURA - Café Conilon. Espírito santo: INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL (INCAPER), [2015 a 2022]. Disponível em: <https://incaper.es.gov.br/cafeiculturaconilon#:~:text=%C3%89%20respos%C3%A1vel%20por%20at%C3%A9%20,plantados%20de%20conilon%20no%20Estadop>. Acesso em: 27 nov..

CHAGAS, W. F. T. NITROGEN FERTILIZERS TECHNOLOGIES FOR COFFEE PLANTS. **Coffee Science**, Lavras, v. 14, n. 1, p. 55 - 66, jan./mar. 2019.

CHIEN, S.H.; PROCHNOW, L. I.; CANTARELLA, H. Recent developments of fertilizer production and use to increase nutrient efficiency and minimize environmental impacts. In: Bertsch, P. M.; Scow, K. M.; Phillips, R. L.; Wilding, L. P. (Ed.). *Advances in Agronomy*. Cambridge: **Academic press**, 2009. Chap. 8, p. 261-316.

DOS REIS, Diarly Sebastião. Fertilizantes de liberação lenta, controlada e inibidores. [S. l.], 2 jan. 2022. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/fertilizantes-de-liberacao-lenta-controlada-e-inibidores/>. Acesso em: 26 nov. 2022.

ERNANI, P.R.; BAYER, C. & STECKLING, C. Características químicas de solo e rendimento de matéria seca de milho em função do método de aplicação de fosfatos, em dois níveis de acidez. **R. Bras. Ci. Solo**, 25:939-946, 2001.

FARIA, L. A. et al. Hygroscopicity and ammonia volatilization losses from nitrogen sources in coated urea. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, n. 3, p. 942-948, May/June. 2014.

FERTILIZANTES de Liberação Controlada. [S. l.]: Laís Ferreira, 18 set. 2022. Disponível em: <http://laisferreiraagro.blogspot.com/2015/09/fertilizantes-de-liberacao-controlada.html>. Acesso em: 27 nov. 2022

FONTOURA, Tatiana B. **CoteN™ Mix fertilizante de liberação controlada para a cultura do Milho**. [S. l.], 17 dez. 2020. Disponível em: <https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/informe-publicitario/276274-coten-mix-fertilizante-de-liberacao-controlada-para-a-cultura-do-milho.html#.Y4dbbb3MLce>. Acesso em: 27 nov. 2022.

MACHADO, Anderson Wolf. **Nanofertilizantes**. [S. l.], 30 nov. 2022. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/adubacao-mineral/fertilizantes-de-liberacao-lenta---controlada_455166.html. Acesso em: 24 nov. 2022.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 683 p.

MARCHESAN, E. et al. Fontes alternativas à ureia no fornecimento de nitrogênio para o arroz irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 12, p. 2053-2059, Dec. 2011.

MARTINS, Fernanda. **Os maiores estados produtores de café atualmente**. [S. l.], 7 dez. 2021. Disponível em: <https://blog.coffeemais.com/os-maiores-estados-produtores-de-cafe-atualmente/>. Acesso em: 27 nov. 2022.

MATIELLO, J. B. et al. **Cultura de Café no Brasil: novo manual de recomendações**. MAPA, **Fundação Procafé**, 2010. 546 p.

Menegardo, C. ; Cavalcanti, A. C. ; Partelli, F. L. Doses de Polyblen® no cafeeiro Conilon: crescimento, clorofila e nitrogênio foliar. 43º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. 2017: Poços de Caldas, MG) - **Anais [434]**.

NASSER, M. D. et al. Análise econômica da produção de café arábica em São Sebastião do Paraíso, estado de Minas Gerais. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 42, n. 2, p. 5-12, mar./abr. 2012.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2>> Acesso em 17 de Jun. de 2019.

O QUE há de novo. Londres: Organização Internacional do Café, setembro 2022. Disponível em: <https://www.ico.org/>. Acesso em: 28 nov. 2022.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2011). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

RENA, A. B.; BARROS, R. S. **Aspectos críticos no estudo da floração do café**. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). Efeitos da irrigação sobre a qualidade e produtividade do café. p. 149-172, 2004.

ROCHETTE, P.; ANGERS, D.; CHANTINI, M.H.; MacDONALD, J.D.; GASSER, M. & BERTRAND, N. Reducing ammonia volatilization in a no-till soil by incorporating urea and pig slurry in shallow bands. **Nutr. Cycling Agroecosyst.**, 84:71-80, 2009.

SANGOI, L.; ERNANI, P.R.; LECH, V.A. & RAMPAZZO, C. Volatilização de N-NH₃ em decorrência da forma de aplicação de ureia, manejo de resíduos e tipo de solo, em laboratório. **Ci. Rural**, 33:87-692, 2003.

SANZ-COBENA, A.; MISSELBROOK, T.H.; ARCE, A.; MINGOT, J.I.; DIEZ, J.A. & VALLEJO, A. An inhibitor of urease activity effectively reduces ammonia emissions from soil treated with urea under Mediterranean conditions. **Agric. Ecosyst. Environ.**, 126:243-249, 2008.

SANTOS, Jamilsen. **Produção dos Cafés do Brasil ocupa área de 1,82 milhão de hectares dos quais 1,45 milhão são de café arábica e 375,99 mil de conilon.** [S. l.]: Embrapa, 2 set. 2021.

Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/64630822/producao-dos-cafes-do-brasil-ocupa-area-de-182-milhao-de-hectares-dos-quais-145-milhao-sao-de-cafe-arabica-e-37599-mil-de-conilon>. Acesso em: 21 nov. 2022.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.

TIMILSENA, Y. P. et al. Enhanced efficiency fertilisers: a review of formulation and nutrient release patterns. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, v. 95, n. 6, p. 1131-1142, Apr. 2014.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S. **Fertilizantes de eficiência aprimorada.** Jaboticabal: Funep, 2017

2022