



**CURSO BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**RENDIMENTO DE TOMATEIRO INDUSTRIAL CULTIVADO COM UREIA  
TRATADA COM NANOCELULOSE**

**LUCAS DIAS PIRES**

**Morrinhos, GO**

**2021**

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLOGIA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA GOIANO**  
**PROGRAMA DE BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**Autor: Lucas Dias Pires**

**Orientador: Emmerson Rodrigues De Moraes**

**Trabalho de conclusão apresentado como exigência para obtenção do Título de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Educação Ciência e Goiano, Campus Morrinhos - Área de concentração Olericultura.**

**MORRINHOS**  
**GOIÁS-BRASIL**  
**NOVEMBRO/2021**



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Formulário 262/2021 - CCEG-MO/CEG-MO/DE-MO/CMPMHOS/IFGOIANO

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO**

**PRÓ-REITORIA DE ENSINO**

**CAMPUS MORRINHOS**

**COORDENAÇÃO DE CURSOS DE ENSINO DE GRADUAÇÃO**

RENDIMENTO DO TOMATEIRO INDUSTRIAL CULTIVADO COM UREIA

TRATADA COM NANOCELULOSE

Autor: Lucas Dias Pires

Orientador: Dr. Emmerson Rodrigues de Moraes

TITULAÇÃO: Graduação em Agronomia.

APROVADO em 02 de dezembro de 2021

Prof. Dr. Emmerson Rodrigues de Moraes

Presidente da Banca

IF Goiano – Campus Morrinhos

Prof. Dr. Cícero José da Silva

Avaliador Interno

IF Goiano – Campus Morrinhos

Eng Agrônomo Matheus Henrique Medeiros

Avaliador Externo

Universidade Federal de Uberlândia - Campus Monte Carmelo

Documento assinado eletronicamente por:

- **Matheus Henrique Medeiros, Matheus Henrique Medeiros - Outros - Ufu (1)**, em 15/12/2021 11:44:23.
- **Cicero Jose da Silva, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 15/12/2021 10:46:57.
- **Emmerson Rodrigues de Moraes, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 14/12/2021 11:10:46.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 14/12/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 341585

Código de Autenticação: a46073135b



INSTITUTO FEDERAL GOIANO  
Campus Morrinhos  
Rodovia BR-153, Km 633, Zona Rural, None, MORRINHOS / GO, CEP 75650-000  
(64) 3413-7900

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

### IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado)            | <input type="checkbox"/> Artigo científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado)      | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação)  | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Lucas Dias Pires

Matrícula:

2017104220210397

Título do trabalho:

RENDIMENTO DE TOMATEIRO INDUSTRIAL CULTIVADO COM UREIA TRATADA COM NANOCELULOSE

### RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: 15 /01 /2022

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

### DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Morrinhos

Local

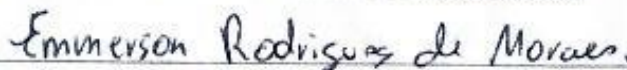
10 /01 /2022

Data



Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiro a Deus pelo dom da vida e a dádiva do conhecimento, por estar terminando mais uma etapa da minha vida. Agradeço a minha mãe Keila Alessandra Lemes Dias e ao meu pai Ademar Jorge Ferreira Nogueira por estar sempre me incentivando, por não me deixar desistir nos momentos difíceis e a que me inspirou em ir atrás dos meus sonhos.

Agradeço a minha família por me dar todo o suporte necessário para ingressar na faculdade e dar motivos para eu provar que sou capaz de me formar no curso que sempre sonhei.

Agradeço a minha namorada Débora Cristina da Silva por ter me dado motivos para continuar lutando pelo meu sonho e me apoiando independente do que aconteça.

Um agradecimento especial aos meus amigos da faculdade para a vida em especial a Kayk Gonçalves, Marcelo Filho e Giovana Cândida por todas as ajudas dadas durante esse período, tanto nas matérias, quanto nos ensinamentos de vida, conselhos e nesse trabalho.

Agradeço ao meu orientador Dr. Emmerson Rodrigues de Moraes, por todo o conhecimento que foi a mim passado, que mi ajudaram na vida tanto ao meu conhecimento pessoal como profissional.

À equipe que fez com que esse projeto fosse executado, sendo o Augusto Henrique e o Eliseu de Sousa, aos quais agradeço por terem tornado possível esse momento.

Um agradecimento a todos os amigos e a 8ª turma de Agronomia do IF Goiano – Campus Morrinhos, que de alguma forma me ajudaram ao longo dessa caminhada.

**A todos a minha gratidão e meu muito obrigado!**

## Sumário

1. LISTA DE TABELAS .....	8
2. LISTA DE FIGURAS .....	9
3. RESUMO .....	10
4. ABSTRACT .....	11
5. INTRODUÇÃO .....	12
6. MATERIAIS E MÉTODOS .....	14
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	24
8. CONCLUSÃO .....	28
9. REFERÊNCIAS .....	29

## 1. LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1-</b> Resultado da Análise Química do Solo.....	16
<b>Tabela 2-</b> Adubação, plantio e cobertura.....	19
<b>Tabela 3 -</b> Análise de variância dos quadrados médios para as variáveis Frutos Maduros (FM), Frutos Verdes (FV), Frutos Podres (FP) e Frutos Totais (FT) de tomate submetido a doses de ureia tratada e convencional, cultivado em campo (Morrinhos - GO, 2019). .....	24
<b>Tabela 4-</b> Análise das médias das doses, para as variáveis Frutos Maduros (FM), Frutos verdes (FV), Frutos podres (FP) e Frutos totais (FT) da planta de tomate, submetida a doses de ureia tratada com nanocelulose e ureia convencional aplicadas no sulco de plantio.	25



## 2. LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1-</b> Mudas de tomate Heinz 9553 de crescimento determinado. ....	17
<b>Figura 2-</b> Ureia Tratada com Nanocelulose.....	17
<b>Figura 3-</b> Adubação em sulco.....	19
<b>Figura 4-</b> Mangueira gotejadora 2,2 L h <sup>-1</sup> .....	21
<b>Figura 5-</b> Pesagem tomate para avaliação .....	22
<b>Figura 6-</b> Colheita do tomate.....	22
<b>Figura 7-</b> Classificação dos tomates .....	23
<b>Gráfico 1-</b> Dados meteorológicos Campus – Morrinhos/2019.....	14
<b>Gráfico 2-</b> Dados de precipitação pluvial Campus Morrinhos/2019.....	15
<b>Gráfico 3-</b> Valores de frutos verdes com ureia tratada com nanocelulose. ....	26

### 3. RESUMO

O aumento da população mundial, acarreta uma maior demanda de alimento, desse modo, estipula-se que o número de habitantes mundial chegue em 2050 em torno de 9 bilhões. Desse modo o uso do organomineral como a celulose nanofibrilada veio para melhorar a produção em um mesmo espaço-tempo e diminuir o uso exagerado dos fertilizantes minerais e suprir a demanda de alimento com o aumento da população. O objetivo da pesquisa foi avaliar a eficiência do uso da nanocelulose tratada na produtividade do tomateiro industrial (*Sollanum lycopersicon*). O plantio foi realizado no Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos (Latitude 17°48'50,4" S; Longitude 49°12'16,5" W; Altitude: 902 m) com delineamento em blocos casualizados com seis tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram compostos por 0,0; 60; 90; 120 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de N adicionados através da ureia tratada com celulose nanofibrilada e um tratamento adicional de 120 kg ha<sup>-1</sup> com adubação de ureia convencional. O fornecimento de ureia tratada com nanocelulose foi realizado no início do plantio na camada subsuperficial, e o de ureia convencional foi conduzido a lanço na camada superficial na base da planta. Aos 126° dia após o plantio foram avaliados produtividade total de frutos (PTF), produtividade de frutos verdes (PFV), maduros (PFM) e podres (PFP), todos em t ha<sup>-1</sup>. Não se observou diferenças estatísticas significativas ( $p \geq 0,05$ ) para os tratamentos propostos, para nenhum dos parâmetros avaliados, exceto frutos verdes, em que correu diferenças estatística a 5% de probabilidade entre os tratamentos.

**Palavras-chaves:** nanosílica, *Sollanum lycopersicon*, organomineral, produtividade.

#### 4. ABSTRACT

The increase in the world population, leads to a greater demand for food, thus, it is stipulated that the number of world inhabitants will reach around 9 billion in 2050. In this way, the use of organomineral such as nanofibrillated cellulose came to improve production in the same space-time and reduce the exaggerated use of mineral fertilizers and meet the demand for food with the increase in population. The objective of the research was to evaluate the efficiency of the use of treated nanocellulose in the productivity of industrial tomato (*Sollanum lycopersicon*). The planting was carried out at Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos (Latitude 17°48'50.4" S; Longitude 49°12'16.5" W; Altitude: 902 m) in a randomized block design with six treatments and five replications. were composed of 0.0, 60, 90, 120 and 150 kg ha<sup>-1</sup> of N added through urea treated with nanofibrillated cellulose and an additional treatment of 120 kg ha<sup>-1</sup> with conventional urea fertilization. nanocellulose was carried out at the beginning of planting in the subsurface layer, and the conventional urea was carried out in the superficial layer at the base of the plant. At 126th day after planting, total fruit yield (TFP), green fruit yield were evaluated. (PFV), ripe (PFM) and rotten (PFP), all in t ha<sup>-1</sup>. No significant statistical differences ( $p > 0.05$ ) were observed for the proposed treatments, for any of the evaluated parameters, except for green fruits, in which ran statistical differences at 5% of p probability between treatments.

**Keywords:** nanosilica, *Sollanum lycopersicon*, organomineral, productivity.

## 5. INTRODUÇÃO

A população mundial em 2050 poderá chegar em torno de 9 bilhões de habitantes, assim como a produção de alimentos deverá chegar em torno de 40% a mais do que é produzido atualmente (MAXMEN, 2013). Diante disso, o setor de produção agrícola se vê obrigado a utilizar uma grande quantidade de fertilizante com compostos e técnicas diferentes, o que acarreta prejuízos aos ambientes uma vez que, a quantidade é mais rapidamente dissociada no solo do que absorvida pelas plantas (CHIEN, et al., 2009).

Produzido em mais de centenas de países, o tomate está presente na mesa da população sob diversas formas, desde a mais simples salada até produtos industrializados, como molhos e extratos. O estado de Goiás é o maior produtor nacional de tomate e o estado com o maior índice de produtividade, uma vez que reúne melhores condições climáticas e topográficas para o cultivo do fruto (RIBEIRO, 2015). Desse modo, segundo (CONAB, 2019), a área de tomate no Brasil somou-se 61,6 mil ha<sup>-1</sup> com produtividade de 68,3 t ha<sup>-1</sup> e produção 4,2 milhões de toneladas, concentrando a maior parte da produção em Goiás, São Paulo e Santa Catarina, com 75% da produção.

Em relação á nutrição mineral, a cultura do tomateiro é umas das mais exigentes em relação aos nutrientes, respondendo rapidamente a altas doses de aplicações de fertilizantes (SILVA et.al.; 2019). Concomitante com a absorção dos nutrientes, estão os fatores bióticos e abióticos, o que define o ponto de equilíbrio entre a quantidade de nutriente fornecido e a produtividade, levando sempre em consideração o clima (SOUZA e BARBOSA, 2015).

O nitrogênio (N) é um nutriente essencial a todos os organismos vivos. No entanto é um dos compostos mais limitantes de quantificar na pesquisa de culturas agrícolas. Encontra-se entre uma das moléculas orgânicas mais complexas no metabolismo das plantas (MALAVOLTA e MORAIS, 2006). O N é o segundo nutriente mais requerido pelo tomateiro. Nesse contexto, deve-se garantir que o fornecimento do nutriente seja equilibrado de forma a garantir melhores produtividades (LUCENA et al., 2013).

Diante disso, aparecimento das nanotecnologias no setor agrícola vem para contribuir com gradativa substituição de ingredientes ativos ou transportadores por ingredientes nanométricos, sendo que estes, também abriram as portas para as pesquisas de possíveis aplicações da nanotecnologia em compostos agroquímicos, como fertilizantes e reguladores de crescimento de plantas. Com isso espera-se benefícios por meio de pesquisa, uma redução no uso de altas doses de adubos principalmente

nitrogenados, e uma melhor capacidade de controlar o uso e a dosagem correta para as plantas (FAO/WHO, 2010).

Agregado a isso, vem a preocupação de gerar novas fontes de adubos, pois o uso constante e contínuo de grandes quantidades de fertilizantes minerais vem preocupando o setor agrícola, devido a suas fontes serem esgotáveis. Portanto, os estudos dessas fontes de insumos agrícolas são úteis e de extrema importância para o futuro, principalmente por serem uma fonte alternada e sustentável (COIMBRA, 2014).

Numa conduta de intensificar a eficiência dos fertilizantes químicos e reduzir a perda de nutrientes, a produção agrícola aposta na técnica de desenvolvimento e utilização de fertilizantes de liberação lenta ou controlada (organomineral). Desse modo, esses fertilizantes vieram somar a isso, de forma que haja um controle da liberação de nutriente através de uma camada protetora, em que disponibiliza gradativamente o nutriente em quantidades adequadas para a absorção e assimilação do vegetal produzido (TRENKEL, 2010). Com isso o método de encapsulação é o mais recomendável, em que esse revestimento sobre a superfície dos grânulos do fertilizante influencia de forma direta no mecanismo de liberação no solo (MATOS, 2017).

Estes fertilizantes organomineral são denominados como sendo um produto resultante da mistura física ou combinação de fertilizantes minerais e orgânicos, assim estudo de ordem mundial vem discutindo sobre a vantagem e desvantagens da utilização convencional no solo, a qual sugere aumentar a concentração de carbono no solo e redução da perda do nitrogênio pela volatilização da amônia (XIA et al., 2017).

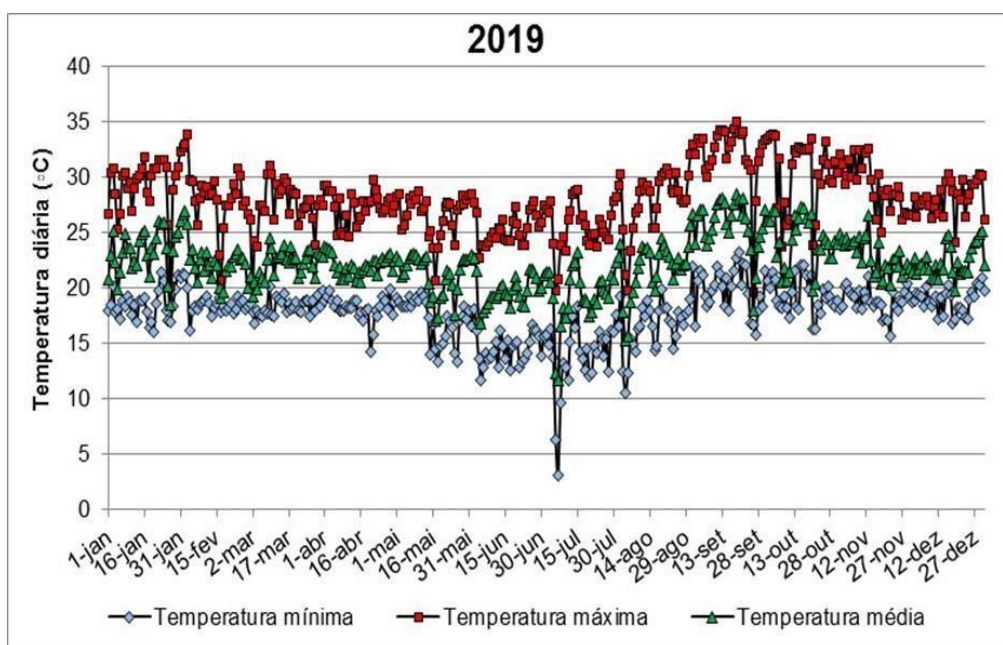
Assim, fontes alternativas de fertilizantes de liberação lenta/controlada e fertilizantes estabilizados são uma das alternativas agronômicas eficientes para aumentar a produtividade das culturas, pois atuam diminuindo as perdas do nitrogênio para o meio ambiente, além de minimizar os efeitos residuais para o solo, água e atmosfera (ALMEIDA, 2012). Com o intuito de contribuir com a pesquisa sobre novas técnicas de adubação, o objetivo desse trabalho é avaliar a eficiência da ureia tratada com tecnologias de nanosílica e nanocelulose na produtividade do tomateiro industrial.

## 6. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos (Latitude 17°48'50,4" S; Longitude 49°12'16,5" W; Altitude: 902 m) no período de junho a setembro de 2019. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura argilosa com 45 % de argila. Segundo Cardoso et al. (2014) o clima da região é classificado no tipo AW, regime pluvial tropical semiúmido. A temperatura média anual é da ordem de 20°C e o mês de julho apresenta a menor média de temperaturas mínimas (13°C).

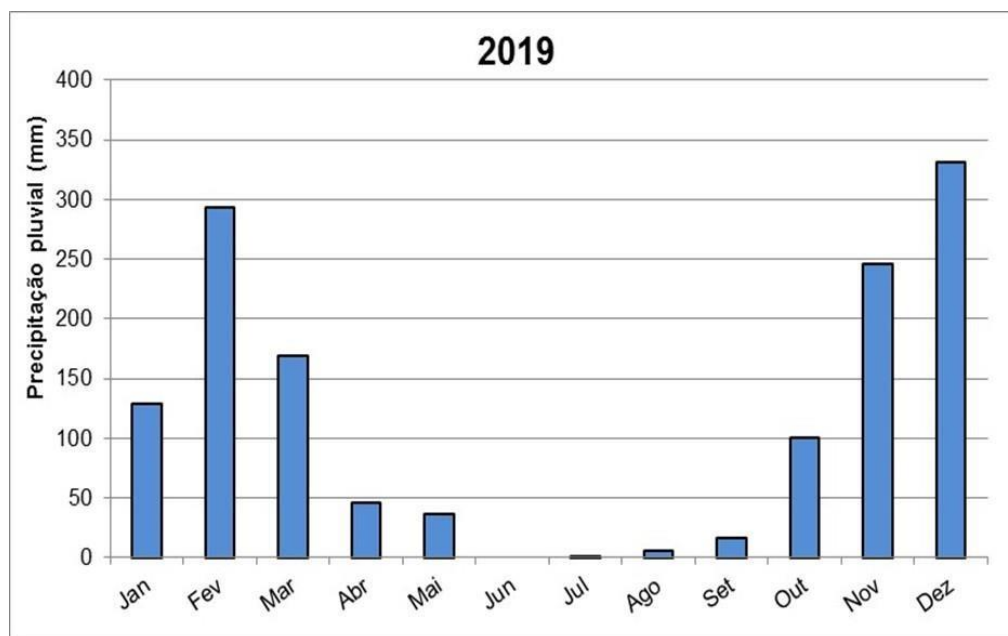
Os dados meteorológicos e de precipitação pluvial durante a condução da pesquisa foram monitorados via estação meteorológica automática do Campus Morrinhos (Gráfico 1 e 2), localizada a cerca de 400 metros da área experimental.

**Gráfico 1-** Dados meteorológicos Campus – Morrinhos/2019



Fonte: <https://www.ifgoiano.edu.br/home/index.php/meteorologia-2>

**Gráfico 2-**Dados de precipitação pluvial Campus Morrinhos/2019



**Fonte:** <https://www.ifgoiano.edu.br/home/index.php/meteorologia-2>

A área experimental vem sendo cultivada com tomate para processamento industrial durante o período seco do ano desde 2016, e ficando em pousio durante o período chuvoso. Realizou-se a amostragem do solo na profundidade de 0 a 20 cm para caracterização da fertilidade do solo (Tabela 1). A amostragem foi realizada em todas as unidades experimentais, compreendendo de uma amostragem composta formada a partir de três amostras simples na linha central. A recomendação de adubação foi determinada a partir dos laudos de análise do solo e manuais de recomendação de adubação (SOUSA e LOBATO, 2004).

**Tabela 1-** Resultado da Análise Química do Solo.

pH H <sub>2</sub> O	P me h <sup>-1</sup>	K	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	M.O
1-2,5	mg dm <sup>3</sup>			cmolc dm <sup>-3</sup>					%
6.1	14.9	90	ns	0.23	3.09	1.19	0.00	2.70	3.60
SB	T	T	V	m	B	Cu	Fe	Mn	Zn
cmolc dm <sup>-3</sup>			%	mg dm <sup>-3</sup>					
4.5	4.5	7.2	63	0	ns	Ns	ns	ns	Ns
Relação entre Bases					Textura (%)				
Ca/Mg	Ca/K	Mg/K		Ca/Mg/K			Argila	Silte	Areia
		Ca+Mg/K							
2.6	13.4	5.2	18.6	13.4	5.2	1.0	486	100	414

ns = não solicitado; SB = Soma de Bases; t = CTC efetiva; T = CTC a pH 7,0; V = Sat. de Bases; m = Sat. De Alumínio. P, K, Cu, Fe, Mn e Zn extraído Melich<sup>-1</sup>; S-SO<sup>-2</sup> = fosfato monobásico de cálcio 0,01 mol L<sup>-1</sup>; M.O. = todo colorimétrico; Ca, Mg, Al = KCL 1 mol<sup>-1</sup>; H + Al = Solução tampão SMP pH 7,5 ; Textura = Método da pipeta; = BaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O 0,125% à água quente; cmolc dm<sup>-3</sup> x 10 = mmolc dm<sup>-3</sup>; mg dm<sup>-3</sup> = ppm; dag = %

Foi utilizado o híbrido Heinz 9553 de crescimento determinado para frutos destinados ao processamento industrial (Figura 1). O delineamento experimental foi em blocos casualizados composto por seis tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos consistiram de 0,0; 60; 90; 120 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de N 30%, fonte ureia tratada com nanocelulose e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, fonte ureia convencional (testemunha). Os tratamentos com ureia tratada com nanosflica (Figura 2), e celulose nanofibrilada foram aplicados em parcela única no sulco de transplante. O tratamento com ureia convencional teve o manejo convencional adotado por agricultores, ou seja, 20 % da recomendação nitrogenada no sulco de plantio, 30 % ao 25º dia após transplante (DAT) e 50 % aos 50 DAT.





**Figura 1-**Mudas de tomate Heinz 9553 de crescimento determinado.

**Fonte:** Arquivo Pessoal



**Figura 2-**Ureia Tratada com Nanocelulose

**Fonte:** Arquivo Pessoal

As unidades experimentais foram de 5,0 x 3,3 m, compostas por três linhas contendo 16 plantas espaçadas de 0,3 m entre plantas e 1,1 m entre linhas. A área total de cada parcela foi de 16,5 m<sup>2</sup>, com carregadores de 2,0 m entre parcelas e blocos. Foram consideradas úteis as 10 plantas da linha central (Figura 3).



**Figura 3-** Unidade experimental

**Fonte:** Arquivo Pessoal

A ureia tratada foi cedida pela Embrapa Florestas, a qual iniciou estudos no segmento de viabilização da liberação lenta de fertilizantes via nanofibras de celulose. O transplântio das mudas e as adubações de plantio foram realizados manualmente. A adubação de cobertura nitrogenada foi realizada a lanço na região úmida do sulco apenas para tratamentos com ureia convencional, já que para ureia tratada foi fornecida em dose única (Figura 4).



**Figura 3-** Adubação em sulco

**Fonte:** Arquivo Pessoal

As adubações fosfatadas e potássicas foram parceladas em duas ocasiões diferentes sendo parte manualmente no plantio e via fertirrigação nas coberturas sendo  $P_2O_5$  e (K20 25% e 75%) (Tabela 2). A adubação com ureia convencional foi dividida em 3 aplicações, sendo, 20 % plantio, 30% e 50% em cobertura.

**Tabela 2-** Adubação, plantio e cobertura.

Tratamentos	$P_2O_5$	$K_2O$	(Ureia/nanocelulose) N (Ureia Convencional)	
			Kg ha <sup>-1</sup>	
T1	500	200	0	0
T2	500	200	60	0
T3	500	200	90	0
T4	500	200	120	0
T5	500	200	150	0
T6	500	200	0	120

A irrigação foi realizada por gotejamento superficial através de tubos gotejadores autocompensante, com vazão de  $2,2 \text{ L h}^{-1}$ , espessura da parede  $0,85 \text{ mm}$ ,  $17 \text{ mm}$  diâmetro nominal e  $30 \text{ cm}$  de espaçamento entre gotejadores (Figura 5).

Os níveis de irrigação do tomateiro foram determinados com base na evapotranspiração do tomateiro (ETc), levando em consideração a evaporação do tanque Classe A (ECA), o coeficiente do tanque (Kp) e o coeficiente de cultivo (Kc) para cada fase da cultura (Equação 1).

$$ETc = ECA \cdot Kp \cdot Kc \quad \text{Eq.1}$$

Em que: ETc= evapotranspiração da cultura (mm); ECA = evaporação do tanque classe A (mm dia<sup>-1</sup>); Kp= coeficiente do tanque classe A; Kc = o coeficiente de cultivo.

O Kp médio foi levado em consideração o de 0,7 durante todo experimento, conforme recomendação de Sentelhas e Folegatti (2003). O Kc do tomateiro seguiu as recomendações da FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura) (Allen et al., 1998): Estádio I – vegetativo (0,6); Estádio II – desde o final da fase I até 70 a 80% do desenvolvimento vegetativo (início do florescimento) (0,85); Estádio III – desde o final da fase II até o início da maturação (1,15); Estádio IV – desde o final da fase III até o final da colheita (0,9).

A lâmina total necessária (LTN) foi calculada levando em consideração a ETc e a eficiência do sistema de gotejamento de 90% (Equação 2).

$$LTN = \frac{ETc}{0,90} \quad \text{Eq.2}$$

Em que: LTN= lâmina total necessária (mm); ETc.= Evapotranspiração da cultura;

Os tempos de funcionamento por posição do sistema de irrigação foram controlados através do fechamento de registros no início da parcela (Equação 3).

$$T = \frac{LTN \cdot Lf \cdot Eg}{q} \cdot 60 \quad \text{Eq.3}$$

Em que: T= tempo de irrigação por posição (minutos); Lf= largura da faixa molhada (1,1 m); Eg= espaçamento entre gotejadores (0,3 m); q é a vazão do gotejador (2,2 L h<sup>-1</sup>).





**Figura 4-** Mangueira gotejadora 2,2 L h<sup>-1</sup>

**Fonte:** Arquivo Pessoal

O controle de pragas, doenças e plantas invasoras foram realizadas através da aplicação com bomba costal de produtos recomendados para a cultura de acordo com sua necessidade, alternando defensivos de princípio ativo e modo de ação diferentes, aplicando-se de forma preventiva.

Aos 126º dias após o transplante das mudas procedeu-se à colheita, quando se avaliou as seguintes variáveis, considerando a média de 10 plantas da área útil de cada parcela: massa de frutos verdes, massa de frutos maduros, massa de frutos podres e produtividade total frutos. Os frutos foram avaliados com uma balança de capacidade para 100 kg e precisão de 0,05 kg, assim determinou-se a massa fresca dos frutos (kg planta<sup>-1</sup>) e estimou-se a produtividade (t ha<sup>-1</sup>) (Figura 6).



**Figura 5-** Pesagem tomate para avaliação

**Fonte:** Arquivo Pessoal

A classificação no momento da colheita (Figuras 7 e 8) foi feita de acordo com a recomendação da Hortibrasil, em que no subgrupo das cores temos: frutos de tomates verdes (verde-maduro, maduros (vermelhos) e podres (necrosados) (ANDREUCCETTI et al., 2004). Foram avaliados a produtividade total de frutos (PTF), a produtividade de frutos verdes (PFV), maduros (PFM) e podres (PFP), todos em  $t\ ha^{-1}$ .



**Figura 6-** Colheita do tomate

**Fonte:** Arquivo Pessoal



**Figura 7-** Classificação dos tomates

**Fonte:** Arquivo Pessoal

Os resultados foram tabulados e submetidos à análise de variância (ANOVA), realizada pelo teste F, a 5% de probabilidade. Posteriormente, as médias de todos os tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. Foi realizada análise de regressão a 5 % de probabilidade para doses da ureia tradada e para a dose da testemunha (ureia convencional).



## 7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não se observou diferenças estatísticas significativas ( $p \geq 0,05$ ) para os tratamentos propostos e para nenhuma das variáveis analisadas, exceto frutos verdes, em que correu diferenças estatística a 5% de probabilidade entre os tratamentos (Tabela 3).

**Tabela 3** - Análise de variância dos quadrados médios para as variáveis Frutos Maduros (FM), Frutos Verdes (FV), Frutos Podres (FP) e Frutos Totais (FT) de tomate submetido a doses de ureia tratada e convencional, cultivado em campo (Morrinhos - GO, 2019).

FV	GL	F M	FV	FP	FT
<b>Tratamentos</b>	5	1883ns	4012*	1552ns	1694ns
<b>Blocos</b>	4	1383	2463	2417	8379
<b>Resíduo</b>	20	8410	8599	1227	1954
<b>CV%</b>		20,46	33,91	31,88	16,81

NS Não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F.

\* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F.

O resultado onde houve significância foi observado na dose de 120 kg ha<sup>-1</sup>, sobressaindo em kg ha<sup>-1</sup> as demais doses da ureia trada com nanocelulose e a dose da ureia convencional (Tabela 4). A não diferença entre os tratamentos de ureia protegida e a ureia convencional é uma informação importante. Se tratando de ureia protegida não é necessário a realização de adubações de cobertura nitrogenada. O que já se faz necessário na adubação com ureia convencional, que certamente aumentará os custos de produção com máquinas agrícolas, mão de obra e sistemas de fertirrigação.

Os tratamentos de doses mais altas com a ureia tratada com nanocelulose tiveram valores de produtividades superiores comparado com a ureia convencional para Frutos verdes, Frutos maduros, Frutos podres e Frutos totais. Tal fato ocorreu possivelmente pela liberação lenta do N da ureia tratada com nanocelulose, tendo maior aproveitamento do que a liberação mais rápida da ureia convencional. Resultado análogo teve Rabelo (2015), quando avaliou o desempenho do fertilizante mineral e organomineral na cultura do tomateiro industrial, em que os frutos nos quais foram utilizados o fertilizante organomineral tiveram melhores desempenho agrônômicos, porém, estatisticamente não se diferenciaram.



**Tabela 4-** Análise das médias das doses, para as variáveis Frutos Maduros (FM), Frutos verdes (FV), Frutos podres (FP) e Frutos totais (FT) da planta de tomate, submetida a doses de ureia tratada com nanocelulose e ureia convencional aplicadas no sulco de plantio.

Característica avaliada	Doses ureia tratada com nanocelulose e dose de ureia convencional (kg ha <sup>-1</sup> )						Média
	0	60	90	120	120Con	150	
Frutos maduros (kg ha <sup>-1</sup> )	50927	48809	49430	43586	41359	34802	44819
CV (%) = 20,47 DMS: 18236							
Frutos Podres (kg ha <sup>-1</sup> )	12571	10510	13208	9810	11355	8469	10987
CV (%) = 31,89; DMS: 6966							
Frutos verdes (kg ha <sup>-1</sup> )	1906a	23667ab	21514ab	39680b	22370 ab	37753b	27343
CV (%) = 33,91; DMS:18440							
Produtividade total (kg ha <sup>-1</sup> )	82563	82998	84153	93077	75085	81024	83150
CV (%) = 16,81 DMS:27802							

Médias seguidas pela mesma letra na linha, para a mesma característica avaliada, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. CV: Coeficiente de Variação. DMS: Diferença mínima significativa

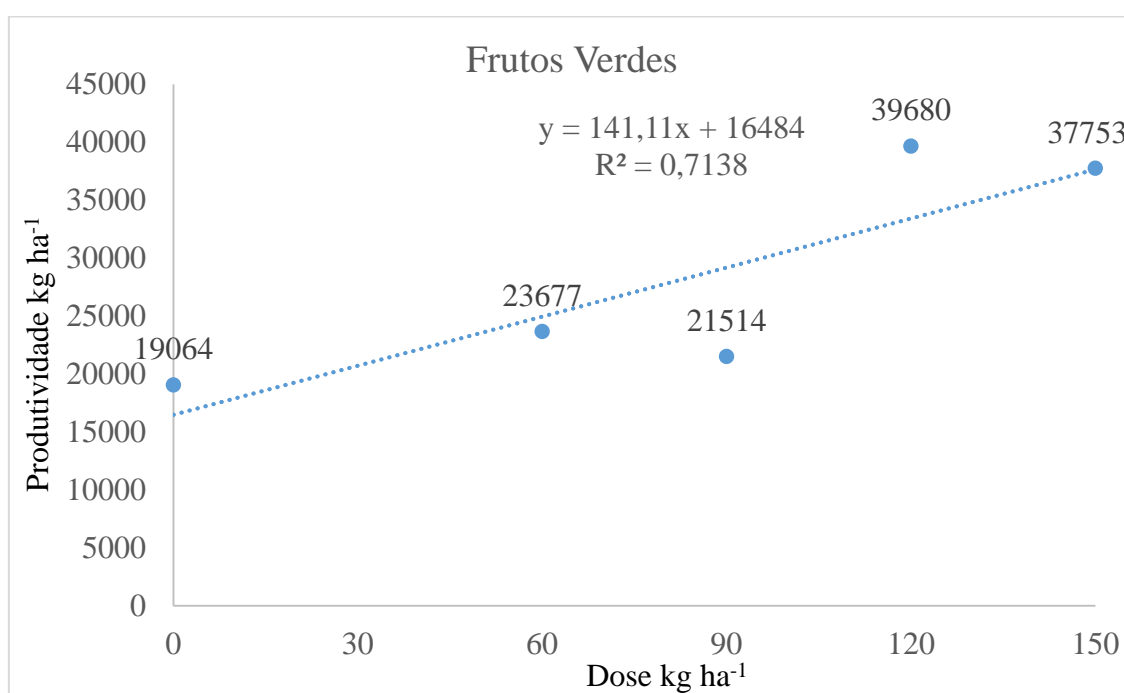
Na produtividade total de frutos, mesmo que não se tenha constatado efeito significativo dos tratamentos, observou-se evidências de que a adubação com 120 kg ha<sup>-1</sup> de ureia protegida favoreceu a produtividade do tomateiro, quando comparado às demais doses analisadas e à testemunha.

Confirmando dados deste trabalho, Elia e Conversa (2012) avaliaram quatro taxas de fertilização com N (1, 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup>) e estas apresentaram resultados de produtividade total máxima com adubação de 200 kg ha<sup>-1</sup>. Isso indica que há um limite para absorção de N em certos níveis que, se excedido, diminui drasticamente o rendimento.

Os resultados encontrados de frutos verdes nesta pesquisa, corroboram com as afirmações de Dutta et al. (2016), que concluíram que aplicação excessiva de N resulta em efeitos adversos no crescimento das culturas (por exemplo, aumento do desenvolvimento vegetativo, retardando a maturidade da cultura). A aplicação excessiva de fertilizantes químicos nitrogenados em doses mais altas podem levar a grandes acumulações de nitrato no solo e favorecer o desenvolvimento vegetativo (JU et al., 2009).

Se tratando de frutos verdes (Gráfico 3), observa-se que com o aumento da dosagem do fertilizante nanofibrilado, aumenta-se exponencialmente a quantidade de frutos verdes. Isso pode ser explicado pelos processos de absorção, assimilação e mobilização de N que envolvem mecanismos para a máxima eficiência de utilização, que inclui um sistema complexo de vias metabólicas reguladas que se alternam em razão do armazenamento, da remobilização, da reassimilação, da reciclagem durante a fotorrespiração e da distribuição entre as vias primárias e secundárias do metabolismo (STITT et al., 2002).

**Gráfico 3-**Valores de frutos verdes com ureia tratada com nanocelulose.



Observa-se no gráfico que há um limite (120 kg ha<sup>-1</sup>) entre alta produtividade e baixa produtividade dependendo da quantidade de fertilizante fornecida a planta. Segundo Wei et al. (2018), em baixo nível de N as plantas possuem capacidade fotossintética e fotoassimilados reduzidos para serem translucados das folhas aos frutos, diminuindo a frutificação e a produção de frutos.

Correlacionando a altas produtividades (120 e 150 kg ha<sup>-1</sup>), a aplicação de doses de N em abundância no solo resultará na produção de tecidos suculentos e novos, podendo prolongar o estágio vegetativo e/ou retardar a maturidade da planta (ZAMBOLIM, 2001).

Com a eficiência liberação gradativa de nutrientes da ureia tratada, ROLIM et al., 2012, observou resultados em outras culturas trabalhadas com ureia protegidas em relação

à ureia convencional evidenciada de forma expressiva. Trabalhando com algodão, houve incremento significativo no aumento da produtividade.

## **8. CONCLUSÃO**

A ureia tratada com nanocelulose apresenta aumento de frutos verdes em 77% em relação a ureia convencional.

A ureia tratada é eficiente com uma única adubação no sulco de plantio para dose de 120 kg há<sup>-1</sup>, comparada a produtividade total de frutos.

A ureia tratada com nanocelulose indica possíveis aumentos de produtividade total em relação a ureia convencional.

Tratando-se de ureia tratada com nanopartículas de celulose, faz-se necessário o surgimento de mais pesquisas para estudos mais aprofundados do fertilizante.

## 9. REFERÊNCIAS

- ANDREUCCETTI, C.; FERREIRA, M.D.; GUTIERREZ, A.S.D.; TAVARES, M. **Classificação e padronização dos tomates cv. Carmem e Débora dentro da CEAGESP – SP.** Engenharia Agrícola., v.24, n.3, p.1-9, 2004.
- ALMEIDA, R.F. **Adubação nitrogenada de tomateiros.** Revista Verde., v.6, n.5, p. 25, 2012.
- CARDOSO, M. R. D; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Classificação climática de Köppen-Geiger para o estado de Goiás e o Distrito Federal. ACTA Geográfica, Boa Vista, v.8, n.16, p.40-55 jan./mar. de 340 2014.
- CHIEN, S.; PROCHNOW, L.; CANTARELLA, H. **Recent developments of fertilizer production and use to improve nutrient efficiency and minimize environmental impacts.** Advances in Agronomy., n. 102, p. 267-322, 2009.
- COIMBRA.G.K. **Desempenho Agrônômico e Caracterização Físico-Química de Tomateiro Industrial Cultivado com Adubação Organomineral e Química.** Universidade de Brasília, 2014.
- CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento- Compêndio de Estudos Conab – v. 21, ISSN: 2448-3710, Brasília: Conab, 2019.**
- DUTTA, P.; DAS, K.; PATEL, A. **Influence of organics, inorganic and bio-fertilizers on growth, fruit quality, and soil characters of Himsagar mango grown in new alluvial zone of West Bengal, India.** Advances in Horticultural Science., v.30, n.2, p.81-85, 2016.
- ELIA, A.; CONVERSA, G. **Agronomic and physiological responses of a tomato crop to nitrogen input.** European Journal of Agronomy., v.40, p.64-74, 2012.
- FAO/WHO, 2014. **Expert meeting on the application of nanotechnologies in the food and agriculture sectors: potential food safety implications.** Meeting report. Rome, 2014. Disponível em: <http://www.fao.org/3/i1434e/i1434e00.pdf>.
- LUCENA, R.R.M.; NEGREIROS, M.Z.; MEDEIROS, J.F.; BATISTA, T.M.V.; BESSA, A.T.M.; LOPES, W.A.R. **Acúmulo de massa seca e nutrientes pelo tomateiro ‘SM-16’ cultivado em solo com diferentes coberturas.** Horticultura Brasileira. v.31, p.401-409, 2013.
- MALAVOLTA, E.; MORES, M.F. **O nitrogênio na agricultura brasileira.** SED-70. 2006.

MATOS, Mailson de. 2017. 91f. **Desenvolvimento de fertilizante nano-estruturado para liberação lenta de nitrogênio.** Dissertação de Mestrado (Engenharia e Ciência dos Materiais). Universidade Federal do Paraná. Setor de Tecnologia.

MAXMEN, A. **A crop pests: Under attack.** *Nature.*, v.501, n.7468, p.15-17, 2013.

RABELO, K.C.C. 70f. 2015. **Fertilizantes Organomineral e Mineral: Aspectos Fitotécnicos na Cultura do Tomate Industrial.** Dissertação de Mestrado (Solo e Água) – Universidade Federal de Goiás.

RIBEIRO, K. **In natura ou processado? Líder em tomate industrial e significativo em tomate mesa. Goiás encara altos custos de produção.** IN: Federação da Agricultura e Pecuária de Goiás, (FAEG). Revista Campo. Ano XVI, n. 239,2015.

ROLIM, M.V.; SOUZA, J.R.; CASTRO, G.S.A.; RIBEIRO, B.N.; KANEKO, F.H. **Eficiência Agronômica da Ureia Revestida com Polímeros em Cobertura na Cultura do Algodão (*Gossypium hirsutum L.*).** In: Fertbio, 2012, Anais 17 a 21 setembro, Maceió.

SILVA, J.B.C et al. **Cultivo de tomate para industrialização.** Adubação. Embrapa hortaliças. Sistema de produção, v.1. 2 ed. Versão eletrônica. Disponível em:< [https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial\\_2ed/adubacao.htm](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/adubacao.htm)> Acessado em 21 de julho de 2019.

SOUZA, G.M.; BARBOSA, A.M. Fatores de estresse no milho são diversos e exigem monitoramento constante. Revista Visão Agrícola – ESALQ/USP / N°13, 2015.

SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação.** 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.

STITT, M.; MULLER, C.; MATT, P.; GIBON, Y.; CARILLO, P.; MORCUENDE, R.; SCHEIBLE, W.R.; KRAPP, A. **Steps towards an integrated view of nitrogen metabolism.** *Journal of Experimental Botany.*, v.53, p.959-970, 2002.

TRENKEL, M.E. Slow- and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers: An Option for Enhancing Nutrient Use Efficiency in Agriculture. International Fertilizer Industry Association (IFA). Paris, France, 2010.

WEI, Z.; DU, T.; LI, X.; FANG, L.; LIU, F. **Interactive effects of elevated CO<sub>2</sub> and N fertilization on yield and quality of tomato grown under reduced irrigation regimes.** *Frontiers in Plant Science.*, v.9, p.1-10, 2018.

XIA, L.; SHU KEE LAM, S.K.; YAN, X.; CHEN, D. **How does recycling of livestock manure in agroecosystems affect crop productivity, reactive nitrogen losses and soil**

**carbon balance? Environmental Science & Technology.**, v.51, n.13, p.7450-7457, 2017.

**ZAMBOLIM, L. Manejo Integrado fitossanidade: Cultivo protegido, pivô central e plantio direto.** Viçosa, 2001. 722p.