

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO -  
CAMPUS MORRINHOS  
PRÓ REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
MESTRADO PROFISSIONAL EM OLERICULTURA**

**UREIA TRATADA COM NANOCELULOSE NO CULTIVO DE  
TOMATEIRO INDUSTRIAL**

**AUTOR: ANTÔNIO CARLOS NONATO  
ORIENTADOR: Emmerson Rodrigues de Moraes**

**MORRINHOS-GO  
2021**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO -  
CAMPUS MORRINHOS  
PRÓ REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
MESTRADO PROFISSIONAL EM OLERICULTURA**

**UREIA TRATADA COM NANOCELULOSE NO CULTIVO DE  
TOMATEIRO INDUSTRIAL**

**Autor: Antônio Carlos Nonato**

**Orientador: Emmerson Rodrigues de Moraes**

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM OLERICULTURA, no Programa de Pós-Graduação em Olericultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos - Área de Concentração - Olericultura.

**MORRINHOS-GO**

**2021**

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

NN812u Nonato, Antônio Carlos  
UREIA TRATADA COM NANOCELULOSE NO CULTIVO DE  
TOMATEIRO INDUSTRIAL / Antônio Carlos Nonato;  
orientador Emmerson Rodrigues de Moraes. --  
Morrinhos, 2021.  
69 p.

Dissertação (Mestrado em Programa de Pós Graduação  
Mestrado em Olericultura) -- Instituto Federal  
Goiano, Campus Morrinhos, 2021.

1. Ureia. 2. Nonocelulose. 3. Liberação. 4.  
Fertilidade. 5. Tomate. I. Moraes, Emmerson  
Rodrigues de, orient. II. Título.



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

Formulário 1/2021 - SGPGPI-MO/GPGPI-MO/CMPMHOS/IFGOIANO

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

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OLERICULTURA**

**UREIA TRATADA COM NANOCELULOSE NO CULTIVO DE TOMATEIRO INDUSTRIAL**

Autor: Antônio Carlos Nonato

Orientador: Emmerson Rodrigues de Moraes

TITULAÇÃO: Mestre em Olericultura - Área de Concentração em Sistema de Produção em Olerícolas.

APROVADO em 23 de março 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

Prof. Dr. Fabiano Barbosa de Souza Prates

Avaliador Externo

IFAL - Campus Piranhas

Documento assinado eletronicamente por:

- **Fabiano Barbosa de Souza Prates, Fabiano Barbosa de Souza Prates - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos (10651417000330)**, em 29/03/2021 14:32:46.
- **Cicero Jose da Silva, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 24/03/2021 06:48:58.
- **Emmerson Rodrigues de Moraes, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 23/03/2021 21:56:37.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 18/03/2021. 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: 250641  
Código de Autenticação: a8069aa78c



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 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital 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  | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação                      | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização                 | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação                             | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ |   |

Nome Completo do Autor: ANTÔNIO CARLOS NONATO

Matrícula: 20191043304I0039

Título do Trabalho: UREIA TRATADA COM NANOCELULOSE NO CULTIVO DE TOMATEIRO INDUSTRIAL

**Restrições de Acesso ao Documento**

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique: \_\_\_\_\_

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 23/05/2021

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:

1. 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;
2. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, 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;

3. 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, 23/05/2021.

Local

Data



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)

*“Não seja infeliz por aquilo que você não tem, seja feliz por  
aquilo que você possui, valorize a vida”*  
(Antônio Carlos Nonato)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, acima de tudo, por me dar a vida, a saúde e a possibilidade de estar aqui neste momento.

Também tenho que lembrar daquelas pessoas que participaram de forma ativa no meu desenvolvimento pessoal, profissional, também das instituições que se fizeram presentes em todos o meu percurso.

Aos meus queridos pais (*in memoriam*), Oscar Nonato e Maria dos Anjos de Almeida Nonato, que batalharam sempre para que seus filhos se tornassem pessoas melhores e cidadãos de bem.

À minha família maravilhosa, minha amada esposa Carla Andréia, minha filha Giovanna Paulino e meu filho Lucas Yuki, por me apoiarem e me incentivarem nesta caminhada, e que foram fundamentais em todo este processo.

Aos meus irmãos, que me apoiaram para que este sonho se realizasse. Em especial minha irmã Dra. Profa. Idelvania dos Anjos Nonato, que dedicou grande parte do seu tempo para me auxiliar e direcionar todos os meus passos para a construção deste trabalho.

Ao Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos, por me dar a oportunidade de desenvolver meus trabalhos e estudos de forma organizada e muito estruturada.

Ao meu orientador, Emmerson Rodrigues de Moraes, que sempre acreditou no meu trabalho, pelos ensinamentos e entendimentos para que este projeto se tornasse realidade.

À Embrapa Florestas por ceder a ureia tratada com nanocelulose e os recursos para a execução do projeto.

A todos os professores do Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos, que me ensinaram os caminhos do sucesso e do aprendizado.

Aos meus colegas, amigos, Professores da Ulbra/Itumbiara, que me incentivaram e me apoiaram nesta caminhada.

Agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para que eu chegasse neste momento honroso da minha vida.

## **BIOGRAFIA**

Engenheiro Agrônomo, Professor Antônio Carlos Nonato nasceu no interior de Minas Gerais, na Cidade de São Domingos do Prata, residiu no distrito de Vargem Linda na Região do Rio doce. O pai era lavrador e a mãe Do lar, de uma família composta por 10 irmãos.

Sempre dedicado e muito batalhador, sempre buscou a melhoria das condições de vida para si e todos ao seu redor. cursou a educação básica, buscando sempre extrair o máximo de conhecimento em todas as bases. Aos 20 anos de idade mudou-se para a capital Belo horizonte em busca de melhoria de vida e uma oportunidade de desenvolver seus estudos.

No ano de 2003 passou no vestibular de Agronomia, pela Universidade Federal de Minas Gerais e mudou-se para a cidade de Montes Claros, na região norte de Minas Gerais.

Depois de se formar pela renomada Universidade, no ano de 2008 mudou-se para Goiás, onde buscou conhecimentos e aperfeiçoamentos em manejo e produção das culturas de cana-de-açúcar, milho, sorgo e soja.

Possui pós-graduação, MBA em Gestão de Produção de Bens e Serviços, concluída em 2015.

Atualmente é professor do Curso de Agronomia na Universidade Luterana do Brasil/ULBRA e Conselheiro Municipal do Meio Ambiente na Cidade de Itumbiara/GO; casado, pai de dois filhos, busca sempre o conhecimento e a melhor forma de adequá-lo a situações do dia a dia.

## FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. Efeito do nitrogênio e estágios de crescimento no tomateiro.....	8
FIGURA 2. Mudas do híbrido Heinz 9553.....	21
FIGURA 3. Ureia tratada.....	21
FIGURA 4. Unidade experimental.....	22
FIGURA 5. Mangueira de irrigação de sulco.....	23
FIGURA 6. Sistema de irrigação por gotejamento.....	24
FIGURA 7. Análise fotossintética com IRGA.....	26
FIGURA 8. Colheita dos tomates.....	27
FIGURA 9. Classificação dos tomates.....	28

## TABELAS

Pág.

TABELA 1. Análise química e física do Solo.....	20
TABELA 2. Adubação, plantio e cobertura.....	23
TABELA 3. Análise de variância com os quadrados médios das variáveis Taxa Transpiratória (E), Taxa fotossintética (A), Condutância Estomática (GSW), Taxa Transporte de elétrons (ETR) e Razão CO <sub>2</sub> interno e CO <sub>2</sub> externo (C <sub>i</sub> :C <sub>a</sub> ) do tomateiro cultivado com doses de ureia tratada com nanocelulose e convencional.....	29
TABELA 4. Taxa respiratória (E) (mol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> ) (m) , Taxa fotossintética (A) (μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> ) (Condutância estomática (GSW) (mol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> ), Taxa de transporte de elétrons,( ETR) (μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> ) e relação de CO <sub>2</sub> interno x relação de CO <sub>2</sub> externo do tomate (C <sub>i</sub> :C <sub>a</sub> ) (μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> ) em função das doses de ureia tratada com nanocelulose e ureia convencional aplicadas no sulco de plantio.....	30
TABELA 5. Análise de variância das doses, para as variáveis Frutos Maduros (FM), Frutos verdes (FV), Frutos podres (FP) e Frutos totais (FT) de tomate, submetidas a doses de ureia tratada e convencional, cultivada a campo (Morrinhos - GO, 2019) .....	31
TABELA 6. 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, submetidas a doses da ureia tratada com nanocelulose e ureia convencional aplicadas no sulco de plantio.....	34
TABELA 7. Análise de variância para as variáveis Massa, Diâmetro, Comprimento, Brix, pH, Acidez total e Firmeza da planta de tomate, submetida à ureia protegida e convencional, na cultura do tomate cultivado em campo (Morrinhos- GO, 2019) .....	38

TABELA 8. Análise das médias das doses para os parâmetros Massa, Diâmetro, Comprimento, Brix, pH, Acidez total e Firmeza em função das doses de ureia tratada com nanocelulose e ureia convencional aplicadas no sulco de plantio, da cultura do tomate cultivada em campo (Morrinhos, GO, 2019) ..... 39

## GRÁFICOS

GRÁFICO 1. Dados meteorológicos – Campus Morrinhos/2019.....	19
GRÁFICO 2. Dados de precipitação pluvial – Campus Morrinhos/2019.....	19
GRÁFICO 3. Valores de Frutos verdes com ureia tratada com nanocelulose.....	36
GRÁFICO 4. Valores de Firmeza de ureia tradada com nanocelulose.....	42

## SUMÁRIO

	Pág.
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
1.INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	03
2.1. Tomate Industrial.....	03
2.2. Nanotecnologia.....	04
2.3. Fertilizantes Nitrogenados.....	06
2.4. Fertilizantes Organominerais.....	08
3. OBJETIVOS.....	10
3.1. Objetivo geral.....	10
3.2. Objetivos específicos.....	10
4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	11
5. CAPÍTULO I.....	15
RESUMO.....	15
ABSTRACT.....	15
Introdução.....	16
Material e Métodos.....	18
Análise de Dados.....	28
Resultados e Discussão.....	28

Conclusões.....	43
Referências.....	44
6. CONCLUSÃO GERAL.....	50

## RESUMO

NONATO, Antônio Carlos, M.Sc., Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, março de 2021. **Ureia tratada com nanocelulose no cultivo de tomate industrial.** Orientador: Emmerson Rodrigues de Moraes.

Produzido em mais de uma centena 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, com o maior índice de produtividade, e reúne as melhores condições climáticas e topográficas para o cultivo do fruto. Esse estudo teve o objetivo de avaliar a eficiência da ureia tratada com nanocelulose no cultivo do tomateiro para processamento industrial. O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos, localizado na BR-153 km 633. O solo foi classificado como Latossolo vermelho-amarelo distrófico, de textura argilosa. O plantio foi realizado em julho de 2019. O delineamento experimental foi feito em blocos casualizados, composto por seis tratamentos em cinco repetições, sendo um tratamento adicional. Os tratamentos compreenderam em 0; 60; 90; 120 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de Nitrogênio (N), fonte ureia tratada com nanocelulose. O tratamento adicional foi de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, fonte ureia convencional. Os tratamentos com ureia tratada com nanocelulose foram fornecidos em parcela única no sulco de plantio, e o tratamento adicional da ureia convencional foi parcelado em 3 etapas durante o cultivo. As unidades experimentais analisadas foram de 5,0 x 3,3 m. Foram avaliadas, após 90 dias de plantio, as seguintes variáveis fotossintéticas determinadas pelo Analisador de gás por Infravermelho (infra-red gas analyzer, IRGA)<sup>®</sup>: taxa fotossintética, taxa respiratória, condutância estomática, CO<sub>2</sub> interno e externo, taxa de transporte de elétrons e luz efetiva utilizada. No momento da colheita foi avaliado: peso de frutos verdes, peso de frutos maduros, peso de frutos podres e produtividade total. Em seguida os frutos foram levados ao laboratório e foram avaliados: massa, diâmetro, comprimento, Brix, pH, acidez total e firmeza. As doses de ureia tratada e convencional não diferiram estatisticamente no cultivo do tomateiro para processamento industrial. A utilização da dose de 90 kg ha<sup>-1</sup> proporcionou frutos com maior firmeza, se comparados às outras doses do mesmo produto, à ureia convencional e à testemunha. A ureia tratada com nanocelulose teve melhor resultado quanto à produtividade em relação à ureia convencional na dose ideal de 120 kg ha<sup>-1</sup> em relação a frutos verdes com valor de rendimento de 39 toneladas. Este estudo mostrou uma grande vantagem da ureia tratada com nanocelulose em relação ao cultivo convencional e redução nas operações de adubação de cobertura, podendo assim apresentar redução no custo de produção.

**Palavras-chave:** dose, organomineral, produtividade, ureia.

## ABSTRACT

NONATO, Antônio Carlos, M.Sc., Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, março de 2021. **Ureia tratada com nanocelulose no cultivo de tomate industrial.** Advisor: Emmerson Rodrigues de Moraes.

Produced in more than a hundred countries, tomatoes are present on the population's table in various forms, from the simplest salad to industrialized products, such as sauces and extracts. The state of Goiás is the largest national producer of tomatoes, with the highest productivity index, and it gathers better climatic and topographic conditions for the cultivation of the fruit. This study aimed to evaluate the efficiency of urea translated with nanocellulose in the cultivation of tomatoes for industrial processing. The experiment was conducted at the Federal Institute of Education, Science and Technology Goiano – Campus Morrinhos, located at BR-153 km 633. The soil is classified as a dystrophic red-yellow Latosol, with a clay texture. Planting was carried out in July 2019. The experimental design was done in randomized blocks, consisting of six treatments in five repetitions, one additional treatment. The treatments comprised 0; 60; 90; 120 and 150 kg ha<sup>-1</sup> of Nitrogen (N), source urea treated with nanocellulose. The additional treatment was 120 kg ha<sup>-1</sup> of N, a conventional urea source. The treatments with urea treated with nanocellulose were provided in a single portion in the planting furrow, and the additional treatment of conventional urea was divided into 3 stages during cultivation. The experimental units analyzed were 5.0 x 3.3 m. The following photosynthetic variables determined by the infrared gas analyzer (IRGA) ® were evaluated after 90 days of planting: photosynthetic rate, respiratory rate, stomatal conductance, internal and external CO<sub>2</sub>, electron transport rate and effective light used. At harvest time, green fruit weight, ripe fruit weight, rotten fruit weight, total productivity were evaluated. Then, at the moment, the fruits were taken to the laboratory and evaluated: mass, diameter, length, Brix, pH, total acidity and firmness. The doses of treated and conventional urea did not differ statistically in the cultivation of tomato for industrial processing. The use of the dose of 90 kg ha<sup>-1</sup> provided fruits with greater firmness, when compared to other doses of the same product, conventional urea and the control. Urea treated with nanocellulose had better results in terms of productivity compared to conventional urea at the ideal dose of 120 kg ha<sup>-1</sup> in relation to green fruits with a yield value of 39 tons. This study showed a great advantage of urea treated with nanocellulose in relation to conventional cultivation and reduction in the operations of covering fertilization, thus being able to present reduction in the production cost.

**Keywords:** dose, organomineral, productivity, urea.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A população mundial em 2050 pode chegar em torno de 9 bilhões de habitantes, assim como a produção de alimentos deve 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 uma centena 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; SEAGRO, 2020).

De acordo com o IBGE, em 2017 a área plantada de tomate somou 61,6 mil ha<sup>-1</sup> com um rendimento e produção aproximada de 68,3 t ha<sup>-1</sup> e 4,2 milhões de toneladas. Ressalta-se que a maior parte da produção se concentrou em Goiás, Minas Gerais, São Paulo e Santa Catarina, correspondendo em torno de 75% da produção nacional (CONAB, 2020).

A produção do tomateiro está diretamente correlacionada com a absorção de minerais, sendo a sua maior exigência a adequação à concentração de nutrientes, respondendo rapidamente a altas doses de aplicações de fertilizantes (SILVA et al., 2005; SILVA et.al., 2006). 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).

A grande lixiviação, ou solubilidade de constituintes químicos de rocha, mostra-se crescente e contribui para a deposição de fertilizantes no solo à base de compostos ou os nitrogenados que contaminam águas superficiais e subterrâneas, o que provoca eutrofização dos rios, contaminação dos cursos d'águas e desequilíbrio nas populações de plantas e animais (BARATI, 2010).

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, a qual tenta manter uma maior absorção e menor solubilidade. Para isso o método de encapsulação é o mais recomendável, e consiste em um revestimento sobre a superfície dos grânulos do fertilizante e influência de forma direta no mecanismo de liberação no solo (MATOS, 2017).

Nesse contexto, esse trabalho visa avaliar a eficiência da ureia tratada com nanocelulose no cultivo do tomateiro para processamento industrial.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Tomate Industrial

O tomate é uma planta herbácea, perene e anual. Originou-se no continente Sul-americano em alguns países como Colômbia, Bolívia, Peru e Chile. Foi utilizado pelos povos Incas, cultivado e nomeado como “Tomati” pelos povos Maias, utilizado para consumo *in natura* e uso industrial (COIMBRA, 2014).

A produção de tomate no ano de 2016 foi registrada em 175 países, sendo cultivado em altas latitudes como Canadá e Rússia bem como próximo à linha do Equador como Colômbia e Nigéria. A porcentagem chegou à média de mais de 177 milhões de toneladas e uma área cultivada de aproximadamente 4,8 milhões de hectares. O maior produtor é a China com uma área cultivada de mais de um milhão de hectares e uma produção anual de mais de 56 milhões de toneladas (FAO, 2018).

O cultivo do tomate industrial no Brasil ocupa uma área de 17,3 mil hectares, com um volume de 1,4 milhões de tonelada de tomates processados.

Na última década, Goiás se tornou um dos maiores produtores de tomate industrial do Brasil, devido às condições climáticas da região (SILVA JUNIOR et al., 2015). O cultivo do tomate industrial se destaca na região Centro-oeste e Sudeste do país, elevando o nível de produtividade com aproximadamente 60% da produção nacional, com os Estados de Goiás, São Paulo e Minas Gerais, respectivamente (TREICHEL et al., 2016).

O tomate industrial produzido em Goiás tem importância significativa nas propriedades devido à remuneração que a cultura traz, que é superior à das outras culturas que são produzidas de maneira intercalada ao tomate industrial (CARVALHO, 2009).

Em condições de campo, as raízes do tomateiro normalmente encontram-se nos primeiros 20 cm de solo podendo atingir até 1,5 metros de profundidade. No desenvolvimento da planta, o caule e as folhas são cobertos por pelos glandulares que saem da epiderme, e suas folhas são compostas e alternadas (ALVARENGA, 2013). Para alcançar boa produtividade, o tomate industrial tem alta demanda de água e para isso o sistema de irrigação

deve ter alta eficiência para também alcançar resultados positivos em questões econômicas e ambientais (COSTA, 2019).

O fruto é uma baga carnosa de cor predominantemente vermelha, de formato oblongos, com maior firmeza e alto teor de sólidos solúveis. O estágio de maturação do tomate influencia na vida pós-colheita e no amadurecimento. Durante este processo, fatores externos e nutricionais podem atuar na cor, teor de açúcares, acidez, pH, textura, sabor e suculência, fatores muito importantes na indústria de processamento (FERREIRA, et al., 2010).

A cadeia agroindustrial do tomate posiciona-se entre as mais importantes no contexto do agronegócio. À montante do setor produtivo, a cultura do tomate para processamento industrial movimenta as indústrias paralelas de insumos, embalagens, máquinas agrícolas e equipamentos de irrigação. Como matéria-prima para as indústrias processadoras de derivados, o tomate para processamento representa a atividade principal geradora de renda para muitos produtores, tornando-se significativa fonte de renda regional (MELO, 2004).

## **2.2. Nanotecnologia**

Na análise da sustentabilidade ambiental, a relação tecnologia/natureza constitui-se um campo bastante propício ao estudo da tecnologia. Essa análise pode ser vista como meio pelo qual a capacidade de interação da indústria e da natureza (CARVALHO, 2009). Dentre várias tecnologias tem-se o uso de adubações que podem aumentar a eficiência de nutrientes considerados de dinâmica complexa como o nitrogênio. O uso de fertilizantes organominerais na agricultura proporciona eficiência nas práticas de adubação, levando ao solo uma liberação de nutrientes em quantidades adequadas e contínuas, além de ser uma alternativa sustentável para a natureza (PERLATTI et al., 2013; COIMBRA, 2014).

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).

A National Nanotechnology Initiative (NNI) (2013), define a nanotecnologia como sendo uma matéria em partes de frações muito pequenas medindo aproximadamente de 1 a 100 nanômetros. Em que existem fenômenos únicos e particulares que possibilitam novas aplicações. Essas aplicações envolvem uma manipulação em nanoescala da matéria, como por exemplo as propriedades físicas, químicas e biológicas. A nanotecnologia vem revolucionando o mundo da ciência, que tem como principal característica sua diversificação, criando materiais e desenvolvendo novos produtos e processos baseados na capacidade da tecnologia moderna de manipular átomos e moléculas (BORSCHIVER et al., 2005).

Em geral, as nanotecnologias vêm sendo empregadas para economia de energia, para proteção do meio ambiente, com detecção de materiais tóxicos na atmosfera por meio de nanossensores, e com menor uso de matérias-primas. A nanotecnologia é utilizada também em tratamentos de águas em afluentes, além de empregos associados à saúde humana, como a liberação controlada de drogas no organismo; e na área alimentar, com a detecção de patógenos na indústria alimentícia (SALAMANCA-BUENTELLO et al., 2005).

O aparecimento das nanotecnologias no setor agrícola vem para contribuir com a gradativa substituição de ingredientes ativos ou transportadores de ingredientes nanométricos, sendo que estes, também abriram as portas para as pesquisas de possíveis aplicações da nanotecnologia em pesticidas e compostos agroquímicos, como fertilizantes e reguladores de crescimento de plantas. Com isso espera-se benefícios por meio de pesquisa, uma redução no uso de certos agrotóxicos (como pesticidas); fertilizantes nitrogenados e uma melhor capacidade de controlar a aplicação, dosagens de fertilizantes e moléculas químicas no campo (FAO/WHO, 2010).

Pesquisas destinadas ao desenvolvimento de sensores para monitorar processos industriais de qualidade de efluentes são direcionadas ao desenvolvimento de métodos de separação por membrana, de métodos de liberação controlada de nutrientes, de pesticidas no solo e de busca por novas utilidades dos produtos agrícolas, explorando a nanotecnologia com enfoque no benefício direto para a agricultura e para o meio ambiente (FRAISOLI, 2010). Dentro da produção agrícola, o uso da nanotecnologia destaca-se principalmente por uma busca da melhoria da produtividade, quanto a fertilizantes, auxiliando e otimizando o uso da água e a absorção de nutrientes. Porém, ressalta-se a dificuldade de acesso a esses produtos, uma vez que não são comercializados,

e, na maioria das vezes, encontram-se em fase de estudo e desenvolvimento em pesquisas (PERLATTI et al., 2013).

Grande parte das experiências brasileiras, ao tratarem das nanotecnologias no agronegócio, tem origem nas pesquisas realizadas pela Embrapa. A Embrapa trabalha com nanotecnologia em vários centros de pesquisa, além de Universidades brasileiras parceiras (EMBRAPA, 2007). As formulações agrícolas, fertilizantes e defensivos têm seus compostos ativos após a aplicação em maior disponibilidade para as plantas com a liberação gradativa, ou liberação lenta, sendo responsáveis por esses processos os materiais inertes encontrados no composto (PERLATTI et al., 2013). As 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).

### **2.3. Fertilizantes Nitrogenados**

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, 2007). 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). Este elemento no solo se encontra na forma orgânica, onde necessita da mineralização da matéria orgânica do solo (MOS), para liberação e disponibilização do N mineral para a solução do solo. Enquanto as frações de N em forma inorgânica encontra-se em forma de amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) e nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), que são as principais fontes absorvidas pelas plantas (MARSCHNER, 1995).

Os fertilizantes nitrogenados sólidos são apresentados em quatro formas: amoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ), nítrica ( $\text{NO}_3^-$ ), nítrico-amoniacal amídica [ $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ] (ureia), além da forma gasosa ( $\text{N}_2$ ) (COELHO et al., 2004). As plantas em geral mantêm a absorção pelas duas primeiras formas, entretanto a última é utilizada pelas leguminosas (VILLALBA et al., 2014).

Quando o nitrogênio é absorvido na forma de nitrato e amônio pelas raízes das plantas, por meio da membrana plasmática, pode ser reduzido ou armazenado nos vacúolos, ou translocado para a parte aérea, onde será reduzido ou armazenado nos vacúolos foliares (TAIZ; ZEIGER, 2013). A absorção inicial do N pela planta se dá na forma de ( $\text{NO}_3^-$  e  $\text{NH}_4^+$ ), entretanto a forma oxidada do N deve sofrer redução para a entrada no metabolismo vegetal, sendo por isso, necessária a redução do  $\text{NO}_3^-$  a  $\text{NH}_4^+$ , processo este que ocorre tanto nas folhas como nas raízes. O nitrato no solo é perdido por fatores como sistema de preparo do solo, tipo de solo e forma de aplicação dos fertilizantes nitrogenados, podem influenciar tanto o fluxo de água quanto a concentração de nitrato na solução do solo. Recomenda-se como alternativa para atenuar todas essas perdas o parcelamento da adubação nitrogenada (MARENCO, 2005; MACHADO, 2012).

A ureia [ $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ ] é o fertilizante nitrogenado mais utilizado em diferentes sistemas de produção agrícola no Brasil e no mundo. A eficiência agrônômica da ureia pode ser bastante reduzida em virtude da perda de N por volatilização de amônia ( $\text{NH}_3^+$ ) para a atmosfera. Comparando que as perdas por volatilização de outros fertilizantes como o nitrato de amônio têm sido menores (MATTOS JUNIOR et al., 2002).

A perda de compostos nitrogenados do solo para a atmosfera, ou mesmo para rios, lagos ou mares, pode ocorrer de várias formas, principalmente por volatilização da amônia, por desnitrificação ou por lixiviação. A adubação excessiva com sais de nitrato, seguida de chuva abundante, faz com que esses sais sejam carregados para lençóis freáticos, lagos ou rios, constituindo fortes agentes poluidores. Além disso, os vegetais perdem, por lixiviação, pequenas quantidades de  $\text{NH}_3^+$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_2$  e  $\text{NO}$  (VIEIRA, 2017). Os fertilizantes nitrogenados orgânicos são provenientes da mineralização dos resíduos vegetais e animais, através da ação efetiva da microbiota do solo. A matéria orgânica favorece o aumento da produção ao melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (MESSIAS, 2008). A adubação nitrogenada convencional de cobertura no tomate com finalidade industrial é feita a partir dos 25 a 30 DAT. São indicadas três adubações de cobertura com intervalo que pode variar de 7 a 14 dias, em função da condição nutricional da planta (GUEDES e SILVA, 2020).

O uso de fertilizante com cobertura visa principalmente o fornecimento e manutenção da concentração de N e K, por isso a mesma deve ser colocada de forma gradativa, e assim atender à necessidade nutricional da planta em suas diferentes fases de desenvolvimento (TRANI et al., 2015).

#### 2.4. Fertilizantes Organominerais

Fertilizante organomineral é um produto resultante da mistura física ou da combinação de fertilizantes minerais e orgânicos. Estudo de ordem mundial vem discutindo sobre as vantagens e desvantagens da utilização de fertilizantes convencionais no solo, o qual sugere aumentar a concentração de carbono no solo e reduzir a perda do nitrogênio pela volatilização da amônia (XIA et al., 2017). Os fertilizantes de liberação controlada ou lenta são definidos como aqueles que contêm um nutriente para a planta, de forma que haja um retardamento através de uma camada protetora, que libera gradativamente a disponibilidade para a absorção pelas plantas. Este prolongamento na disponibilidade pode ocorrer por diferentes mecanismos (TRENKEL, 2010).

A absorção de nutrientes pelo tomateiro é baixa até o aparecimento das primeiras flores, depois aumenta e atinge o máximo na fase de pegamento e crescimento dos frutos (entre 40 e 70 dias após o plantio), voltando a decrescer durante a maturação dos frutos. A quantidade de nutrientes extraída pelo tomateiro é relativamente pequena, mas é extremamente importante para o desenvolvimento e produtividade da cultura (Figura 1). Em média, em cada tonelada de frutos colhidos, são encontrados 3 kg de nitrogênio, aproximadamente (EMBRAPA, 2006).

<b>Estágio</b>	<b>Efeito do Nitrogênio</b>
Estabelecimento	Crescimento inicial
Fase vegetativa	Crescimento contínuo
Florescimento e frutificação	Mantém o crescimento vegetal e maximiza o nº de flores
Maturação - frutos maduros	Redução da quantidade – manter enchimento dos frutos

**Figura 1:** Efeito do nitrogênio e estágios de crescimento no tomateiro  
**Fonte:** Adaptada de: [www.yarabrasil.com.br](http://www.yarabrasil.com.br)

A celulose é um biopolímero de maior abundância, boa biocompatibilidade e ampla aplicação devido às suas propriedades químicas e físicas (CLARO, 2020). Desse modo, ressalta-se que a maior quantidade de fotoassimilados nos frutos são provenientes das folhas, resultado do processo metabólico e da fotossíntese. O aumento de massa dos frutos está diretamente relacionado com a capacidade da fonte (folhas) prover assimilados para tais drenos (frutos). Uma boa nutrição nitrogenada, associada a outros nutrientes, garante o desenvolvimento vegetativo ideal para garantir uma melhor produtividade (ALMANZA et al., 2016).

Em um processo de obtenção de fertilizante organomineral do tipo NPK (7-15-5), com cloreto de potássio (KCl), nitrato de amônio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), di-hidrogenofosfato de amônio ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ) e usando finos de carvão de eucalipto, obtido por pirólise rápida, obteve-se bons resultados nutricionais que estão de acordo com as normas para fertilizantes (MAGALHÃES et al., 2018). Estudos confirmam que a ureia de liberação controlada apresentou as características de baixo preço e sincronização com o nutriente da cultura de absorção em todo o período de crescimento, em comparação com a ureia convencional, e, portanto, tem sido amplamente utilizado no cultivo de trigo e milho (ZHENG et al., 2017).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo geral**

O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência da ureia tratada com tecnologias de nanosílica e nanocelulose no cultivo do tomateiro industrial.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Avaliar o uso de fertilizante organomineral de nanosílica e nanocelulose em ureia para liberação lenta de nitrogênio na cultura do tomate;
- Possibilitar a aceitação do fertilizante organomineral na cultura;
- Avaliar a eficiência fotossintética da cultura do tomateiro em relação ao uso dos fertilizantes;
- Avaliar a produtividade da cultura em função das doses de fertilizantes aplicadas na cultura.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMANZA-MERCHÁN, P.J.; ARÉVALO, Y.A.; CELY, G.E.R.; PINZÓN, E.H.; SERRANO, P.A.C. Fruit growth characterization of the tomato (*Solanum lycopersicum L.*) hybrid 'Ichiban' grown under cover. **Agronomía Colombiana.**, v.34, p.155-162, 2016.

ALMEIDA, R. 2012. Fertilizantes nitrogenados com liberação lenta e estabilizada na agricultura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável.** Disponível: <[https://www.researchgate.net/publication/308054333\\_Fertilizantes\\_nitrogenados\\_com\\_liberacao\\_lenta\\_estabilizada\\_na\\_agricultura](https://www.researchgate.net/publication/308054333_Fertilizantes_nitrogenados_com_liberacao_lenta_estabilizada_na_agricultura)> Acesso em: 10 jun. 2020.

ALVARENGA, M.A.R. Origem, botânica e descrição da planta. In: ALVARENGA, M.A. 258 R. **Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia.** 2. ed. Lavras: Editora 259. Universitária de Lavras, cap. 1. p.13-21,2013.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento- Boletim Hortigranjeiro., v.6, n.9, ISSN: 2486-5860, Brasília: Conab, 2020.

BARATI, A. Nano-Composite Superabsorbent Containing Fertilizer Nutrients Used in Agriculture. U.S. **Patent application publication.**Pub. No.: US 2010/0139347 A1. 2010.

BORSCHIVER, S.; GUIMARÃES, M.J.O.C.; SANTOS, T.N.; SILVA, F.C.; BRUM, P.R.C. Patenteamento em Nanotecnologia: Estudo do setor de Materiais Poliméricos Nanoestruturados. **Polímeros: Ciência e Tecnologia,** v.15, 2005.

CARVALHO, C.R.R.; CAMPOS, F.R. Análise dos aspectos econômicos e ambientais da cadeia agroindustrial do tomate no estado de Goiás. **Boletim Goiano de Geografia.**, v.29, p.163-168, 2009.

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.

CLARO, F.C.; JORDÃO, C.; VIVEIROS, B. M.; ISAKA, L.J.; JUNIOR, J.A.V.; MAGALHÃES, W.L.E. Low-cost membrane of wood nanocellulose obtained by mechanical defibrillation for potential applications as wound dressing. **Cellulose.**, v.27, p.10765–10779 (2020). Disponível em:<<https://doi.org/10.1007/s10570-020-03129-2>>. Acesso em: 10 jun. 2020.

COELHO, E.F.; COELHO FILHO, M.A.; CRUZ, J.L.; SOUZA, L.F.S. Fontes e frequências de aplicação de nitrogênio via água de irrigação no mamoeiro. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA, **Comunicado técnico 111**, Cruz das Almas, p.1-4, 2004.

COIMBRA, G.K. 2014. 176f. **Desempenho Agrônomo e Caracterização Físico-Química de Tomateiro Industrial Cultivado com Adubação Organomineral e Química.** Tese de Doutorado (Produção Sustentável) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - Universidade de Brasília.

COSTA, A.C, NASCIMENTO, J.M. Produtividade em tomateiro sob duas lâminas de irrigação e mulching. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias.**, v.14, n.3, e5664, p.1-6, 2019.

EMBRAPA.2007. **Nanotecnologia na Agricultura Aumenta seu Papel Social e de Inclusão**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18018621/nanotecnologia-na-agricultura-aumenta-seu-papel-social-e-de-inclusao>> Acesso em 06 de julho 2020.

EMBRAPA. 2006. Cultivo de Tomate para industrialização. Embrapa hortaliças. Sistema de produção. 1-2ª. Disponível em: <[https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial\\_2ed/autores.htm](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/autores.htm)> Acessado maio de 2020.

FAO. 2018. World Food and Agriculture – **Statistical pocketbook** 2018. Rome. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/CA1796EN/ca1796en.pdf>> Acesso em: 10 jun. 2020.

FERREIRA, M.M.M.; FERREIRA, G.B.; FONTES, P.C.R. Eficiência da adubação nitrogenada do tomateiro em duas épocas de cultivo. **Revista Ceres**, v.57, n.2, p.263-273, 2010.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO), WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Expert meeting on the application of nanotechnologies in the food and agriculture sectors: potential food safety implications. **Meeting report**. Rome, 2010. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/i1434e/i1434e00.pdf>> Acesso em: 10 de agosto de 2020.

FRAISOLI, C. 2010 **Efeitos das nanopartículas na agricultura – uma proposta de indicadores socioambientais para avaliações de impacto**. Embrapa Meio Ambiente. Disponível: <<http://www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/pibic/anais/2010/Artigos/RE10408.pdf>> Acesso em: 10 de julho de 2020.

GOMES, M. 2017. Goiás é o primeiro no ranking nacional na produção de tomate. Disponível em: <[https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/economia/2017/09/25/internas\\_economia,628678/producao-de-tomate-no-cerrado.shtml](https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/economia/2017/09/25/internas_economia,628678/producao-de-tomate-no-cerrado.shtml)> Acesso em: 22 jul. 2019.

GUEDES, I.M.R.; SILVA, J. Solo. Boletim Técnico, Embrapa. 2020. Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tomate/arvore/CONT000gn0jymr102wx5ok0liq1mqahm86lb.html>> Acesso em: 03 fev. 2021.

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.

MACHADO, V.J. 2012. 60f. **Resposta da cultura do milho aos fertilizantes fosfatados e nitrogenados revestidos com polímeros**. Dissertação de mestrado (Mestre com concentração em solos). Universidade Federal de Uberlândia.

MAGALHÃES. W.L.E.; MATOS, M.; RODRIGUES, L.F. Processo agroindustrial: produção de fertilizante organomineral a partir de finos de carvão de pirólise rápida. **Comunicado Técnico nº 428**. Embrapa Florestas. Colombo, 2018.

MALAVOLTA, E.; MORAES, M.F. Nickel – from toxic to essential nutrient. **Better Crops Norcross**, v.91, n.3.26-27, 2007.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2.ed. San Diego: **Academic Press**, 1995. 889p.

MATOS, M. 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.

MATTOS JUNIOR, D.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. Perdas por volatilização do nitrogênio fertilizante aplicado em pomares de citros. **Revista Laranja**, v.23, n.1, p.263-270, 2002.

MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. **Fisiologia Vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005, 451 p.

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

MELO, P.C.T.; VILELA, N. J. Desempenho da cadeia agroindustrial brasileira do tomate na 34ª década de 90. **Horticultura Brasileira**., v.22, p.154-160, 2004.

MESSIAS. A, SILVA. D. J, FREIRE, F.J, LEMOS DA SILVA, M.C. Fertilizantes "Recomendações de Adubação - PE, v. 01, p. 89-103, 2004. 2008.

NATIONAL NANOTECHNOLOGY INITIATIVE (NNI). Stakeholder perspectives on perception, assessment, and management of the potential risks of nanotechnology. **National Nanotechnology Initiative (NNI) Workshop**. Washington, 2013.

PERLATTI, B.; BERGO, S.P.L.; GRAÇAS, M.F.; SILVA, F.; BATISTA, F.J.Y.; FORIM, R.M. Polymeric Nanoparticle-Based Insecticides: A Controlled Release Purpose for Agrochemicals. **In Tech publishers**., p.1-29, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5772/53355>>.

QU, Z.; QI, X.; SHI, R.; ZHAO, Y.; HU, Z.; LI, C. Reduced N Fertilizer Application with Optimal Blend of Controlled-Release Urea and Urea Improves Tomato Yield and Quality in Greenhouse Production System. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**., v.20, p.1741–1750, 2020.

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.

SALAMANCA-BUENTELLO; PAN e XING; SOZER e KOKINI; FRAISO. Harnessing nanotechnology to improve global equity. Lunenfeld - **Tanenbaum Research Institute** · Bridgepoint Collaboratory for Research and Innovation., p.1-9, 2005.

SECRETARIA DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DE GOIÁS. 2020. **Mapeamento do agro revela o protagonismo do setor na economia goiana**. Disponível em: <[https://www.agrolink.com.br/noticias/mapeamento-do-agro-revela-o-protagonismo-do-setor-na-economia-goiana\\_434579.html](https://www.agrolink.com.br/noticias/mapeamento-do-agro-revela-o-protagonismo-do-setor-na-economia-goiana_434579.html)> Acesso em: 15 dez. 2020.

SILVA, W.L.C.; MARQUELLI, W. A.; MORETTI, C. L.; SILVA, H. R.; CARRIJO, O. A. Fontes e doses de nitrogênio na fertirrigação por gotejamento do tomateiro. **Workshop Tomate na UNICAMP**. Campinas: Perspectivas e Pesquisas, 2005.

SILVA, JUNIOR, A.R.; RIBEIRO, W.M.; NASCIMENTO, A.R.; SOUZA, C.B. Cultivo do tomate industrial no estado de Goiás: evolução das áreas de plantio e produção. **Conjuntura Econômica Goiana**, v.34, p. 97-109, 2015.

SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L.B.; FURUMOTO, O.; BOITEUX, L.S.; FRANÇA, L.H. Cultivo de tomate para industrialização. Adubação. Embrapa hortaliças. Sistema de produção., 2006., v.1.2. **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)> Acesso em: 21 jul. 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. Disponível em:<[https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA\\_13\\_Fisiologia-artigo3.pdf](https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA_13_Fisiologia-artigo3.pdf)> Acesso em: 30 jan. 2021.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**.3ed., Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p.

TRANI, P.E.; KARIYA, E.A.; HANAI, S.M.; ANBO, R.H.; BASSETTO JÚNIOR, O.B.; PURQUERIO, L.F.V.; TRANI, A.L. Calagem e Adubação do Tomate de Mesa. Instituto Agrônômico de Campinas- IAC,. **Boletim Técnico.**, v.215, 2015, 35p.

TREICHEL, M. et al. Anuário Brasileiro do Tomate 2016. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2016. 84p.

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.

VIEIRA, R.F. **Ciclo do nitrogênio em sistemas agrícolas**. 1ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017, ISBN 978-85-7035-780-9, 63 p.

VILLALBA, G. 2014. 91f. Misturas de ureia revestidas com polímeros e ureia convencional na adubação da cultura do milho. Dissertação (Mestrado) - **Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz', Piracicaba.**

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.

ZHENG, W.K.; LIU, Z.G.; ZHANG, M.; SHI, Y. F.; ZHU, Q.; SUN, Y. B.; ZHOU, H.Y.; LI, C.L.; YANG, Y.C.; GENG, J.B. Improving crop yields, nitrogen use efficiencies, and profits by using mixtures of coated controlled released and uncoated urea in a wheat-maize system. **Field Crops Research.**, v.205, p.106–115, 2017.

## 5. CAPÍTULO 1

### **Análises fotossintéticas, produtividade e pós-colheita no tomateiro industrial adubado com ureia tratada com nanocelulose e convencional**

(Normas de Acordo com a Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira)

Antônio Carlos Nonato<sup>1</sup> and Emmerson Rodrigues De Moraes<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pós-graduando no Programa em Olericultura pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos-GO; email: antonio.nonato@ulbra.br

<sup>2</sup> Professor e Pesquisador do Departamento de Olericultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos – GO

**Resumo:** Esse estudo teve o objetivo de avaliar a eficiência da ureia tratada com nanocelulose no cultivo do tomateiro para processamento industrial. O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos, localizado na BR-153 km 633. O solo foi classificado como Latossolo vermelho-amarelo distrófico, de textura argilosa. O plantio foi realizado em julho de 2019. O delineamento experimental foi feito em blocos casualizados, composto por seis tratamentos em cinco repetições, sendo um tratamento adicional. Os tratamentos consistiram em 0; 60; 90; 120 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de N, fonte ureia tratada com nanocelulose, e de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, fonte ureia convencional (testemunha). Os tratamentos com ureia tratada com nanocelulose foram fornecidas em parcela única no sulco de plantio, sendo o manejo convencional uma adubação no plantio e parcelado duas aplicações em cobertura. A irrigação foi feita por gotejamento superficial realizada por tubo gotejador autocompensante. Foram avaliadas as seguintes variáveis fotossintéticas determinadas pelo Analisador de gás por Infravermelho (infra-red gas analyzer, IRGA)<sup>®</sup>: taxa fotossintética, taxa respiratória, condutância estomática, CO<sub>2</sub> interno e externo, taxa de transporte de elétrons e luz efetiva utilizada. A colheita foi realizada aos 90 dias após o plantio, quando avaliou peso frutos verdes, peso frutos maduros, peso de frutos podres, produtividade total. Em seguida os frutos foram levados ao laboratório e foram avaliados: massa, diâmetro, comprimento, Brix, pH, acidez total e firmeza. Para as variáveis fotossintéticas as doses de ureia tratada e convencional não diferiram estatisticamente no cultivo do tomateiro para processamento industrial. A utilização da dose de 90 kg ha<sup>-1</sup> proporcionou frutos com maior firmeza, se comparados às outras doses do mesmo produto, à ureia convencional e à testemunha. A ureia tratada com nanocelulose teve melhor resultado quanto à produtividade em relação à ureia convencional na dose ideal de 120 kg ha<sup>-1</sup> em relação a frutos verdes com valor de rendimento de 39 toneladas. Mostrando uma grande vantagem da ureia tratada com nanocelulose em relação ao cultivo convencional há redução nas operações de adubação de cobertura, pode-se assim apresentar redução no custo de produção. A adubação com ureia tratada com nanocelulose, sendo distribuída uma só vez durante o plantio proporciona redução na atividade de cobertura e pode gerar redução nos custos de produção.

**Palavras-chave:** absorção, fotossíntese, respiração.

**Abstract:** This study aimed to evaluate the efficiency of urea translated with nanocellulose in the cultivation of tomatoes for industrial processing. The experiment was conducted at the Federal Institute of Education, Science and Technology Goiano-Campus Morrinhos, located at BR-153 km 633. The soil was classified as a dystrophic red-yellow Latosol, with a clay texture. Planting was carried out in July 2019. The experimental design was done

in randomized blocks, consisting of six treatments in five repetitions, one additional treatment. The treatments consisted of 0; 60; 90; 120 and 150 kg ha<sup>-1</sup> de N, urea source treated with nanocellulose and 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, conventional urea source (control). The treatments with urea treated with nanocellulose were provided in a single portion in the planting furrow, with conventional management being a fertilization in the plantation and two applications in coverage. Irrigation was carried out by surface drip using a self-compensating drip tube. The following photosynthetic variables determined by the Infrared gas analyzer (IRGA) ® were evaluated: photosynthetic rate, respiratory rate, stomatal conductance, internal and external CO<sub>2</sub>, electron transport rate and effective light used. The harvest was carried out at 90 days after planting, when it evaluated weight of green fruits, weight of ripe fruits, weight of rotten fruits, total productivity. Then the fruits were taken to the laboratory and evaluated: mass, diameter, length, Brix, pH, total acidity and firmness. For photosynthetic variables, the doses of treated and conventional urea did not differ statistically in the cultivation of tomatoes for industrial processing. The use of the dose of 90 kg ha<sup>-1</sup> provided fruits with greater firmness, when compared to other doses of the same product, conventional urea and the control. Urea treated with nanocellulose had better results in terms of productivity compared to conventional urea at the ideal dose of 120 kg ha<sup>-1</sup> in relation to green fruits with a yield value of 39 tons. Showing a great advantage of urea treated with nanocellulose in relation to conventional cultivation, the reduction in the operations of covering fertilization, it is possible to present a reduction in the production cost. The fertilization with urea treated with nanocellulose being distributed only once during planting provides a reduction in the covering activity, which can reduce production costs.

**Keywords:** absorption, photosynthesis, breathing.

## Introdução

O tomate (*Solanum lycopersicum L.*) pertence à família das Solanáceas e vem aumentando sua importância para o consumo humano a cada nova safra, principalmente por ser matéria-prima de muitos alimentos preparados e industrializados (SCHWARZ et al., 2013; FAO, 2019). Ele é considerado uma das espécies de vegetais mais populares no mundo. A crescente demanda doméstica e as demandas internacionais por produtos de tomate criaram um desenvolvimento acelerado do mercado olerícola (SU et al., 2018).

O Brasil é um dos principais produtores de olerícolas do mundo. Destaca-se o tomate como produto de grande aceitação e consumo. A cultura é produzida em todas as regiões brasileiras, com destaque para os estados de Goiás, São Paulo e Minas Gerais, que concentram mais da metade da área e produção nacional e onde se encontram as principais indústrias processadoras de tomate (CONAB, 2015). O país se encontra na nona posição com 2,5% da produção mundial, onde são plantados anualmente aproximadamente 64,4 mil hectares de tomateiros (IBGE, 2018). Produzido em mais de uma centena 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 (CONAB, 2019).

A produção de tomate na região de Goiás chega a cerca de 2,4 milhões de hectares e compreende os cultivares de tomate de mesa e industrial. Essa participação ativa do estado de Goiás se deu em meados de 1986, quando no Brasil houve uma ampliação da produção da hortaliça para fins industriais em bases instaladas no estado. Nessa fase de crescimento da produção, a safra já se destacou com uma média de 45 toneladas por hectares ( $t\ ha^{-1}$ ). Isso mostra o crescimento linear, e pode-se observar que em meados de 2015-2016 a safra chegou a  $120\ t\ ha^{-1}$  (CARVALHO et al., 2016).

O cultivo do tomateiro exige um alto nível tecnológico e intensa utilização de mão de obra, apesar do elevado índice de mecanização nas operações de preparo de solo, adubação, transplante, irrigação e pulverização (EMBRAPA, 2006). Dentre os itens controláveis, os principais e que possuem impacto direto nas características finais do produto são a nutrição da planta, a adubação equilibrada e a distribuição corretas dos nutrientes, que garantem o crescimento do sistema radicular e o desenvolvimento aéreo correto da planta (DITTRICH, 2018).

O nitrogênio (N) é o segundo nutriente mais requerido pelo tomateiro. Nesse contexto deve-se garantir na adubação que o fornecimento do nutriente seja equilibrado de forma a garantir melhores produtividades (LUCENA et al., 2013; YANG et al., 2018). Este elemento no solo se encontra na forma orgânica, onde necessita da mineralização da matéria orgânica do solo (MOS) para liberação e disponibilização do N mineral para a solução do solo, enquanto as frações de N em forma inorgânica encontra-se em forma de amônio ( $NH_4^+$ ) e nitrato ( $NO_3^-$ ), que são as principais fontes absorvidas pelas plantas (MARSCHNER, 1995).

Dentre as várias tecnologias no setor agrícola tem-se o uso de adubações, que podem aumentar a eficiência de nutrientes considerados de dinâmica complexa, como o nitrogênio. O uso de fertilizantes organominerais na agricultura proporciona eficiência nas práticas de adubação, levando ao solo uma liberação de nutrientes em quantidades adequadas e contínuas, além de ser uma alternativa sustentável para a natureza (PERLATTI et al., 2013; COIMBRA, 2014).

Dentro da produção agrícola, o uso da nanotecnologia tem como principal objetivo buscar a melhoria da produtividade, quanto a fertilizantes, auxiliando e otimizando o uso da água e a absorção de nutrientes. Porém,

ressalta-se a dificuldade de acesso a esses produtos, uma vez que não são comercializados e, na maioria das vezes, encontram-se em fase de estudo e desenvolvimento em pesquisas (PERLATTI et al., 2013).

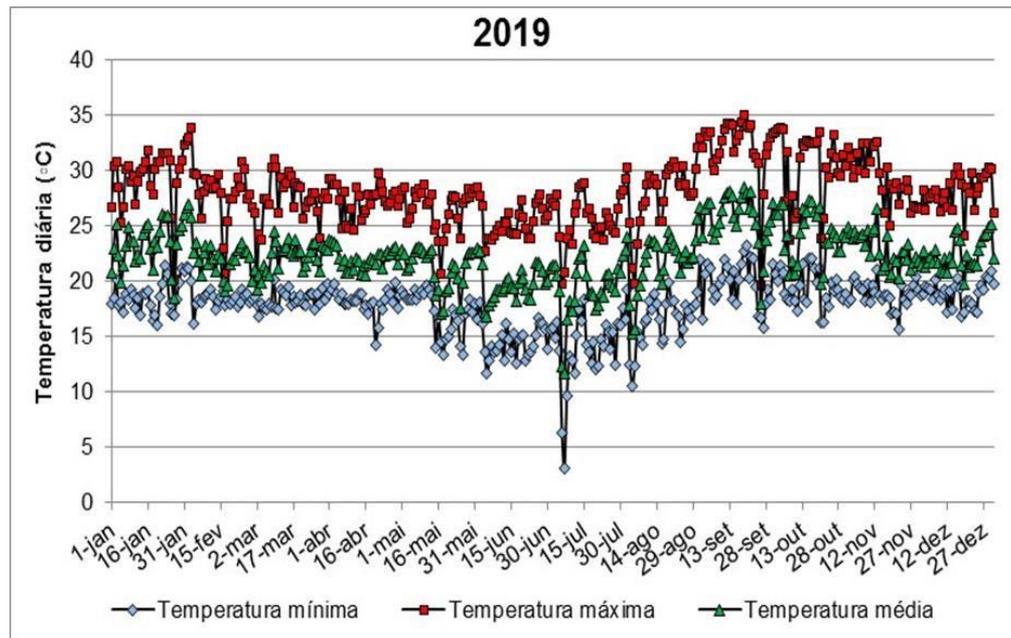
As fontes alternativas de fertilizantes de liberação lenta/controlada e fertilizantes estabilizados são uma das alternativas agronômicas eficientes para aumentar a produtividade das culturas, pois atuam diminuindo as perdas do nitrogênio para o meio ambiente, além de minimizar os efeitos residuais para o solo, água e atmosfera (ALMEIDA, 2012).

Com o intuito de contribuir com a pesquisa sobre novas técnicas de adubação, este trabalho tem o objetivo de avaliar a eficiência da ureia tratada com tecnologias de nanosílica e nanocelulose no cultivo do tomateiro industrial.

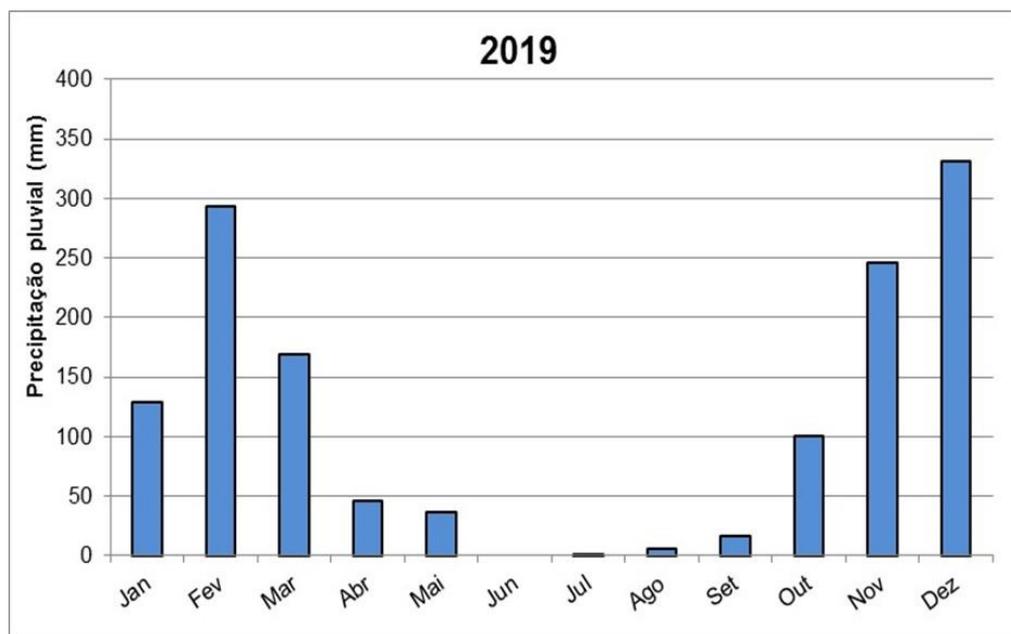
### **Material e métodos**

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 (EMBRAPA, 2018). 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 (Gráficos 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. Cada amostra composta foi 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:** Resultados da Análise Química e Física 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	N s
Relação entre Bases						Textura (%)			
Ca/Mg	Ca/K	Mg/K		Ca/Mg/K			Argila	Silte	Areia
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<sub>4</sub><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 2).

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, fonte ureia tratada com nanocelulose e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, fonte ureia convencional (testemunha). Os tratamentos com ureia tratada com nanosílica (Figura 3), e celulose nanofibrilada foram aplicados em parcela única no sulco de transplântio. 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.

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.



**Figura 2:** Mudanças do híbrido Heinz 9553.  
**Fonte:** Arquivo pessoal.



**Figura 3:** Ureia Tratada  
**Fonte:** Arquivo pessoal.

As unidades experimentais consistiram em três linhas de plantio de 5,5 metros de comprimento, com plantas espaçadas de 0,3 m na linha (16 plantas por linha) e espaçamento entre linhas de 1,1 metros. As 10 plantas centrais foram consideradas a área útil da parcela e, as demais, bordaduras (Figura 4).

O transplântio das mudas e as adubações foram realizados manualmente. A adubação de plantio foi realizada no sulco de plantio (Figura 5).



**Figura 4:** Unidade experimental.  
**Fonte:** Arquivo pessoal.



**Figura 5:** Mangueira de irrigação no sulco.  
**Fonte:** Arquivo pessoal.

As adubações de cobertura foram a lanço na região úmida do solo nas concentrações e quantidades descritas na tabela 2. As adubações fosfatadas e potássicas foram parceladas em duas ocasiões diferentes (plantio e cobertura), sendo  $P_2O_5$  e  $(K_2O$  25% e 75%). 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 L h<sup>-1</sup> (Figura 6). O tempo e turno de rega foram determinados de acordo com a Evapotranspiração

da Cultura (SENTELHAS e FOLEGATTI, 2003) e Evaporação do Tanque Classe A (EMBRAPA, 2006 e MAROUELLI et al., 1996).



**Figura 6:** Sistema de irrigação por gotejamento  
**Fonte:** Arquivo pessoal.

As irrigações foram realizadas diariamente até o 12º dia após o transplante das mudas. Deste período em diante as irrigações foram realizadas às segundas, quartas e sextas-feiras, até os 105º dias antes da colheita, quando as irrigações foram suspensas em todos os tratamentos para obter maior uniformidade de maturação. 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).

$$ETc = ECA \cdot Kp \cdot Kc$$

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 levado em consideração foi 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).

$$LTN = \frac{ETc}{0,90}$$

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).

$$T = \frac{LTN \cdot Lf \cdot Eg}{q} \cdot 60$$

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>).

O controle de pragas, doenças e plantas invasoras foram realizados com produtos recomendados para a cultura e de acordo com a necessidade, alternando defensivos de princípio ativo e modo de ação diferentes, aplicando-se de forma preventiva, tais como: (Fastac - 10 ml, Pirate - 25ml, Orkestra - 25 ml, Tracer - 100ml, nomolt - 25 ml).

Aos 90° dias após o plantio (DAP), foram avaliadas a taxa fotossintética, taxa respiratória, condutância estomática, CO<sub>2</sub> interno e externo, taxa de transporte de elétrons e luz efetiva utilizada (Figura 7). Foi utilizado

o Analisador de gás por Infravermelho (infra-red gas analyzer - IRGA), e uma folha por parcela foi escolhida aleatoriamente no horário de 10 horas da manhã, em pleno sol.



**Figura 7:** Análise Fotossintética com o IRGA.  
**Fonte:** Arquivo pessoal.

Aos 26° 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: Peso frutos verdes, peso frutos maduros, peso de frutos podres e produtividade total. Os frutos foram avaliados com uma balança com capacidade para 100 kg e precisão de 0,05 kg, assim determinou-se a massa fresca dos frutos ( $\text{kg planta}^{-1}$ ) e estimou-se a produtividade ( $\text{t ha}^{-1}$ ).

A classificação no momento da colheita (Figuras 8 e 9) 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) (ANDREUC CETTI et al., 2004). Foram avaliados a produtividade total de frutos (PTF), a produtividade de frutos verdes (PFV), maduros (PFM) e podres (PFP), todos em  $\text{t ha}^{-1}$ . Em seguida, no momento após a colheita, os tomates foram avaliados no laboratório de processamento de alimentos o IF

GOIANO/Morrinhos.: Foram avaliados o pH da massa da polpa dos frutos, a Acidez Total Titulável (ATT), os Sólidos Solúveis Totais (SST), a relação entre SST/ATT, o teor de matéria seca, os sólidos solúveis totais (Brix) e a firmeza.

Os processos laboratoriais seguiram os parâmetros das normas técnicas internacionais e a recomendação do Instituto Adolfo Lutz (2008), sendo: Determinação da acidez titulável por volumetria com indicador, Determinação de sólidos totais, Relação Brix/acidez total para sucos e determinação da umidade em frutas secas em estufa a vácuo.



**Figura 8:** Colheita dos tomates

**Fonte:** Arquivo pessoal.



**Figura 9:** Classificação dos tomates  
**Fonte:** Arquivo pessoal.

### **Análise dos Dados**

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 tratada e para a dose da testemunha.

### **Resultados e Discussão**

#### **Análises fotossintéticas**

Não foram observadas diferenças significativas para as variáveis Taxa Transpiratória (E), Taxa Fotossintética (A), Condutância Estomática (GSW), Taxa Transporte de Elétrons (ETR) e Razão CO<sub>2</sub> interno e CO<sub>2</sub> externo (Ci:Ca), em relação aos tratamentos propostos (Tabela 3).

**Tabela 3** - Análise de variância com os quadrados médios das variáveis Taxa Transpiratória (E), Taxa fotossintética (A), Condutância Estomática (GSW), Taxa Transporte de elétrons (ETR) e Razão CO<sub>2</sub> interno e CO<sub>2</sub> externo (Ci:Ca) do tomateiro cultivado com doses de ureia tratada com nanocelulose e convencional.

FV	GL	E	A	GSW	ETR	Ci:Ca
Tratamentos	5	0,00001 ns	211,25ns	0,0409 ns	39042 ns	0,0031ns
Blocos	4	0,00001	121,53	0,0342	13425	0,0012
Resíduo	20	0,00001	199,55	0,0448	12455	0,0028
CV%		30,46	60,03	40,05	102,49	6,99

<sup>NS</sup> Não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F.\* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F.

Estudos feitos por Elia e Conversa (2012) com incremento da produtividade em resposta à aplicação de doses crescentes de N mostraram que o solo rico em material orgânico favorece a maior mineralização e incremento da produtividade (LACERDA et al., 2015).

Segundo Mehmood (2012), a produtividade pode estar relacionada às distintas respostas das cultivares em relação à aplicação de N, bem como da disponibilidade deste, além dos diversos tipos de solos e padrões de cultivos diferenciados.

Entretanto, em estudos na cultura do girassol com a utilização de fertilizantes nitrogenados de liberação lenta aplicados via solo observou-se valores superiores aos obtidos com a aplicação da ureia convencional, em que existe uma interação entre fontes e doses de nitrogênio, e esse efeito é intensificado pelo fertilizante utilizado e pela liberação gradual do N, o que permite uma maior disponibilidade na fase de crescimento inicial da planta (SCHWERZ et al., 2016).

As variáveis não evidenciam uma alteração do percentual de reposição da evapotranspiração diária, o que não interferiu na produção dos frutos, e que pode ser observado neste trabalho (Tabela 4).

As médias das variáveis Taxa respiratória (E), Taxa fotossintética (A), Condutância estomática (GSW), Taxa de transporte de elétrons (ETR) e relação de CO<sub>2</sub> interno x relação de CO<sub>2</sub> externo do tomate (Ci:Ca) não apresentaram diferenças estatísticas em relação aos tratamentos aplicados.

**Tabela 4** - Taxa respiratória (E) ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) (m) , Taxa fotossintética(A) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), Condutância estomática (GSW) ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), Taxa de transporte de elétrons,( ETR) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e relação de  $\text{CO}_2$  interno x relação de  $\text{CO}_2$  externo da tomate ( Ci:Ca) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) em função das dose de ureia tratada com nanocelulose e ureia convencional aplicada no sulco de plantio.

Característica avaliada	0	Recomendação (kg)					Média
		60	90	120	150	120Conv	
Taxa respiratória (E) ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	0,009	0,01	0,009	0,012	0,008	0,018	0,010 ns
CV (%) = 32,74; DMS = 0,006							
Taxa fotossintética (A) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	18,80	20,6	35,6	26,4	20,0	19,2	23,5 ns
CV (%) = 63,32; DMS = 28,09							
Condutância estomática (GSW) ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	0,44	0,62	0,48	0,63	0,42	0,56	0,52 ns
CV (%) = 42,67; DMS = 0,42							
Taxa de Transporte de elétrons (ETR) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	441,8	262,6	279,6	337,0	280,0	464,8	344,3 ns
CV (%) = 107,9; DMS = 701,7							
Relação $\text{CO}_2$ interno x $\text{CO}_2$ externo (Ci:Ca) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	0,74	0,80	0,76	0,76	0,74	0,77	0,76 ns
CV (%) = 6,69; DMS = 0,10							

Médias seguidas pela mesma letra na linha, para a mesma característica avaliada, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença mínima significativa; realizado teste de normalidade pelo método de Shapiro-Wilk; realizado transformação de dados pelo método raiz quadrada ( $x^{0.5}$ ).

Borba et al. (2017), trabalhando com seleção em tomates, afirma que a alta taxa fotossintética, a baixa condutância estomática e a transpiração são características fisiológicas promissoras que podem ser utilizadas na seleção de genótipos de tomate tolerantes ao estresse hídrico, o que pode interferir na taxa de evapotranspiração.

O nitrogênio nas plantas, em sua maior parte, é absorvido pelas folhas, no entanto é rapidamente dissipado em toda a planta, assim, uma deficiência desse elemento pode levar ao crescimento e evolução de folhas e frutos tardios, uma vez que o nitrogênio é essencial para as reações metabólicas ocorridas nas folhas (ALMEIDA, 2011). Martins et al. (2010), trabalhando com batata cita que os teores de clorofila se correlacionam positivamente com os teores foliares de N. Nesse contexto, confere a importância de uma adubação nitrogenada como viável e imprescindível para uma boa taxa de produtividade do tomate. Fertilizantes nitrogenados com liberação lenta proporcionam melhores desempenhos e melhores aproveitamentos gradativo do N.

As taxas transpiratórias (E) não apresentaram diferenças significativas. Corroborando esses dados, Almeida (2017) ressalta que a alta transpiração provoca uma queda no teor de água, há simultaneamente um fechamento estomático, levando a uma redução na taxa de fotossíntese da planta, desde que a planta esteja com

a nutrição equilibrada, principalmente em relação ao nitrogênio. Durante o desenvolvimento do fruto, há um aumento consumo máximo da água diário aumentando assim a demanda diária de absorção, o que ocorre principalmente durante o período de floração seguindo até a maturação dos frutos (SANTANA et al., 2010).

Wong et al. (1979) afirmam que a condutância estomática pode variar em função do processo difusivo da fase gasosa, das aberturas estomáticas e da assimilação fotossintética do mesófilo. Por outro lado, Lorenzo e Maroto (1994) dizem que a condutância estomática diminui em algumas espécies, em função da sensibilidade a mudanças ambientais, da deficiência nitrogenada, fenológica e das manipulações artificiais que diminuem a transpiração e aumentam a disponibilidade de nutrientes.

De acordo Carneiro et al. (2015), a taxa máxima de ETR é favorecida pela presença do nitrogênio e, em maior intensidade, nas plantas tratadas com nitratos. E em estudos com seringueiras jovens, verificou-se que plantas cultivadas na ausência do nitrogênio apresentaram maior conteúdo de clorofila em relação às plantas com a presença de nitrogênio (CANIZARES et al., 2004).

A ETR está diretamente relacionada à transferência de elétrons durante o ciclo da cadeia transportadora de elétrons, justificada por um aumento na eficiência do fotossistema II (HAYANO-KANASHIRO et al., 2009).

A relação entre a concentração interna e externa de CO<sub>2</sub> não foi alterada em função das doses da ureia tratada com nanocelulose. Isso ocorreu mesmo quando se aumentou a dose da ureia tratada com nanocelulose, diminuiu a quantidade de CO<sub>2</sub> externo, fixando carbono no tomate, o qual viria a aumentar a sua taxa de fotossíntese e assim a produção de frutos. Tomateiros cultivados em condições de CO<sub>2</sub> externo apresentam variação no metabolismo fisiológico e alocação de fotoassimilados, o que leva a um aumento na produção e diferentes características no aspecto visual dos frutos (DORNELES et al., 2019). O aumento na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> está relacionado à maior concentração de CO<sub>2</sub> constatada no interior das folhas, o que pode decorrer do fechamento estomático em resposta ao uso de adubação nitrogenada (JADOSKI et al., 2005).

Segundo Taiz e Zeiger (2013), a concentração interna de CO<sub>2</sub> é importante porque a produtividade de uma planta pode ser analisada como o produto da energia solar interceptada e do CO<sub>2</sub> fixado durante um período.

A redução da condutância estomática pode limitar a taxa de retenção de CO<sub>2</sub> e, conseqüentemente, a concentração Ci-Ca diminui nos espaços intercelulares devido ao consumo de CO<sub>2</sub> pela atividade fotossintética (DALEY et al., 1989).

O efeito da dose da ureia tratada em relação ao CO<sub>2</sub> externo é indiferente, tendo uma grande queda na relação das doses a 100 kg ha<sup>-1</sup>, em que o carbono foi fixado na planta para ajudar a fazer a quebra desse organomineral. A relação CO<sub>2</sub> interno em função das doses do organomineral foi indiferente, mas à medida que se aumentou a dose, diminuiu a quantidade de CO<sub>2</sub>. Por estar sendo usado na quebra do organomineral, a planta necessita de maior quantidade de carbono para auxiliar na sua assimilação, com isso diminuindo os níveis de CO<sub>2</sub> interno livres (DORNELES et al., 2019).

O fato de não ser observado valores significativos para as variáveis estudadas neste trabalho pode ter uma possível justificativa atrelada ao histórico da área, por ser esta uma área que já vem de muitos cultivos anteriores, rica em material orgânico, além do tipo de solo, da ausência de chuvas e da regularidade e exatidão do sistema de irrigação adotado, podendo interferir na baixa capacidade de perda de nitrogênio por lixiviação.

O histórico da área é caracterizado por três safras de tomate nos anos de 2016, 2017 e 2018, em que os frutos foram colhidos para amostragem e os demais frutos do experimento decompostos no solo, ou seja, os nutrientes retornaram ao solo da área, evitando a perda de bases. O solo possui boa capacidade de trocas catiônicas CTC e bom teor de argila, em torno de 45 % de acordo com a análise do solo. Portanto o nível de fertilidade é alto.

Os valores observados não significativos para as variáveis estudadas, de acordo com Suzuki et al. (1987), é que as taxas fotossintéticas podem diminuir de acordo com o crescimento da planta, até que atinja o estado de maturação com o aumento da idade da planta, sendo que plantas mais jovens tendem a ter uma maior atividade fotossintética.

Corroborando Grandis (2010), avaliando a variedade de tomate Senna reticulada, observou-se que após os 30 dias de experimento os valores das taxas fotossintéticas foram menores em relação a 15 dias anteriores.

O nível de matéria orgânica da área é em torno de 3,5 %, de acordo com a caracterização química da análise do solo, o que mineraliza e disponibiliza boa quantidade de nitrogênio de forma gradativa ao longo do ciclo.

A época de cultivo possibilitou de 0,1 a 5 mm de lâmina de irrigação. A irrigação foi precisa, conforme metodologia, o que não deixou ocorrer lixiviação do nitrogênio tanto da ureia nanocelulósica quanto da ureia convencional. Portanto, a eficiência do uso da ureia convencional foi boa e interessante e a ureia nanocelulósica não se destacou com maior eficiência comparada à ureia comum.

No inverno as temperaturas são mais amenas que no verão, o que reduz as taxas de volatilização da amônia que poderá ser formada com a decomposição das amidas das ureias. Entretanto a eficiência da adubação nitrogenada em culturas de tomate se mostra maior nas estações de outono/primavera, quando comparadas com a primavera/verão (FERREIRA et al., 2010).

Fertilizantes de liberação lenta ou controlada têm uma extensão significativa para um fertilizante ideal. Eles oferecem o mínimo de efeitos residuais para o solo, a água e a atmosfera (TRENKEL, 2010).

Observa-se que o tratamento adicional de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N via ureia convencional aplicada com manejo de adubação de forma parcelada, comparado com os tratamentos com ureia tratada e fornecida 100% em transplântio, obtiveram a mesma resposta das plantas. Finalmente, um dos grandes benefícios da ureia tratada com nanocelulose foi a redução de operação de adubação de cobertura. Observou-se que para todas as variáveis de trocas gasosas e fotossintéticas não ocorreu diferenças entre os tratamentos impostos. A adubação nitrogenada de cobertura no tomate com finalidade industrial é feita a partir dos 25 a 30 DAT e são indicadas três adubações de cobertura com intervalo que pode variar de 7 a 14 dias, em função da condição nutricional da planta (GUEDES e SILVA, 2020).

## **Produtividade e Pós-colheita**

Não se observou diferenças estatísticas significativas ( $p \geq 0,05$ ) para os tratamentos propostos, para nenhum dos parâmetros avaliados, exceto frutos verdes, em que ocorreu diferença estatística a 5% de probabilidade entre os tratamentos (Tabela 5).

**Tabela 5:** Análise de variância das doses, para as variáveis Frutos Maduros (FM), Frutos Verdes (FV), Frutos Podres (FP) e Frutos Totais (FT) de tomate submetido à doses de ureia ureia tratada e convencional, cultivado em campo (Morrinhos - GO, 2019).

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>FM</b>	<b>FV</b>	<b>FP</b>	<b>FT</b>
<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

<sup>NS</sup> Não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F.  
\* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F

Resultados das doses da ureia tratada com nanocelulose comparados ao tratamento usado com ureia convencional mostrou que houve efeito significativo para a variável fruto verde com resultado mais bem aproveitado na dose de 120 kg ha<sup>-1</sup>, sobressaindo as demais doses da ureia trada com nanocelulose e a dose da ureia convencional (Tabela 6). A não diferença entre os tratamentos de ureia protegida e a ureia convencional é uma informação importante, pois usando a ureia protegida não é necessário a realização de adubações de cobertura, como é necessário na adubação com ureia convencional, o que certamente baixará os custos de produção com máquinas agrícolas, mão de obra e sistemas de fertirrigação.

**Tabela 6.** 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)						
	0	60	90	120	120Con	150	Média
Frutos maduros (kg)	50927	48809	49430	43586	41359	34802	44819ns
CV (%) = 20,47 DMS: 18236							
Frutos Podres (kg)	12571	10510	13208	9810	11355	8469	10987ns
CV (%) = 31,89; DMS: 6966							
Frutos verdes (kg)	19064a	23667ab	21514ab	39680b	22370ab	37753b	27343ns
CV (%) = 33,91; DMS:18440							
Frutos totais (kg)	82563	82998	84153	93077	75085	81024	83150ns
CV (%) = 16,81 DMS:27802							

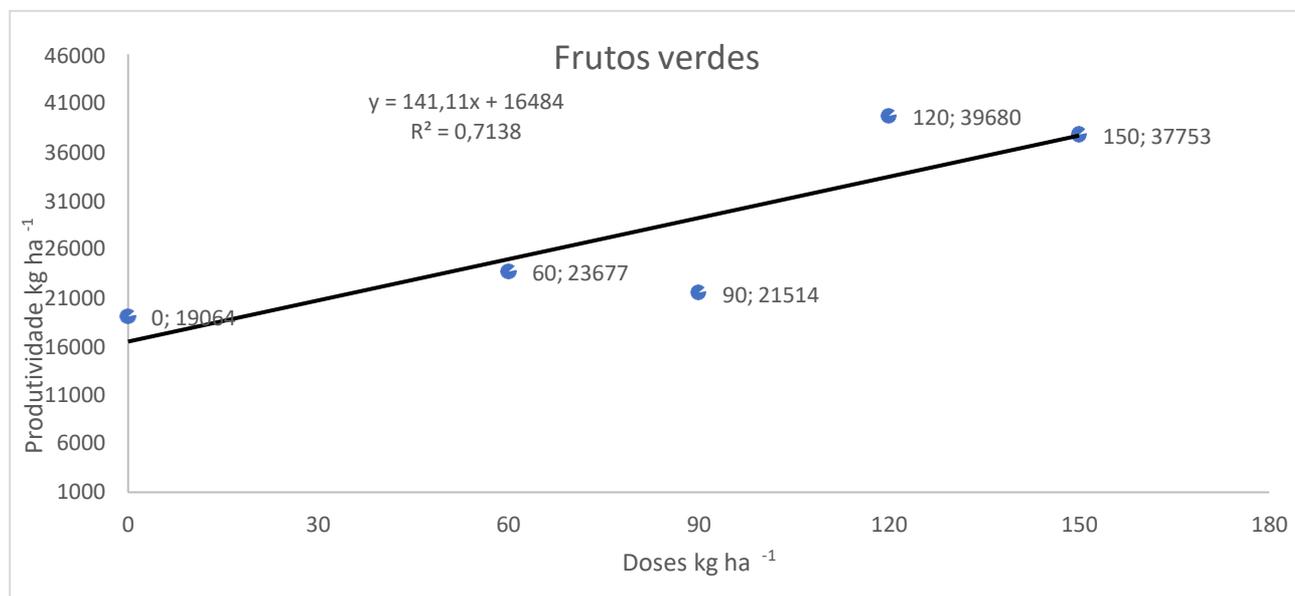
Médias seguidas pela mesma letra na linha, para a mesma característica avaliada, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. CV: Coeficiente de Variação. DMS: Diferença mínima significativa

Analisando a 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. Esses parâmetros são de importância nutricional e valor econômico da cultura apresentada.

Segundo Moreno (2020) e colaboradores, testando fontes nitrogenadas, a produtividade, o peso e o diâmetro do tomate foram afetados pelas doses de nitrogênio. O rendimento, peso e diâmetro de frutos de tomate fresco aumentaram com o aumento da oferta de N.

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 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. Comprovando o aumento dos frutos verdes deste trabalho, a aplicação excessiva de N sugerida por Dutta et al. (2016) não apenas 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 N e doses mais altas pode levar a grandes acumulações de nitrato no solo e favorecer o desenvolvimento

vegetativo (JU et al., 2009). Esses dados podem ser comprovados diante dos resultados obtidos neste trabalho (Gráfico 3).



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

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).

Segundo Wei et al. (2018), em baixo nível de N as plantas possuem menor capacidade fotossintética e fotoassimilados reduzidos para serem translocados das folhas aos frutos, diminuindo a frutificação e a produção de frutos.

Os tratamentos de doses mais altas com a ureia tratada com nanocelulose tiveram valores de produtividades superiores aos Frutos verdes, Frutos maduros, Frutos podres e Frutos totais. Tal fato ocorreu possivelmente pelo fato de a liberação lenta do N da ureia tratada com nanocelulose, ter 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.

O aumento do número de frutos e peso individual também pode ser devido ao aumento do crescimento vegetativo sob abundância de fertilizantes nitrogenados para a atividade da fotossíntese (CHAURASIA, 1996). Segundo Kumar e colaboradores (2013), o desenvolvimento da planta do tomateiro está diretamente relacionada à fertilização nitrogenada. Quando em excesso ou em doses muito elevadas pode atrasar a floração, prolongar a maturação dos frutos e diminuir o tamanho destes, podendo proporcionar o aumento de frutos verdes no tomateiro. Entretanto, na utilização do híbrido industrial 'Heinz 9553' cultivado no Canadá, verificou-se altas produtividades com a fertilização de N entre 0 e 250 kg ha<sup>-1</sup> (WARNER et al., 2004).

Com a elevação do suprimento de nitrogênio para as plantas há um aumento no seu potencial fotossintético, no potencial da fonte e, conseqüentemente, no suprimento ao dreno, representado pelos frutos de tomate. Dessa forma, espera-se que haja aumento no peso médio dos frutos de tomateiro com o aumento na taxa de fertilização nitrogenada (FEREEIRA, 2004).

Meléndez (2010), observando variedades de tomates vermelhos, amarelos e verdes, verificou que a clorofila diminui de concentração à medida que a variedade vermelha vai amadurecendo. E que essa clorofila está em altas concentrações em frutos mais verdes, fazendo uma direta relação entre a concentração de N presente nas estruturas dos frutos. Os acréscimos produtivos no tomate proporcionados pela aplicação de N neste trabalho são concordantes com Ferreira (2010).

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).

Resultados em outras culturas trabalhadas com ureia protegidas em relação à ureia convencional tem sido evidenciada de forma expressiva. Trabalhando com algodão, houve incremento significativo de produtividade (ROLIM et al., 2012).

Trabalhando com fertilizante de liberação lenta, Nakamo et al. (2010) teve efeitos positivos em desenvolvimento de raízes na cultura de tomate comparado com outras fontes de fertilizantes nitrogenados.

## Avaliações de pós-colheita

Não se observou efeito significativo dos tratamentos para nenhum dos parâmetros de pós-colheita avaliado, exceto a firmeza dos frutos que teve efeito significativo dos tratamentos a 5% de probabilidade (Tabela 7).

**Tabela 7:** Análise de variância para as variáveis Massa, Diâmetro, Comprimento, Brix, pH, Acidez total e Firmeza da planta de tomate, submetida à ureia protegida e convencional, na cultura do tomate cultivado em campo (Morrinhos- GO, 2019).

FV	GL	Massa	Diamet	Comp	Brix	Ph	Acidez	Firmeza
Trat	5	0,00004ns	1,551ns	2,749ns	0,007ns	0,0074ns	0,190ns	0,675*
Bloc	4	0,00001	6,416	13,696	0,293	0,0015	0,288	0,503
Res	20	0,00002	1,056	2,8557	0,275	0,0055	0,299	0,232
CV%		6,49	2,22	2,89	4,89	1,65	11,38	20,13

<sup>NS</sup> Não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F.

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

Os tomates tiveram as características avaliadas seguindo-se a classificação apresentada por Makishima (2003), de modo que tanto os frutos cultivados através da fertilização da ureia tratada, quanto os cultivados via ureia convencional fossem colhidos e utilizados na avaliação de pós-colheita.

Win (2014), trabalhando com a variedade de tomate Yezin-2 tratados com cama de frango e ureia, corrobora o trabalho apresentado, não encontrando resultados significativos nas variáveis firmeza e Brix (%), mas encontrando um menor valor na perda de peso dos frutos colhidos no verde-maduro.

Em relação às variáveis de qualidade de pós-colheita dos frutos do tomateiro (Massa, Diâmetro, Comprimento, Brix, pH e Acidez), não houve interação entre essas variáveis e os tratamentos, sendo apresentado os dados médios (Tabela 8).

**Tabela 8.** Análise das médias das doses para os parâmetros Massa, Diâmetro, Comprimento, Brix, pH, Acidez total e Firmeza em função das doses de ureia tratada com nanocelulose e ureia convencional aplicadas no sulco de plantio, cultivada a campo (Morrinhos - GO, 2019).

Característica avaliada	Doses de ureia tratada com nanocelulose e dose de ureia convencional (kg)						Média
	0	60	90	120	120con v	150	
Massa (kg)	0,070	0,072	0,076	0,074	0,07	0,068	0,07ns
CV (%) = 6,49 DMS: 0,009							
Diâmetro (mm)	46,3	46,7	47,0	46,1	46,1	45,4	46,3ns
CV (%) = 2,22 DMS: 2,044							
Comprimento (mm)	58,5	58,4	59,5	58,9	58,35	57,2	58,5ns
CV (%) = 2,89							
Brix	3,45	3,4	3,41	3,35	3,40	3,34	3,39ns
CV (%) = 4,89 DMS: 0,33							
pH	4,5	4,5	4,5	4,4	4,5	4,5	4,5ns
CV (%) = 1,65 DMS: 0,14							
Acidez total (mol H/L)	4,66	4,82	4,66	5,19	4,79	4,72	4,81ns
CV (%) = 11,38 DMS: 1,08							
Firmeza (N)	2,18a	2,55ab	3,24b	2,49ab	2,43ab	2,36ab	2,54ns
CV (%) = 20,13 DMS: 1,01							

O brix é uma escala numérica que mede a quantidade de sólidos solúveis em uma fruta, e pode ser considerado o grau de doçura de uma fruta ou um líquido. Quanto mais alto o grau Brix, maior a doçura e a qualidade (APPC, 2020). Essa escala mantém uma relação direta com os Sólidos Solúveis Totais (SST) e, de acordo com Giordano (2000), os teores de SST encontrados variaram de 3,50 a 4,40 e o Brix 4,5 para frutos de tomate destinado para o processamento industrial.

No presente trabalho, os valores de Brix variaram de 3,34 a 3,45, indicando que as doses de ureia tratada com nanocelulose e ureia convencional proporcionaram uma variação nos valores encontrados, mas sem diferenças estatísticas. Vários estudos têm levantado discussões em relação ao teor de SST e de Brix em tomate em função da adubação nitrogenada. Ferreira et al. (2010) constataram que os SST dos frutos do tomateiro não foram alterados com o aumento das doses de N. Ele cita Warner et al. (2004), estudando o efeito do N no solo

sobre a concentração de sólidos solúveis em frutos de tomate, em que constataram que essa variável não se alterou com o aumento das doses de N. Em contrapartida, Valencia et al. (2003) verificaram o aumento da concentração de sólidos solúveis em frutos de tomate com o aumento na quantidade de fertilizante nitrogenado.

O teor de SST nos frutos é normalmente obtido a partir de avaliações do grau Brix do fruto, e é caracterizado pelo conteúdo de açúcar e os carboidratos, ácidos orgânicos, proteínas, gorduras e minerais do fruto (YARA BRASIL, 2020).

Kirimi et al. (2011) afirmaram que as diferenças no SST do tomate não são muito altas pela aplicação de fertilizante de nitrogênio e evidenciaram que a quantidade de fertilizante N ( $120 \text{ kg ha}^{-1}$ ) produziu frutos menos firmes, o que sugere uma concentração maior de potássio e nitrogênio, sendo que estes mantêm relativamente um menor efeito em SST. Em estudos feitos por Almeida (2017) observou-se uma redução linear de teor de SST, mostrando um acréscimo da taxa de reposição da evapotranspiração em cultivo de tomateiro industrial.

Tilahum (2013) relatou em seus trabalhos que a firmeza notavelmente diminuiu com o avanço do estágio de maturação do tomate. Em contrapartida, Majidi et al. (2011) relataram que o conteúdo de SST do tomate verde atingiu o pico com tendência decrescente a partir do período de armazenamento.

Win (2014) cita que o SST aumentou até o pico quatro dias após colheita e depois diminuiu gradualmente até o final do período de armazenamento. Este estudo está de acordo com o achado de Workneh et al. (2012), em que os autores afirmam que a tendência geral observada durante o armazenamento foi um aumento inicial no SST seguido por uma diminuição.

Qu et al. (2020) obtiveram em seus trabalhos resultados que indicaram que a aplicação da ureia protegida aumentou significativamente o rendimento do tomate em comparação com o convencional de fertilização com ureia, o que confirma resultados apontados neste trabalho com aumento da porcentagem de frutos verdes. Desse modo, Zheng et al. (2017), trabalhando mistura de ureia controlada e ureia convencional, observaram que a ureia normal resolveu o fornecimento insuficiente de N a curto prazo no início da estação de crescimento, enquanto

70% da ureia controlada prolongou o fornecimento contínuo até o final da estação de crescimento para manter a absorção suficiente de N pelas raízes.

Os valores de pH encontrados no presente trabalho foram de 4,45 a 4,54. O pH baixo é importante para o processamento industrial do tomate, em face da inibição do crescimento de bactérias nocivas sendo valores ideais entre 4,0 e 4,5 (JONES JÚNIOR, 1999; MACEDO e ALVARENGA, 2005).

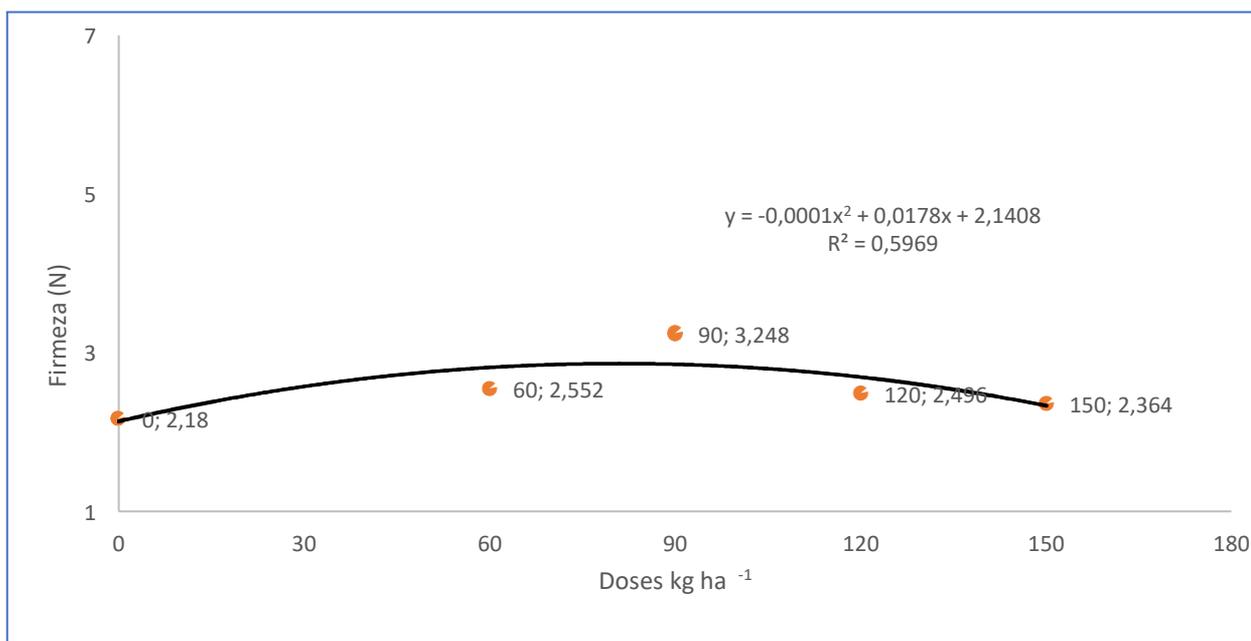
As doses de ureia tratada e a dose de ureia convencional não alteraram significativamente os valores de pH, tornando os valores normais entre 4 e 4,5 para o processamento industrial. May e Gonzáles (1994), trabalhando com altas e baixas doses de N, encontraram resultados diferentes em relação valores de pH, os quais constataram que doses altas de N proporcionaram valores de pH dos frutos de tomate mais baixos do que as menores doses.

A variável firmeza teve um valor superior aos demais avaliados, esse valor se refere à dose de 90 kg de ureia tratada, superando o valor de 120 kg de ureia convencional.

Em seus trabalhos, a Yara Brasil (2020) traz o conceito que a qualidade do tomate e a vida de prateleira são prejudicados pelo uso excessivo de amônio. O fruto apresenta maior firmeza e é mais facilmente comercializável quando formas de nitrogênio nítrico (nitrato de cálcio, nitrato de potássio) são utilizadas, o que foi determinado nesse trabalho valores maiores de firmeza em relação a doses maiores de ureia.

Em trabalhos com híbridos industriais, Luz (2016) cita a importância de se lembrar que, frutos com média de firmeza (3,00) implicam razoável resistência dos frutos aos impactos, o que pode ocasionar perdas no intervalo entre a colheita e o beneficiamento da produção.

Nesse trabalho obtivemos resultados de firmeza que variam de (2,18) a (2,49), sendo que o valor maior foi o resultado da dose de 90kg de ureia tratada e o valor de firmeza de 3,28 (Gráfico 4).



**Gráfico 4:** Valores de Firmeza de Ureia tratada com nanocelulose.

A firmeza do fruto no tomate *S. lycopersicum* é determinada por uma série de fatores, incluindo a estrutura da parede celular, turgor e propriedades da cutícula (CHAMPMAM et al., 2012). Ekhled e colaboradores (2020) demonstraram que o estágio de maturidade da fruta na colheita influencia substancialmente a firmeza da polpa da fruta. Assunção et al. (2020) citaram que fontes e doses de fertilizantes nitrogenados influenciaram o crescimento, a produtividade e os parâmetros relacionados à qualidade do tomate.

As altas doses dos tratamentos aplicados fizeram com que os valores de firmeza diminuíssem, o que comprova Moreno et al. (2020) os quais citam que a firmeza do fruto de tomate foi afetada pela absorção de N em algumas cultivares, quando aumentada a dose de aplicação de N. Com o aumento da doses de N, a firmeza dos frutos aumentou até certo limite com decréscimos seguintes (WANG et al., 2007). Em seus trabalhos Ihsan et al. (2019), não encontraram diferença entre os fertilizantes e em altas doses, apontando que as aplicações de N e fósforo (P) não influenciaram na firmeza do fruto.

A quantidade alta de N é necessária para ter firmeza adequada em tomates; altas quantidades de N podem resultar em uma translocação mais fraca de  $\text{Ca}^{2+}$  para a fruta, podendo a falta desse mineral alterar a integridade da parede celular e, conseqüentemente, levar à perda da firmeza, causando danos (MORENO et al., 2020; ZHANG et al., 2020).

Parisi et al. (2006) em seus trabalhos com tomates industriais citam que aplicação de doses de N acima  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  na cultura do tomateiro reduz a firmeza do fruto, o que confere com o trabalho apresentado, em que doses de  $120$  e  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  de N obtiveram um valor de firmeza reduzido (2,49 e 2,36, respectivamente).

O amolecimento ou perda de firmeza da polpa resulta da solubilização das substâncias pécticas da parede celular cujas atividades estão aumentadas no início do amadurecimento (VILAS BOAS et al., 2000).

De todos os 53 genótipos avaliados em estudos para processamento industrial, apenas 12 genótipos e o híbrido H9553 atenderam aos pré-requisitos de firmeza e concentração de maturação dos frutos (BITTAR et al., 2012).

Estudos afirmam que frutos de tomates de ciclos precoces têm valores de firmeza maiores em relação a frutos de tomates de ciclos longos. Há uma correlação entre o ciclo e a firmeza (ARAGÃO et al., 2004).

Observa-se para as variáveis de frutos verdes e firmeza que os resultados apresentados pela ureia tratada com nanocelulose foram melhores que os encontrados na dose da ureia convencional.

### **Conclusões**

Em relação aos valores referentes à fotossíntese, pode-se concluir que a ureia tratada com nanocelulose e ureia convencional não teve melhor aproveitamento em relação à ureia convencional.

Adubações com  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de ureia tratada com nanocelulose em tomateiro industrial proporciona frutos com maior firmeza, uma vez que se obteve o valor de 3,24 N, aumentando assim a resistência dos frutos a impactos

A ureia tratada com nanocelulose teve melhor resultado quanto à produtividade em relação à ureia convencional na dose ideal de  $120 \text{ kg /há}^{-1}$  em relação a frutos verdes com valor de rendimento de 39 toneladas.

A adubação com ureia tratada com nanocelulose sendo distribuída uma só vez durante o plantio proporciona redução na atividade de cobertura, podendo gerar redução nos custos de produção.

## Referências

- ANDREUC CETTI, 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, 2011.
- ALMEIDA, M.J. 2017. 71f. **Reposição deficitária de água e adubação com organomineral no crescimento e produção de tomateiro industrial.** Dissertação de Mestrado (Irrigação em Cerrado) – Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia Goiano – Campus Ceres.
- APPC COOPERATIVA AGROINDUTRIAL. **Fundação da Associação Paulista dos Produtores de caqui, 2020.** Disponível em:<[https://appc.coop.br/pt\\_br/2019/11/08/o-que-e-o-grau-brix/](https://appc.coop.br/pt_br/2019/11/08/o-que-e-o-grau-brix/)> Acesso em: 14 out. 2020.
- ARAGÃO, F.A.S; GIORDANO, L.B.; MELO, P.C.T.; BOITEUX, L.S. Desempenho de híbrido de tomateiro para processamento industrial. **Horticultura Brasileira.**, v.22, p.529-533, 2004.
- ASSUNÇÃO, N.S.; SILVA, N.O.; FERMANDES, F.L.; AQUINO, L.A.; FERMANDES, M.E.S. Physico-chemical characteristics and productivity of tomato plants in function of nitrogen sources and doses. **Bioscience Journal.**, v.36, n.4, p.1274-1282, 2020.
- BORBA, M.E.A.; MACIEL, G.M.; FRAGA JÚNIOR, E.F.; MACHADO JÚNIOR, C.S.; MARQUEZ, G.R.; SILVA, I.G.; END, R.S.A. Gas exchanges and water use efficiency in the selection of tomato genotypes tolerant to water stress. **Genética e Pesquisa Molecular Research.**, v.16. n.2, p.1-9, 2017.
- BITTAR, C.A.; LUZ, J.M.Q.; MENDES, L.A.; CARDOSO, R.R. Desempenho de genótipos de tomate para processamento industrial **Horticultura Brasileira.**, v.30, p.1-8, 2012.
- CANIZARES, K.A.L.; RODRIGUES, J.D.; GOTO, R. Crescimento e índices de troca gasosa em plantas de pepino irrigadas com água enriquecida com CO<sub>2</sub>. **Horticultura Brasileira.**, v.22, n.4, p.706-711, 2004.
- CARNEIRO, M.M.L.C.; GOMES, M.P.; SANTOS, H.R.B.; DOS REIS, M.V.; MENDONÇA, A.M.C.; OLIVEIRA, L.E.M. Fotorrespiração e metabolismo antioxidante em plantas jovens de seringueira cultivadas sob diferentes fontes de nitrogênio (NO<sub>3</sub>- e NH<sub>4</sub>). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias.**, v.10, n.1, p.66-73, 2015.
- 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.
- CARVALHO, C.; KIST, B.B.; TREICHEL, M. **Anuário brasileiro de hortaliças.** Santa Cruz do Brasil: Editora Gazeta Santa Cruz, 2016.
- CHAMPMAM, M.H.; BONETT, J.; GRIVETT, L. High-Resolution Mapping of a Fruit Firmness-Related Quantitative Trait Locus in Tomato Reveals Epistatic Interactions Associated with a Complex Combinatorial Locus. **Plant Physiology.**, v.159, n.4, p.1644-1657, 2012.
- Companhia Nacional de Abastecimento. Boletim Hortigranjeiro / Companhia Nacional de Abastecimento. – v.1, n.1 (2015- ). Brasília: Conab, 2015.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento- **Compêndio de Estudos Conab** – v. 21, ISSN: 2448-3710, Brasília: Conab, 2019.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento- Boletim Hortigranjeiro., v.6, n.9, ISSN: 2486-5860, Brasília: Conab, 2020.

DALEY, P.F.; RASCHKE, K.; BALL, J.Y.; BERRY, J.A. Topography of photosynthetic activity of leaves obtained from video images of chlorophyll fluorescence. **Plant Physiology**, v.90, p.1233-1238, 1989.

DITTRICH, B. 2018. Adubação equilibrada gera tomates mais bonitos e duradouros. Disponível em:<<https://www.grupocultivar.com.br/artigos/adubacao-equilibrada-gera-tomates-mais-bonitos-e-duradouros>> Acesso em: 16 nov. 2020.

DORNELES, K.R.; REBHANN, I.; ZEIST, A.R.; DEUNER, S.; DALLAGNOL, L.J. Aspectos morfofisiológicos e produção de tomateiro com incremento de concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias.**, v.14, n.1, e5605, 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.

EKHLED, M.A.; MUHAMMAD, S.; ABDULLAH, A.; IBRAHIM, M.A.; ABDULLAH, M.A.L. Non-destructive assessment of flesh firmness and dietary antioxidants of greenhouse-grown tomato (*Solanum lycopersicum L.*) at different fruit maturity stages. **Saudi Journal of Biological Sciences.**, v.27, Issue 10, p.2839-2846, 2020.

EMBRAPA. 2006. **Cultivo de Tomate para industrialização.** Embrapa hortaliças. Sistemas de Produção. 1-2ª Ed. Disponível em:<[https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial\\_2ed/](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/autores.htm)autores.htm> Acesso em: mai. 2020.

FAO. 2019. World Food and Agriculture – **Statistical pocketbook** 2019. Rome. Disponível em:<<http://www.fao.org/documents/card/en/c/ca6463en>>.

FERREIRA, M.M.M.; FERREIRA, G.B.; FONTES, P.C.R. Eficiência da adubação nitrogenada do tomateiro em duas épocas de cultivo. **Revista Ceres.**, v.57, n.2, p.263-273, 2010.

GRANDIS, A. 137f. 2010. **Respostas fotossintéticas e de crescimento de espécies amazônica Senna Reticulada sobre elevada concentração de Co<sub>2</sub>.** Instituto de Biociências. Dissertação de Mestrado (Fisiologia e Bioquímica de Plantas) -Universidade de São Paulo.

HAYANO-KANASHIRO, C.; CALDERÓN-VÁZQUEZ, C.; IBARRA-LACLETTE, E.; HERRERA-ESTRELLA, L.; SIMPSON, J. Analysis of gene expression and physiological responses in three Mexican maize landraces under drought stress and recovery irrigation. **Plos one**, v.2, n.1, p.1-19, 2009.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatística da produção pecuária.** Brasília, DF, 2018. Disponível em: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acesso em: novembro. 2020.

IHSAN, A.A.; SAMEER, S.A. Effect of Different Rates of Nitrogen and Phosphorus Fertilizers on Yield and Quality of Greenhouse Tomato Under the UAE Condition. **EC Agriculture.**, v.5, n.3, p.139-146. 2019.

JADOSKI, S.O.; KLAR, A.E.; SALVADOR, E.D. Relações hídricas e fisiológicas em plantas de pimentão ao longo de um dia. **Ambiência.**, v.1, p.11-19, 2005.

JONES JÚNIOR, J.B. Tomato plant culture: in the field. **Greenhouse and home garden.** Florida: CRC Press.,1999. 199p.

JU, X.T., XING, G.X., CHEN, X.P., ZHANG, S.L., ZHANG, L.J., LIU, X.J., CUI, Z.L., YIN, B., CHRISTIE, P., ZHU, Z.L., ZHANG, F.S. Reducing environmental risk by improving N management in intensive chinese agricultural systems. **Proceedings of the National Academy of Science.**, v.106, n.9, p.3041–3046, 2009.

KIRIMI, J.K.; F.M.; WAJA, V.M. Effects of nitrogen and spacing on fruit yield of tomato. **African Journal of Horticultural Science.**, v.5, p.50-60, 2011.

KUMAR, M.; MEENA, M.L.; KUMAR, S.; MAJI, S.; KUMAR, D. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on the growth, yield and quality of tomato var. Azad T-6. **The Asian Journal of Horticulture.**, v.8, p.616-619, 2013.

LACERDA, J.J.J.; RESENDE, Á.V.; NETO, A.E.F.; HICKMANN, C.; CONCEIÇÃO, O. P. Adubação, produtividade e rentabilidade da rotação entre soja e milho em solo com fertilidade construída. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n.9, p.769-778, 2015.

LORENZO-MINGUEZ, P.; MAROTO, C. CO<sub>2</sub> in plastic greenhouse in Almeria (Spain). **Acta Horticulturae.**, v.268, p.165-167, 1994.

LUZ, J. M.Q.; BITTAR, C.A.; OLIVEIRA R.C; NASCIMENTO, A.R.; NOGUEIRA, A. P.O. Desempenho e divergência genética de genótipos de tomate para processamento industrial. **Horticultura Brasileira.**, v.34, p.483-490, 2016.

YARABRASIL. **Influências na firmeza e vida de prateleira do tomate.** 2020.Disponível em:<<https://www.yarabrasil.com.br/nutricao-de-plantas/tomate/influenciando-a-firmeza-do-tomate-e-a-vida-de-prateleira/>> Acesso em: 22 abr. 2020.

MACEDO, L.S.; ALVARENGA, M.A.R. Efeitos de lâminas de água e fertirrigação potássica sobre o crescimento, produção e qualidade do tomate em ambiente protegido. **Ciência agrotecnologia.**, v.29, 296-304, 2005.

MAJIDI, H.S.; MINAEI, M. Total soluble solids, titratable acidity and ripening index of tomato in various storage conditions. **Journal of Basic and Applied. Sciences.**, v.5, n.12, p.1723-1726, 2011.

MAKISHIMA. N. Programa Brasileiro para Modernização da Agricultura. Normas de classificação de tomate. **Centro de qualidade de Horticultura.** Documento 26, São Paulo, 2003.

MAROUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C.; SILVA, H.R. **Manejo da irrigação em hortaliças.** 5. Ed. Brasília, DF: Embrapa-SP. 1996. 72. p.

MARTINS, A.D.; COELHO, F.S.; LEAO AB; SILVA, M.C.C.; BRAUN, H.; FONTES, P.C.R. Relação entre índice SPAD, teores de clorofila extraível e nitrogênio na folha de batata. 2010. **Horticultura Brasileira** 28: S835-S841.

MAY, D.M.; GONZALES, J. Irrigation and nitrogen management as they affect fruit quality and yield of processing tomatoes. **Acta Horticulturae.**, v.376, p.227-234, 1994.

MEHMOOD, N.; AYUB, G.; ULLAH, I.; AHMAD, N.; NOOR, M.; KHAN, A.M.; AHMAD, S.; SAEED, A.; FARZANA. Response of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivars to nitrogen levels. **Pure and Applied Biology.**, v.1, p. 63-67, 2012.

MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A.J., FRASER, P.D.; BRAMLEY, P.M. Accumulation of health promoting phytochemicals in wild relatives of tomato and their contribution to in vitro antioxidant activity. **Phytochemistry.**, v.71, n.10, p.1104–1114, 2010.

MORENO, M.N.; DÍAZ, M, E.; AVIÑA, J.D.; AGUILAR, G.A.G.; ZAVALA, J.F.A. Preharvest nitrogen application affects quality and antioxidant status of two tomato cultivars. **Soil and plant nutrition.**, v.79, n.1, p. 134-144, 2020.

PARISI M, Giordano I, PENTANGELO A, D'onofrio B, VILLARI G. Effects of different levels of nitrogen fertilization on yield and fruit quality in processing tomato. **Acta Horticulture.**, v.700, p.129-132, 2006.

QU, Z.; QI, X.; SHIR, ZHAO, Y.; HU, Z.; LI, C. Reduced N Fertilizer Application with Optimal Blend of Controlled-Release Urea and Urea Improves Tomato Yield and Quality in Greenhouse Production System. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition.**, v.20, p.1741–1750, 2020.

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.

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.

SANTANA, M.J.; VIEIRA, T.A.; BARRETO, A.C.; CRUZ, O.C. Resposta do tomateiro irrigado a níveis de reposição de água no solo. **Irriga.**, v.15, n.4, p.443-454, 2010.

SCHWARZ, K.; RESENDE, J.T.V.; PRECZENHAK, A.P.; PAULA, J.T.; FARIA, M.V.; DIAS, D.M. Desempenho agronômico e qualidade físico-química de híbridos de tomateiro em cultivo rasteiro. **Horticultura Brasileira.**, v.31, n.3, p.410-418, 2013.

SCHWERZ, F.; CARON, B.O.; ELLI, E.F.; OLIVEIRA, D.M.; MONTEIRO, G.C.; SOUZA, V. Avaliação do efeito de doses e fontes de nitrogênio sobre variáveis morfológicas, interceptação de radiação e produtividade do girassol. **Revista Ceres.**, v.63, n.3, p.1-7, 2016.

SENTELHAS, P.C.; FOLEGATTI, M.V. Class-A pan coefficients (Kp) to estimate daily reference evapotranspiration (ET<sub>o</sub>). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.**, v.7, n.1, p.111-115, 2003.

SOUSA, 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.

SUZUKI, S; SAKAMOTO, H. Influence of leaf age on Photosynthesis, enzyme activity, and metabolite levels in wheat. **Plant Physiology.**, v.84, p.1244-1248, 1987.

SU., X. M.; YANG, W. C.; HUANG, Z. J.; WANG, X. X.; GUO, Y. M.; DU, Y. C.; GAO J. C. Analysis and fine mapping of a gene controlling the folded leaf phenotype of a mutant tomato line. **Euphytica.**, v.214, n.6, p.97, 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. p.174-219.

TILAHUM, A.T. Analysis of the effect of maturity stage on the postharvest biochemical quality characteristics of tomato (*Lycopersicon esculentum Mill*). **Journal of Pharmaceutical and Applied Sciences.**, v.3, n.5, p.180-186. 2013.

TREICHEL, M. et al. 2016. Anuário Brasileiro do Tomate 2016. Santa Cruz do Sul:64 p. Disponível em: <<http://www.editoragazeta.com.br/flip/anuario-tomate2016/files/assets/common/downloads/publication.pdf>> Acessa em 03 de novembro de 2020.

VALENCIA, J.; BIECHE, B.; BRANTHOME, X. Effect of fertilizers on fruit quality of processing tomatoes. **Acta Horticulturae.**, v.613, p. 89-93, 2003.

VILAS BOAS, E.V.B.; CHITARRA, A.B.; MALUF, W.R.; CHITARRA, M.I.F. Modificações textuais de tomates heterozigotos no loco Alcobaça. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.7, p.1447-1453, 2000.

WONG, S.C.; COWAN, I.R.; FARQUHAR, G.D. Stomatal conductance correlates with photosynthetic capacity. **Nature**, v.282, p.424-426, 1979.

WANG, Y.T.; HUANG, S.W.; LIU, R.L.; JIN, J.Y. Effects of nitrogen application on flavor compounds of cherry tomato fruits. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science.**, v.170, p.461-468, 2007.

WARNER, J.; ZHANG, T.Q.; HAO X. Effects of nitrogen fertilization on fruit yield and quality of processing tomatoes. **Canadian Journal of Plant Science.**, v.84, p.865-871, 2004.

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.

WIN, Z.Z. 79f. 2014. **Effects of urea fertilizer and chicken manure on yield and postharvest characteristics of tomato (*Lycopersicon esculentum L.*)**. Master of Agricultural Science (Horticulture). Department of Horticulture and Agricultural Biotechnology Yezin Agricultural University.

WORKNEH, T.S.; OSTHOFF, G.; STEYN, M. Effects of preharvest treatment, disinfections, packaging and storage environment on quality of tomato. **Journal of Food Science and Technology.**, v.49, n.6, p.685-694, 2012.

YANG, J.G.; LIAO, S.Q.; LI Y, M.; CAO, B.; SUN, Y.X.; ZOU, G.Y.; LIU, B.C. Reducing nitrogen pollution while improving tomato production by controlled-release urea application. **Soil Science and Plant Nutrition.**, v.64, n.8), p.1-10, 2018.

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

ZHANG, L.; WANG, P.; SUN, X.; CHEN, F.; LAI, S.; YANG, H. Calcium permeation property and firmness change of cherry tomatoes under ultrasound combined with calcium lactate treatment. **Ultrasonics Sonochemistry.**, v.60, p.104-784, 2020.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação aos valores referentes à fotossíntese pode-se concluir que a ureia tratada com nanocelulose não teve melhor aproveitamento em relação à ureia convencional.

Adubações com 120 kg ha<sup>-1</sup> de ureia tratada com nanocelulose em tomateiro industrial proporcionaram frutos com maior firmeza, em que se obteve o valor de 3,24, aumentando assim a resistência dos frutos a impactos.

A ureia tratada com nanocelulose teve melhor resultado quanto à produtividade em relação à ureia convencional na dose ideal de 120 Kg /há<sup>-1</sup> no que se refere a frutos verdes, com valor de rendimento de 39 toneladas.

A adubação com ureia tratada com nanocelulose sendo distribuída uma só vez durante o plantio proporcionou redução na atividade de cobertura, podendo gerar redução nos custos de produção.

Novas pesquisas são essenciais para avaliar o efeito da ureia tratada sobre o desenvolvimento, produtividade e qualidade de frutos do tomateiro para processamento industrial, especialmente em solos com baixos índices de matéria orgânica.