

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM AGRICULTURA DE**  
**PRECISÃO**

**Estudo de Caso: Resposta do milho a doses e  
fracionamento do nitrogênio**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Jonas Rafael Reis**

**Santa Maria, novembro de 2018.**

# **Estudo de Caso: Resposta do milho a doses e fracionamento do Nitrogênio**

**Jonas Rafael Reis**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão, Área de concentração em Manejo de Sítio específico solo e planta, como requisito parcial à obtenção de título de **Mestre em Agricultura de Precisão**

**Orientador: Prof. PhD. Christian Bredemeier**

**Linha de Pesquisa: Manejo de Sítio Específico de Solo e Planta**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2018**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM AGRICULTURA DE**  
**PRECISÃO**

A comissão examinadora, abaixo assinada,  
Aprova a dissertação de mestrado.

**Estudo de Caso: Resposta do milho a doses e**  
**fracionamento do Nitrogênio**

**Elaborado por: Jonas Rafael Reis**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Agricultura de Precisão**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Christian Bredemeier, PhD. (UFRGS)**  
(Presidente/Orientador)

---

**Enio Marchesan, PhD. (UFMS)**

---

**Evandro Pedro Schneider, Dr. (UFFS)**

**Santa Maria, 30 de novembro de 2018.**

## **Agradecimentos**

Em primeiro lugar a Deus, pela plenitude e bênçãos que sempre colocou em meu caminho.

Aos pais pelo dom da vida e por sempre terem se doado ao máximo para que eu pudesse chegar neste momento.

A minha companheira Elisiane Berwanger que sempre tem me ajudado em tudo que é possível e por impreterivelmente ser meu porto seguro em todos os momentos destes últimos anos.

Aos familiares e amigos que sempre me apoiaram e orientaram nestes anos de caminhada.

À empresa Stara S/A e colegas de trabalho dos últimos anos, em especial William Wagner e Willian Lima que ajudaram na condução do experimento e manejos, e também pela oportunidade que nos foi dada para a realização do mestrado.

A fazenda Estancia Nova localizada no município de Carazinho/RS, na figura do Sr. Rogério Pacheco e equipe que cederam a lavoura, sendo que nunca mediram esforço para que tivéssemos condições de realizar este experimento.

Ao colega e amigo de projeto Aquarius Luan Pott no auxílio da geração de mapas e interpretação de resultados.

À Universidade Federal de Santa Maria, membros do PPGAP, Professor orientador Christian Bredemeier por sempre terem dado apoio incondicional para que enfrentássemos este desafio e alcançássemos o resultado.

Enfim, a todos que de alguma ou outra forma ajudaram no desenvolvimento deste trabalho.

## RESUMO

Dissertação de Mestrado

Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão

Universidade Federal de Santa Maria

### **Estudo de Caso: Resposta do milho a doses e fracionamento do Nitrogênio**

Autor: Jonas Rafael Reis

Orientador: Christian Bredemeier

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 31 de agosto de 2018.

Desde a antiguidade os aumentos de produtividade na agricultura foram condicionados ao uso de novas técnicas oriundas do aumento do conhecimento do homem. Na agricultura recente não é diferente, ou seja, em tempos de agricultura de precisão estas técnicas estão ainda mais evidentes nas mais diversas culturas. O que se tem percebido nos últimos anos na cultura do milho (*Zea mays*) é a possibilidade que híbridos mais recentes podem apresentar resposta ao manejo de nitrogênio com aplicação tardia, especialmente na época de florescimento da cultura, influenciando positivamente no peso de grãos final e devido a isso na produtividade. Para isso foi realizado um trabalho em um talhão localizado no interior do município de Carazinho-RS, onde se utilizou o híbrido “AGROCERES 9025 PRO3®”. A área escolhida para realização do trabalho foi selecionada empregando mapas de produtividade fornecidos pelo monitor de colheita e Condutividade Elétrica fornecidos através do Veris CE® para atestar a condição homogênea para ambos os tratamentos. O tratamento 1 (T1) utilizado pelo produtor consistia no parcelamento de 180 kg/ha de Nitrogênio (N) na forma do produto (ureia 45%) em 3 doses: 54 kg/ha em V4, 63 kg/ha em V6 e 63 kg/ha em V8. O tratamento 2 (T2) foi de 54 kg/ha em V4, 81 kg/ha em V6, 0 kg/ha em V8 e 45 kg/ha em VT. As aplicações foram realizadas com a máquina denominada “Imperador 3.0” que possuía um sistema de regulação hidráulica de vão livre que aumenta em 40 cm a distância para o solo, possibilitando esta aplicação tardia. Para verificação dos resultados foram utilizados mapas de produtividade realizados através de sensores de fluxo de massa instalados na colhedora do agricultor. Com estes arquivos constatou-se que a produtividade no tratamento proposto apresentou resposta positiva em relação ao tratamento do produtor.

**Palavras-chave:** mapas de produtividade, condutividade elétrica, produtividade.

## ABSTRACT

Master's Dissertation  
Graduate Program in Precision Agriculture  
Federal University of Santa Maria, RS, Brazil .  
**Case Study: Maize response to nitrogen doses and fractionation**  
Author: Jonas Rafael Reis  
Advisor: Christian Bredemeier  
Local and Date: Santa Maria, 31th August 2018.

Since the antiquity in agriculture, yield increase has been conditioned by the use of new techniques derived from increasing man's knowledge. In recent farming is not different, that is, in times of precision farming these techniques are even more evident in the most diverse crops. What has been verified in the last years in the corn crop is the possibility that the more recent hybrids can response to the nitrogen management with late application, especially at the time of flowering of the crop, probably influencing positively the final grain weight and improving the yield. For this, a work was developed in a field located in the countryside of the city of Carazinho-RS, with the hybrid "AGROCERES 9025 PRO3®". The area selected for the work was selected using yield maps trough yield monitor and Electrical Conductivity map provided through Veris CE® to attest the homogeneous condition for both treatments. The treatment 1 (T1) used by the farmer consisted of 180 kg / ha of Nitrogen (N) in the form of urea in 3 doses: 54 kg / ha in V4, 63 kg / ha in V6 and 63 kg / ha in V8. The treatment 2 (T2) was 54 kg / ha in V4, 81 kg / ha in V6, 0 kg / ha in V8 and 45 kg / ha in VT. The applications were carried out with the machine called "Imperador 3.0" that had a hydraulic system that allows the machine to increase the soil clearance in 40 cm, allowing this late application. To verify the results, yield maps were used using mass flow sensors installed in the farmer's combine. With these files it was verified that the yield in the proposed treatment presented a positive response in relation to the treatment of the farmer.

**Key-words:** yield Maps, electrical conductivity, yield.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de produtividade de cultivo de milho mostrando diferenças de produtividade ao longo da lavoura.....	21
Figura 2 - Localização da propriedade onde foi realizado o experimento .....	23
Figura 3 - Mapa de colheita do milho em 2014.....	25
Figura 4 - Mapa de condutividade elétrica da área.....	25
Figura 5 - Alocação do experimento dentro da área, conforme os dois mapas .....	26
Figura 6 - Esquema de alocação das parcelas, com representação de pontos de coleta .....	27
Figura 7 - Autopropelido Distribuidor de sólidos realizando aplicação no estádio V8 .....	28
Figura 8 - Autopropelido de dupla-função realizando a aplicação de uréia no estádio VT .....	29
Figura 9 - Espiga do milho na data da aplicação de N no estádio VT.....	30
Figura 10 - Imagem das análises do software, demonstrando as leituras coletadas em cada polígono .....	31
Figura 11 - Detalhe da imagem do software, demonstrando os polígonos interpolados.....	38
Figura 12 - Mapa de produtividade do talhão .....	42

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Análise de solo da área onde foi realizado o experimento .....	24
Quadro 2 - Demonstrativo sobre fracionamento de Nitrogênio .....	28

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Acúmulo relativo pontual de matéria seca (MS), N, P e K na parte aérea do milho .....	17
Gráfico 2 - Histórico de Produtividade de grãos e taxas de aplicação de nitrogênio em buschels/acres na cultura do milho nos Estados Unidos .....	19
Gráfico 3 - Diferença de fileiras de grãos por espiga nos dois tratamentos .....	33
Gráfico 4 - Diferença da média de grãos por fileira nos dois tratamentos .....	34
Gráfico 5 - Diferença da média de grãos por espiga nos dois tratamentos .....	35
Gráfico 6 - Diferença da média do Peso de 1000 grãos nos 2 tratamentos .....	36
Gráfico 7 - Produtividade de grãos em função do fracionamento da aplicação de N .....	37
Gráfico 8 - Precipitação pluviométrica durante o ciclo da cultura .....	40
Gráfico 9 - Estádios de desenvolvimento da cultura alocados no gráfico de precipitação pluviométrica no mês de janeiro.....	41

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estádios Fisiológicos da Cultura do Milho .....	17
Tabela 2 - Componentes do rendimento e produtividade de grãos de milho em função do manejo do N .....	32

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Al	Alumínio
AP	Agricultura de Precisão
CE	Condutividade Elétrica
Cm	Centímetros
G	Gramas
Ha	Hectare
K	Potássio
KCl	Cloreto de Potássio
kg	Quilograma
m	Metro
Mg	Magnésio
N	Nitrogênio
P	Fósforo
S	Enxofre
t	Tonelada

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1 OBJETIVOS .....	14
1.1.1 Objetivo geral.....	14
1.1.2 Objetivos específicos.....	14
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>15</b>
2.1 AGRICULTURA DE PRECISÃO .....	15
2.2 A CULTURA DO MILHO .....	16
2.3 MANEJO DO NITROGÊNIO NA CULTURA DO MILHO .....	18
2.4 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE).....	20
2.5 MAPAS DE PRODUTIVIDADE .....	21
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO .....	23
3.2 CARACTERÍSTICAS DO SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL .....	24
3.3 IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO .....	24
3.4 TRATAMENTOS .....	27
3.5 AVALIAÇÕES REALIZADAS .....	30
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>32</b>
4.1 NÚMERO DE FILEIRAS DE GRÃOS POR ESPIGA .....	32
4.2 NÚMERO DE GRÃOS POR FILEIRA .....	33
4.3 NÚMERO DE GRÃOS POR ESPIGA .....	34
4.4 PESO DE MIL GRÃOS .....	35
4.5 PRODUTIVIDADE .....	36
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>40</b>
5.1 PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA.....	40
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>43</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>44</b>
<b>APENDICE A – ANÁLISES DE VARIÂNCIA ANOVA EM TODOS COMPONENTES DE RENDIMENTO E PRODUTIVIDADE DOS TRATAMENTOS .....</b>	<b>48</b>
<b>APENDICE B – DADOS UTILIZADOS PARA OS DOIS TRATAMENTOS.....</b>	<b>51</b>
<b>APENDICE C – CÁLCULO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO DOS COMPONENTES DE RENDIMENTO E PRODUTIVIDADE DO MILHO .....</b>	<b>52</b>

<b>ANEXO A – IMAGEM DA ANÁLISE DE SOLO ORIGINAL REALIZADA NA ÁREA DO EXPERIMENTO .....</b>	<b>56</b>
--	-----------

## 1 INTRODUÇÃO

Em um país em desenvolvimento como o Brasil, com fartas ofertas de terras agricultáveis e clima propício ao desenvolvimento de diferentes culturas agrícolas, não é de se surpreender que a agricultura seja a principal base da economia em pleno século XXI.

Com todas as evoluções que ocorreram desde a operação “Tatu”, o emprego do sistema de semeadura direta em conjunto com boas práticas conservacionistas, o uso de máquinas maiores e mais tecnológicas e, por fim, a Agricultura de Precisão (AP), necessita-se que este nicho de tecnologia seja mais aperfeiçoado e difundido em todas as culturas que tem respaldo econômico para a agricultura no país.

Em nível mundial, a cultura do milho se destaca como a mais cultivada no mundo com produção de mais de um bilhão de toneladas no último ano (FAOSTAT, 2018). No Brasil, segundo o Censo (2017), foram produzidos 90,8 milhões de toneladas do grão em nosso país na safra 2016/2017, com uma produtividade média de 5,5 toneladas por hectare. Isso denota que as produtividades médias ainda são baixas, levando-se em conta que muitos híbridos disponíveis no mercado possuem potencial produtivo superior a 12 toneladas por hectare. Diante disso, percebemos a lacuna que existe na produtividade e esta lacuna pode ser reduzida com emprego de manejos diferenciados.

Este trabalho terá como principal hipótese a adaptação de um estudo comprovado nos Estados Unidos. Neste estudo investigatório mostrou-se que recentes híbridos de milho de alta produtividade precisam de um aporte de N na parte final do ciclo da cultura, em virtude da remobilização de N oriunda das folhas e colmo não ser suficiente para suprir a necessidade da cultura neste estágio de desenvolvimento (DEBRUIN; BUTZEN, 2014). Para tanto se buscará através de diferentes manejos de fracionamento de N que propõem diferentes épocas de aplicação de N, a eficiência ou não deste manejo. Para este experimento foram usadas ferramentas como a Condutividade Elétrica (CE) e mapas de produtividade, que garantiram a homogeneidade da área em que foram instalados os blocos do experimento para posterior análise.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral desta pesquisa consiste em mensurar a variação de produtividade em função de um manejo diferenciado, com aplicação de N no pendoamento na cultura do milho.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Avaliar os componentes de rendimento: - Número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, número de grãos por espiga e o peso de 1000 grãos em cada tratamento de fracionamento de N e verificar sua interação com a produtividade;
- Mensurar a diferença de produtividade proporcionada pelos diferentes manejos de fracionamento de N na cultura do milho;

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 AGRICULTURA DE PRECISÃO

A AP é um sistema de manejo agrícola que reconhece a existência da variabilidade no campo, onde a aplicação de fertilizantes e pesticidas é diferenciada em zonas de manejo, áreas consideradas homogêneas que recebem o mesmo tratamento em toda sua extensão (CORÁ et al., 2004). Trata-se de um gerenciamento agrícola em que parte do registro georreferenciado de informações de solo e das culturas se completam com intervenções de manejo localizado (AMADO; SANTI, 2007).

Conforme Pierce (1999), a aplicação de ferramentas de AP, para correção das características químicas e físicas do solo influencia o crescimento e rendimento das culturas e espera-se que este manejo aumente a eficiência do sistema, diminuindo custos e reduzindo os impactos ambientais advindos da atividade agrícola.

A AP é composta por três componentes primários: o sistema de navegação global por satélites (GNSS), o qual fornece a posição onde o equipamento está localizado; mecanismos para controle da taxa de aplicação de nutrientes, defensivos agrícolas, água ou outros insumos em tempo real; e um banco de dados que fornece a informação necessária para desenvolver as relações causa e efeito e as respostas à aplicação de insumos a influencia, por exemplo, da fertilidade, relevo dentre outros fatores (CAMBARDELLA; KARLEN, 1999).

Segundo Kaminski (2014) AP não tem nada a ver com a quantidade de equipamentos que temos, e sim, com o aproveitamento da informação que estamos coletando.

Com o passar dos anos como em outras atividades, a AP evoluiu muito. Para Alves et al. (2013) o recente avanço tecnológico em sensores portáteis, para as medições das características do solo em escala de campo em tempo real, tem atraído a atenção da pesquisa, na busca pela implantação correta da AP. Hoje, no campo percebe-se que o uso de sensores para a tomada de decisão rápida e precisa é cada vez maior.

O aumento da população mundial e a demanda crescente por alimentos, a necessidade de aumento da produtividade agrícola e a crescente preocupação ambiental encontram na AP uma alternativa viável para estas demandas, uma vez que ela é uma ferramenta de gerenciamento e tomada de decisões que acarreta ao avanço da eficiência da utilização dos recursos no sistema produtivo (AMADO; SANTI, 2007).

A busca pela otimização no uso dos recursos naturais e insumos fará com que a “fazenda do futuro” seja massivamente monitorada e automatizada. Vários tipos de sensores

instalados pela propriedade e interligados gerarão dados em grande volume, variedade e velocidade (“Big Data”), os quais necessitarão serem filtrados, armazenados (computação em nuvem) e analisados. Essa nova realidade onde tudo se encontra interligado permitirá o fornecimento de uma abundância de serviços e aplicações, permitindo que usuários, máquinas, dados, aplicações e objetos do espaço físico interajam uns com os outros de forma autônoma e transparente, criando a chamada “Internet das Coisas” (MASSRUHÁ; LEITE, 2016).

Mais recentemente, a AP também vem passando por mudanças significativas, principalmente pelo aumento no uso de tecnologias. Muitos são os novos termos empregados para esta mudança, sendo possível a citação dos termos “Agricultura digital” ou também a era da “Agricultura 4.0”.

Com estes inúmeros avanços, como o uso de novas máquinas, desenvolvimento de novos híbridos ou até mesmo insumos mais eficientes, estes acabam proporcionando ao agricultor a possibilidade de realizar novos manejos, que são uma forma de ajuste fino, onde com o uso da AP, o agricultor conseguirá extrair o benefício x custo máximo em sua lavoura, ou seja ter a melhor resposta da planta, solo e tecnologia envolvida.

## 2.2 A CULTURA DO MILHO

A cultura do milho (*Zea Mays*) é cultivada em todo planeta e sua utilização ocorre em diversos setores, tanto na alimentação humana e animal, como também como matéria prima para as indústrias. Embora apresente elevado potencial de produção de grãos, o milho se mostra sensível a estresses bióticos e/ou abióticos. A partir disso, se percebe a necessidade de um rigoroso e eficiente sistema de manejo, a fim de possibilitar a máxima expressão de sua capacidade de produção (ANDRADE, 1995). O milho é uma poácea de origem tropical, portanto este necessita de altas temperaturas e umidade adequada (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

De acordo com Coelho (2003), a determinação do potencial de rendimento de grãos da cultura do milho é advinda de vários pontos interligados, sendo os mais relevantes: a captação de radiação solar pelo dossel, eficácia do metabolismo da planta, eficiência de partição dos fotoassimilados aos grãos e à força de dreno. Isto está estreitamente ligado com o período de plantio para a região, que deve ir de encontro a capacidade térmica, umidade e luminosidade durante o desenvolvimento fenológico do híbrido.

Os estádios de desenvolvimento da cultura do milho se iniciam na emergência e terminam na maturidade conforme tabela abaixo.

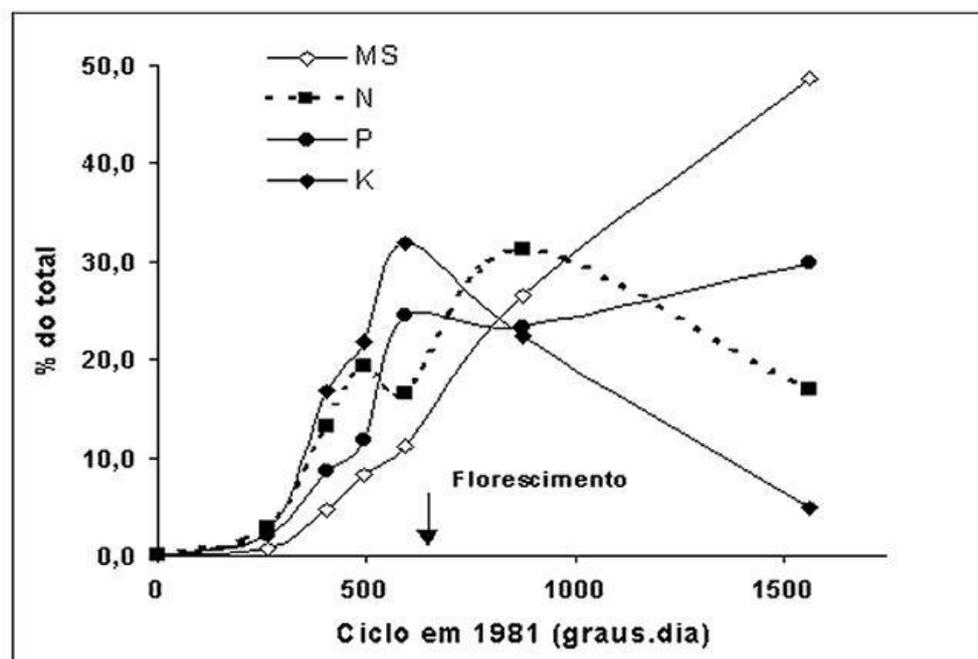
Tabela 1 - Estádios Fisiológicos da Cultura do Milho

ESTÁDIOS VEGETATIVOS		ESTÁDIOS REPRODUTIVOS	
VE	Emergência	R1	Embonecamento
V1	Primeira Folha	R2	Bolha d'água
V2	Segunda Folha	R3	Leitoso
V3	Terceira Folha	R4	Pastoso
V (n)	Enésima Folha	R5	Dente
VT	Pendoamento	R6	Maturidade

Fonte: RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. (1993).

Segundo Matzenauer (1997) o conhecimento a respeito dos estádios fenológicos da cultura se faz necessário, para que o agricultor consiga planejar os melhores períodos para semear, como também eleger os genótipos que melhor irão se adaptar as condições impostas pelo meio em questão. Ainda, Bergamaschi, Dalmago e Comiran (2006), acreditam que essas informações auxiliariam na elaboração de zoneamentos agrícolas e na determinação das épocas críticas da cultura do milho, possibilitando não posicioná-la em períodos de baixo índice pluviométrico.

Gráfico 1 - Acúmulo relativo pontual de matéria seca (MS), N, P e K na parte aérea do milho



Fonte: Karlen et al., 1988.

Karlen et al. (1988) encontraram que 86% do K total foi acumulando até o estágio de florescimento. Na imagem acima também podemos ver que ao longo do ciclo da cultura a curva de acúmulo do N é positiva até o período da floração, depois ela decresce, mas mesmo assim se tem necessidade de aporte de N, o que é confirmado pela curva de acúmulo de N na figura acima e vai de encontro ao manejo no estudo de caso que utiliza um aporte de aplicação tardia na cultura em questão.

### 2.3 MANEJO DO NITROGÊNIO NA CULTURA DO MILHO

Na cultura do milho, o N é o nutriente com maior importância e também aquele que apresenta maior influência na produtividade de grãos, além de impactar fortemente o custo de produção. O uso excessivo do N também pode causar prejuízos ambientais, por apresentar elevado custo energético para sua produção e por ser passível de contaminação de águas superficiais e subterrâneas por nitrato, em virtude de perdas por erosão e lixiviação (SIMS et al., 1998).

As doses de N recomendadas para os cereais são baseadas em experimentos de resposta a este elemento e variam de acordo com o teor de matéria orgânica do solo, cultivar, tipo de solo, condições meteorológicas, histórico da área e do sistema de manejo do solo (BREDEMEIER, 1999).

O aumento da produtividade do milho nas últimas décadas se deve, principalmente, à maior tolerância desta espécie em suportar elevadas populações de plantas, sendo este fato acompanhado da diminuição dos níveis de N nos grãos (CIAMPITTI; VYN, 2012).

No cultivo desta poaceae, apesar de serem pequenas as exigências nutricionais nos estádios iniciais, altas concentrações de N na zona radicular são benéficas, promovendo o maior desenvolvimento inicial da planta (MENGEL; BARBER, 1974; VARVEL; SCHPERS; FRANCIS, 1997).

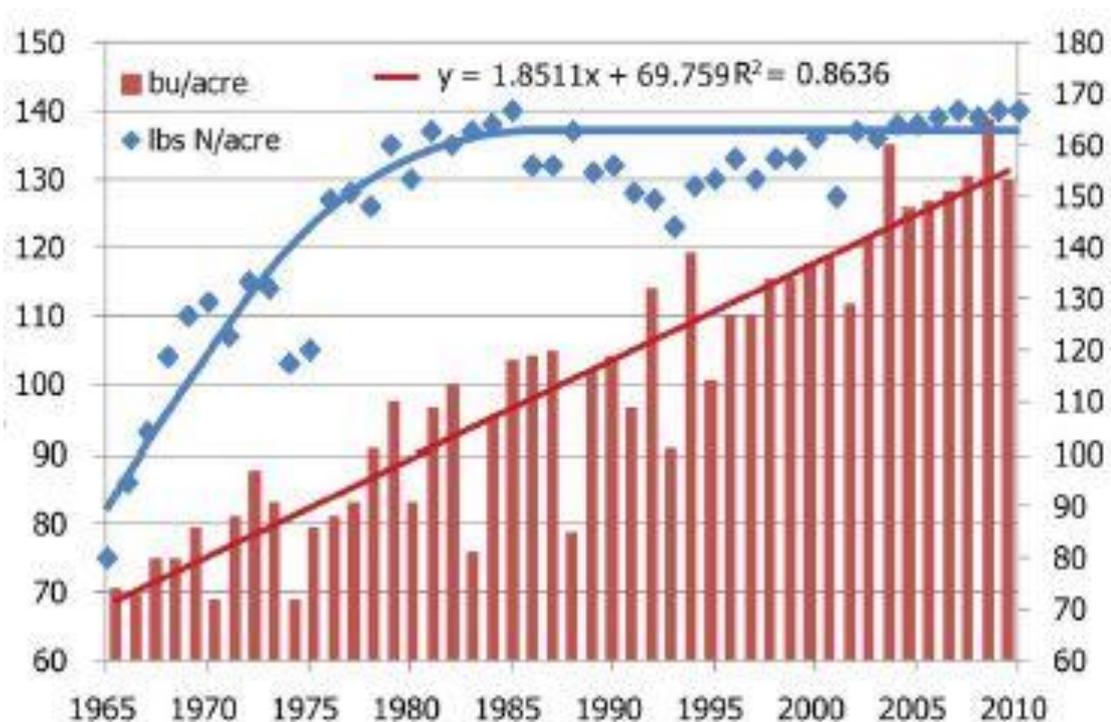
A partir do estágio V4 iniciam as diferenciações de várias partes da planta e a ocorrência de deficiência de N reduz o número de óvulos no início da espiga (SCHREIBER; STANBERRY; TUCKER, 1988; YAMADA, 1996). De acordo com Büll (1993), a produtividade do milho está associada com a atividade metabólica do N, tendo este um papel direto no acúmulo de matéria seca nos grãos. Segundo Coelho et al. (1992), a concentração de N na planta de milho, considerada como adequada para a produção máxima, está em torno de

10 g kg<sup>-1</sup>. Assim, para uma produtividade de 9.000 kg ha<sup>-1</sup> de grãos e 7.000 kg de palha, a cultura extrai do solo aproximadamente 160 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Para Echarte et al., (2000), diferentes híbridos tendem a variar a capacidade de captação de nutrientes e também a capacidade de enviar metabólitos para a espiga aumentando a matéria seca e ainda a capacidade de fazer fotossíntese durante o período de enchimento de grãos (DING et al., 2005). Segundo Worku et al., (2007), altas produtividades na cultura do milho tem sido relacionadas principalmente as aplicações de N.

Conforme Karlen et al. (1988), em híbridos de milhos de elevado potencial produtivo, tem-se dois períodos distintos de alta absorção de N pela planta, ou seja, na formação da espiga entre os estádios V12 e V18 e no estágio de enchimento de grãos, quando o rendimento final de grãos é definido.

Gráfico 2 - Histórico de Produtividade de grãos e taxas de aplicação de nitrogênio em buschels/ acres na cultura do milho nos Estados Unidos



Fonte: Adaptado de DEBRUIN; BUTZEN, (2014).

O rendimento médio de grãos de milho dos EUA mais do que dobrou no último meio século, e as taxas de aplicação de N também aumentaram. Mas o que se constata é que partir da década de 80, no entanto, as taxas médias de aplicação de N estabilizaram em cerca de 140 libras N / acre, mas as produções de milho continuaram a aumentar. Este aumento nos

rendimentos de milho (em mais de 2 buschels/acre por ano desde 1980), enquanto as taxas de N permaneceram constantes, indica que a eficiência do uso de N aumentou significativamente. Os aumentos de aproveitamento de N são o resultado de melhorias na genética dos híbridos e também das práticas agronômicas (DEBRUIN; BUTZEN, 2014).

#### 2.4 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE)

Alguns equipamentos móveis para medição da CE aparente no campo têm sido utilizados na agricultura. O mapeamento da CE, com auxílio de um sistema de posicionamento global, é uma ferramenta relativamente simples, que tem sido utilizada para estimar as variações na textura do solo, além de outras propriedades (LUND; WOLCOTT; HANSON, 2001).

Outros estudos empregando a CE do solo têm apontado seu potencial para a mensuração de conteúdo de argila (WILLIAMS; HOEY, 1987), conteúdo de água (KACHANOSKI; GREGORICH; WESENBECK, 1988), capacidade de troca catiônica e teores de cálcio e magnésio trocáveis (MCBRIDE; GORDON; SHRIVE, 1990), profundidade de camada de impedimento (DOOLITTLE et al. 1994; CLARK et al., 2000), teor de matéria orgânica (JAYNES, 1996) e teor de sais da solução do solo (CAMINHA JUNIOR; SERAPHIM; GABRIEL, 2000), dentre outros, visando estudar e elucidar os fatores que influenciam na variação espacial e temporal da produtividade em uma determinada área agrícola.

A CE do solo tem sido usada como uma indicadora para o monitoramento de características do solo, se tornando ferramenta usual para a caracterização da variabilidade espacial e temporal de áreas agrícolas, para fins de aplicação de insumos em dose variada (CORWIN; LESCH, 2005). Os mapas de CE do solo são um método utilizado para determinar zonas de manejo dentro de um talhão, devido ao baixo custo, precisão e agilidade de medição (SHANER; FARAHANI; BUCHLEITER, 2008).

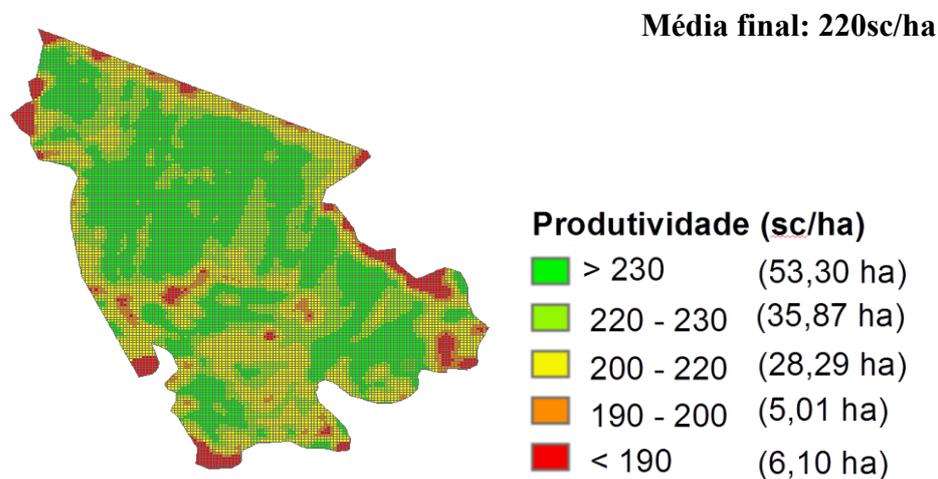
Para Gimenez (2014), o mapa de CE é uma ferramenta que permite uma melhor compreensão da variação espacial da produtividade de uma cultura agrícola em uma determinada área, além de ser importante ferramenta para a avaliação da variabilidade espacial de características de solo. Para efeito, Anderson-Cook et al. (2002) classificaram solos quanto a sua capacidade de produção com precisão de 90% quando foram utilizados dados combinados de CE do solo.

## 2.5 MAPAS DE PRODUTIVIDADE

Com a ampliação da AP no Brasil, tem sido possível a geração de mapas da distribuição espacial da produtividade das culturas, consentindo, deste modo, relacionar a qualidade do solo com a produtividade das culturas em áreas de lavouras comerciais (AMADO; SANTI; VEZANI, 2004). Assim, dentro de um talhão, é possível definir um diagnóstico de problemas característicos, que poderão exigir intervenções de manejo sítio-específicas.

Balastreire, Elias e Amaral (1997) comentam sobre a importância dos mapas de colheita para a AP, pois além de servirem como fonte de informações para elaboração de um plano de recomendação, ainda permitem uma visualização detalhada das condições da área, conforme Figura 1. A interpretação do mapa de produtividade é imprescindível para a correção dos fatores de produção que persistem ao longo do tempo, tais como: variação do tipo de solo, acidez do solo em locais específicos, deficiência na aplicação de fertilizantes e locais com falta ou excesso de água (CAPELLI, 2002).

Figura 1 - Mapa de produtividade de cultivo de milho mostrando diferenças de produtividade ao longo da lavoura



Fonte: Banco de Dados Projeto Aquarius, 2015.

Quando é feita uma interpretação de um mapa de colheita, com finalidade de futuras intervenções, devem-se observar as causas da variação, já que, para as que não persistem ao longo do tempo, pode-se ter pouco ou nenhum controle (QUEIROZ; DIAS; MANTOVANI 2000). Portanto, possuímos muitos fatores que restringem a produção agrícola e, por isso, precisamos determinar algumas indicações para um melhor manejo das áreas com limitação

vertical e, assim conseguindo um melhor aproveitamento dos recursos naturais, mantendo a sustentabilidade.

Atualmente, várias outras ferramentas estão sendo propostas e testadas visando a identificação de locais com diferentes potenciais produtivos na área, destacando-se o uso de fotografias aéreas, as imagens de satélite e a videografia aérea. Mesmo assim, nenhuma informação reproduz com maior fidelidade as condições de cultivo do que a própria resposta da cultura expressa nos mapas de produtividade (MOLIN, 2002).

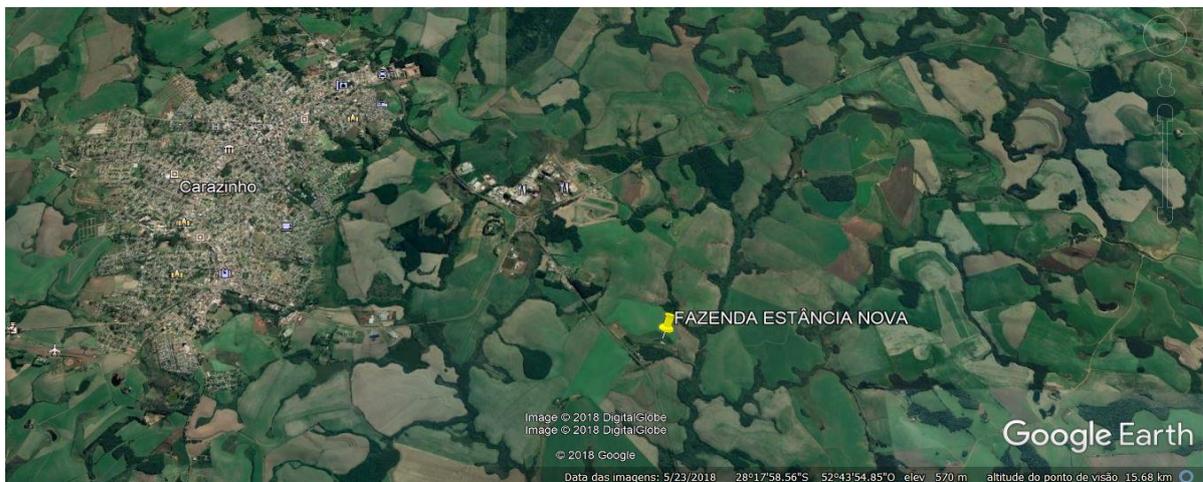
### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado na propriedade do Sr. Rogério Pacheco (Fazenda Estância Nova), no município de Carazinho/RS, localizada a 7 km do centro da cidade, nas coordenadas 28°19'13.59 latitude Sul e 52°43'18.02 longitude Oeste, com altitude de 520 m. A região possui um clima classificado como Cfa, caracterizando-se como clima subtropical apresentando os verões quentes e os invernos frios (Nimer, 1989). Os ventos são predominantes do quadrante leste. As precipitações apresentam boa distribuição, sem estação seca definida, com seus índices pluviométricos de 1500 mm a 1.800 mm, precipitações de ascendência frontais, constituídas por frentes quentes da região (SULZBACH, 2003).

O talhão onde foi conduzido o presente trabalho é chamado de “Coxilha Grande” e tem, na sua totalidade, 132 hectares.

Figura 2 - Localização da propriedade onde foi realizado o experimento



Fonte: Google Earth, 2018.

A fazenda utiliza o sistema de semeadura direta desde 1990, predominando, ao longo deste período, o cultivo intenso de três culturas: milho (*Zea mays* L.), soja (*Glycine max* L.) e trigo (*Triticum aestivum* L.). Do total de 800 hectares, aproximadamente 30% são destinados anualmente ao cultivo do milho, sendo este percentual inserido na rotação de culturas. Nos últimos 7 anos a propriedade investiu na adubação verde no período do inverno, principalmente com o uso da aveia (*Avena sativa*), ervilhaca (*Vicia sativa*) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), garantindo o manejo necessário para que os princípios de semeadura direta fossem atendidos.

### 3.2 CARACTERÍSTICAS DO SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O solo onde foi realizado o trabalho é um Latossolo Vermelho Distrófico húmico. Estes solos são profundos (mais de 250 cm), bem drenados, porosos, de coloração avermelhada e muito friáveis (MUSEU DE SOLOS DO RS, 2018).

Conforme pode-se verificar no Quadro 1, o solo em questão tem características satisfatórias para o cultivo da cultura do milho. Segundo classificação do Manual de Adubação de Calagem (2016) a argila com 60%, se enquadra em um solo classe 2, o teor de matéria orgânica de 3,2% é um teor médio e a CTC também se enquadra como média. O nível de Fósforo (P) de 18,5 mg/dm<sup>3</sup> é Alto bem como o Potássio (K) que está em 120 e também é considerado Alto. Conforme o Manual de Adubação de Calagem (2016), para haver necessidade de Calagem adota-se que os valores de pH e saturação de bases (V%) devem ser respectivamente menores que 5,5 e 65%, portanto o solo da área do presente experimento não necessitou de calagem, levando em conta o pH de 5,7 e V% de 70,4. Outro ponto importante para a recomendação de calcário seria a presença de Alumínio (Al) na camada analisada, mas também não se constatou a presença.

Quadro 1 - Análise de solo da área onde foi realizado o experimento

Ph água 1:1	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC efet.	Saturação (%)		Índice SMP
	cmol, dm <sup>2</sup>					Al	Bases	
5,7	7,1	3,1	0,0	4,4	10,6	0,0	70,4	6,0
%MO	%Argila	Textura	S	P- Mehlich	C Total	K	CTC pH7	K
m/v			mg/dm <sup>3</sup>		g.kg	cmol/dm <sup>3</sup>		mg/dm <sup>3</sup>
3,2	60,0	2,0	11,3	18,5	X	0,307	15,7	120,0
Cu	Zn	B	Fe	Mn	Na	Relações Molares		
mg/dm <sup>3</sup>						Ca/Mg	(Ca+mg)/K	K/(Ca+mg)
X	1,97	0,1	X	95,93	X	2,3	33,40	0,096

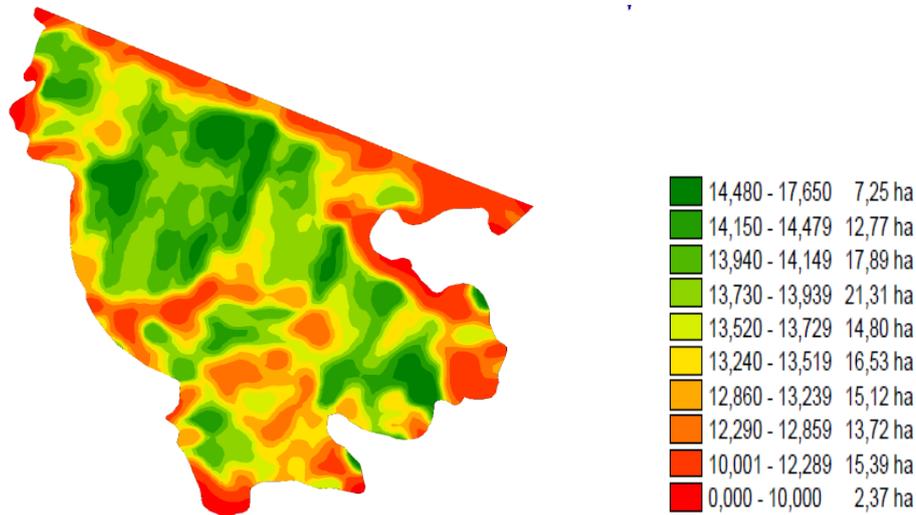
Fonte: Banco de dados do proprietário

### 3.3 IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO

Para a implantação do experimento, foi escolhida uma zona de alta produtividade dentro do talhão maior, buscando a máxima homogeneidade possível para a demarcação dos blocos. Para o estabelecimento desta zona de manejo, foram empregadas diferentes tecnologias, destacando-se o uso do mapa de produtividade do milho obtido em 2014 através

do monitor de colheita (Figura 3). Neste mapa se utilizou como uma zona de alta produtividade áreas que tivessem acima de 13.94 ton/ha, ou seja, as áreas verdes escuras.

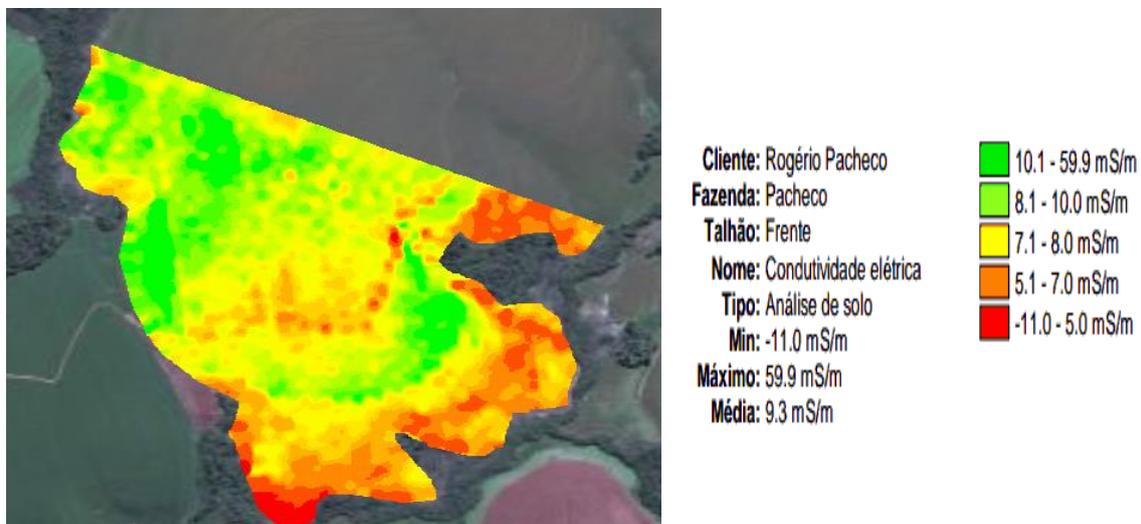
Figura 3 - Mapa de colheita do milho em 2014



Fonte: Banco de Dados Projeto Aquarius, 2014.

O mapa de CE, obtido pelo equipamento Veris CE® realizado no período de inverno de 2015 também foi utilizado para a definição desta zona de manejo. Na área amostrada, na época do mapeamento havia a cultura de cobertura “nabo forrageiro” e as passadas de amostragem foram de 15 em 15 m, conforme a metodologia recomendada pelo fabricante. Neste mapa se considerou como área de alta condutividade zonas acima de 8,0 mS/m, estas áreas com tonalidade verde a verde escuras.

Figura 4 - Mapa de condutividade elétrica da área

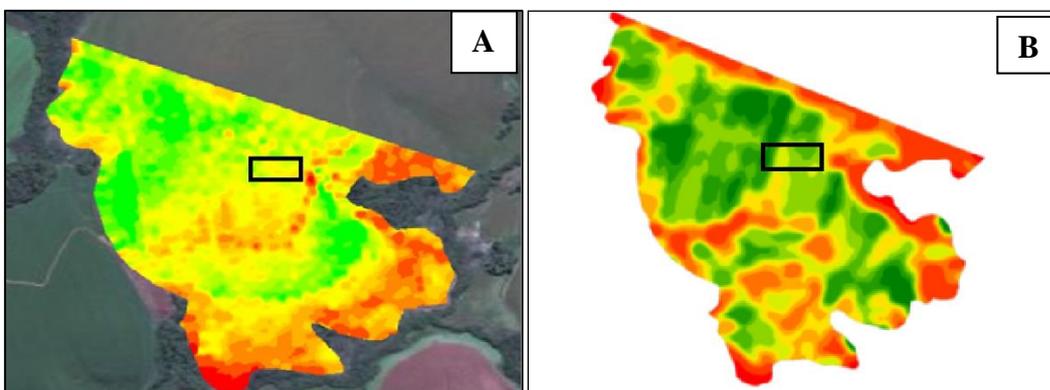


Fonte: Banco de Dados Projeto Aquarius, 2015.

O híbrido utilizado foi o AGROCERES 9025 PRO3<sup>®</sup>, que é superprecoce e amplamente cultivado no sul do Brasil, sendo conhecido pela estabilidade produtiva e elevados tetos produtivos. A semeadura foi realizada nos dias 06 a 08/09/2017, com duas semeadoras Victórias marca Stara<sup>®</sup> com sistema de distribuição de sementes mecânico a uma velocidade de 4,5 km/h, sendo que a população utilizada foi de 78.000/ha.

A adubação utilizada no sulco da cultura de cobertura antecedente foi de 180 Kgs por hectare de Super Fosfato Simples NPK (00-18-00), também em pré-semeadura a lanço foi de 150 Kg/ha de Cloreto de Potássio (KCl) como adubação de manutenção, e também foi realizada uma adubação na base de do fertilizante Iara Mila<sup>®</sup>, 350 kg/ha de NPK 12-24-12. Este fertilizante ainda conta com micronutrientes como Enxofre (S) e Magnésio (Mg) na sua composição, a adubação foi recomendada pelo consultor do agricultor. Conforme o Manual de Calagem e Adubação (2016), para a produção estimada de 18 toneladas levando em consideração a cultura anterior que era um “mix” de culturas composto por nabo, ervilhaca e aveia, pode-se considerar que a necessidade total de N para a cultura seria de 230 kgs/ha de N, levando em conta o somatório total fornecido teve-se 222 kgs/ha de N fornecidos no total (42 na base + 180 kgs a lanço) ficando uma dosagem muito próxima para a produção estimada. Já nas questões de Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e Potássio (K<sub>2</sub>O), foram fornecidos 116,4 kgs/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (84 kgs na base e 32,4 kgs na fertilização da cultura antecedente) e 132 Kgs de K<sub>2</sub>O/ha (42 kgs na base e 90 kgs a lanço), quando deveriam ter sido fornecidos 270 kgs/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 180 kgs de K<sub>2</sub>O, ficando portanto a aplicação destes fertilizantes abaixo do recomendando para a produção estimada. Os blocos foram alocados levando em conta os dados do mapa de CE (imagem A) e mapa de produtividade (imagem B), conforme se pode verificar na Figura 5.

Figura 5 - Alocação do experimento dentro da área, conforme os dois mapas



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

As parcelas foram adequadas de acordo com a largura de aplicação do autopropelido, sendo que tiveram 27 metros de largura com um comprimento total de 70 metros em virtude de ser o melhor tamanho pela avaliação da qualidade do plantio, pois após esta metragem havia falhas que poderiam comprometer as avaliações, portanto perfazendo uma área total de 1890 metros quadrados, conforme pode-se verificar na Figura 6.

Figura 6 - Esquema de alocação das parcelas, com representação de pontos de coleta



Fonte: Google Earth, 2018.

### 3.4 TRATAMENTOS

As aplicações de N foram realizadas com ureia (45% de N), estas foram divididas nos estádios de desenvolvimento do milho, ou seja, no estágio V4, onde segundo Ciampitti (2016) tem-se 4 folhas completamente desenvolvidas, e as raízes nodais são dominantes, ocupando maior volume de solo em comparação com as raízes seminais. As folhas ainda se desenvolvem no meristema apical (ponto de crescimento da planta). Estádio V6, neste estágio a planta conta com 6 folhas completamente desenvolvidas. O ponto de crescimento e o pendão já estão acima do nível do solo e o caule inicia um rápido alongamento (RITCHIE; HANWAY; BENSON, 1993). No estágio V8, a planta conta com 8 folhas completamente desenvolvidas e todas as estruturas da planta já tiveram seu crescimento iniciado. Entre V6 e V10, o potencial do número de fileiras por espiga é determinado (CIAMPITTI, 2016). E por fim no estágio VT, a inflorescência masculina (pendão) emerge da bainha da folha-bandeira. Ela contém as flores masculinas, que produzirão o pólen necessário à fecundação dos óvulos,

localizados na inflorescência feminina (espiga), sendo considerado o último estágio vegetativo (RITCHIE; HANWAY; BENSON, 1993).

Quadro 2 - Demonstrativo sobre fracionamento de Nitrogênio

<b>COMPARATIVO MANEJO N ( kg/ha)</b>		
<b>ESTÁDIO</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>
V4	54	54
V6	63	81
V8	63	0
VT	0	45
<b>TOTAL</b>	<b>180</b>	<b>180</b>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Nas aplicações nos estádios V4, V6, V8, nos quais a cultura estava dentro do limite de vão-livre do equipamento, as aplicações foram realizadas com o distribuidor autopropelido Hércules 3.8, conforme mostrado na Figura 7.

Figura 7 - Autopropelido Distribuidor de sólidos realizando aplicação no estágio V8



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Posteriormente, para a aplicação no estágio VT (Pendoamento), as aplicações foram realizadas com o autopropelido de dupla função denominado “Imperador 3.0”, que possui sistema de levante hidráulico de vão livre, que aumenta em 40 cm a distância para o solo, possibilitando pulverizações de defensivos agrícolas bem como distribuição de fertilizantes em culturas com porte acima dos dois metros de altura.

Figura 8 - Autopropelido de dupla-função realizando a aplicação de uréia no estágio VT



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Conforme comentado anteriormente, o estágio VT é um dos que recebeu aplicação de N no T2, o potencial do tamanho das espigas começa a ser definido. O último ramo do pendão é visível no topo da planta. O estilo-estigma (“cabelos”) do milho pode ou não ter aparecido nesta fase. A planta apresenta-se próxima à sua altura máxima (CIAMPITTI, 2016). Na Figura 9, pode-se verificar a formação dos estilo-estigmas.

Figura 9 - Espiga do milho na data da aplicação de N no estágio VT



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Todos os manejos, exceto o manejo com a adubação nitrogenada, foram os mesmos em ambos os blocos.

### 3.5 AVALIAÇÕES REALIZADAS

Os dados relativos aos componentes de rendimento bem como os dados de produtividade foram submetidos à análise de variância (ANOVA), pelo teste F.

Para a avaliação dos componentes de rendimento, foi realizada amostragem de plantas em oito pontos escolhidos aleatoriamente dentro de cada bloco, sendo a mostra constituída de três metros lineares em duas linhas espaçadas em 0,5m, totalizando 3 m<sup>2</sup> por amostra. Em cada amostra, foi determinado o número de plantas e de espigas, sendo os valores extrapolados para um hectare.

Após esta coleta, verificou-se a média de fileiras por espiga. Para a determinação deste componente se coletava aleatoriamente na amostra quatro espigas e se realizava a contagem das fileiras, para posterior realização da média de fileiras por amostra. Para o número de grãos por fileira contou-se nas mesmas quatro espigas uma fileira para posterior realização da média de grãos por fileira da amostra, para a determinação do número de grãos por espiga, simplesmente pegou-se a média de fileiras por espiga da amostra e multiplicou-se pela média de grãos por fileira chegando ao número de grãos por espiga. No componente peso de 1000 grãos, realizou-se a retirada de 100 grãos da parte central da espiga em 3 espigas, e assim se

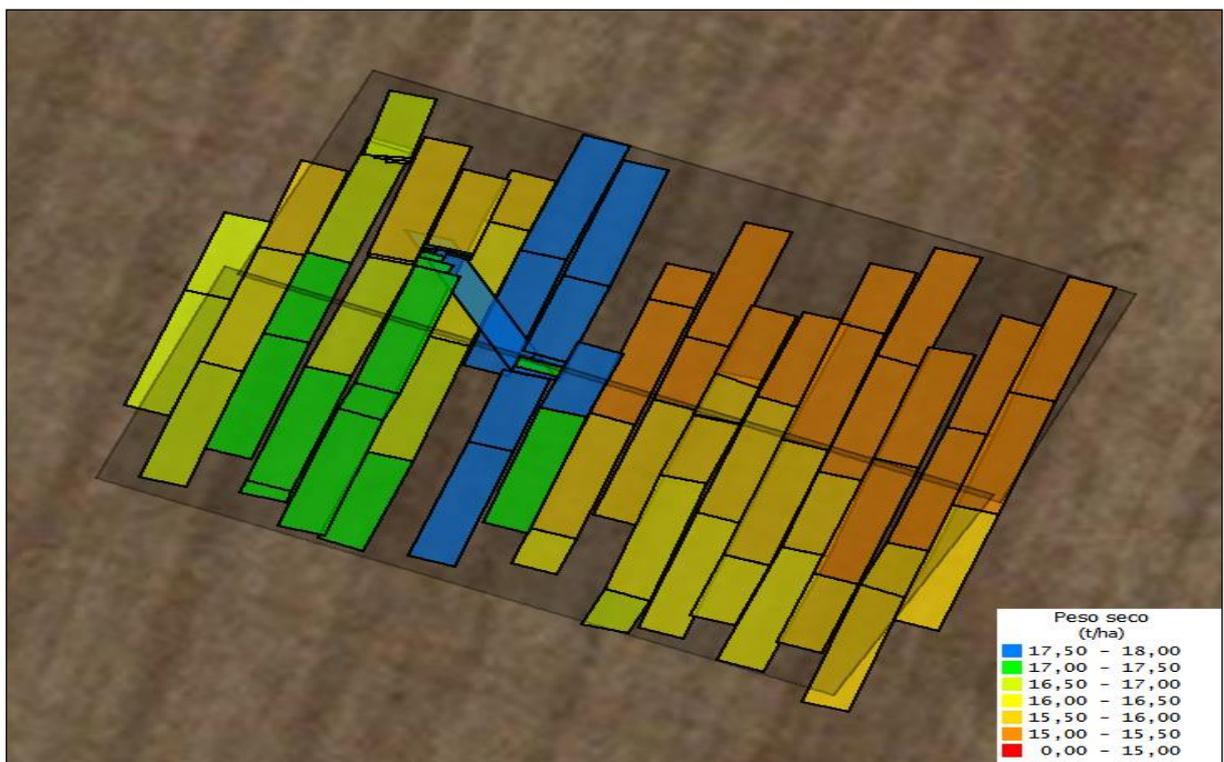
extrapolou este valor médio para 1000 grãos em cada amostra, de posse destes números realizou-se o ajuste do peso para a umidade de 13%. Para a determinação do peso seco utilizou a equação abaixo:

$$\text{PESO SECO AMOSTRA} = (100 - \text{UMIDADE AMOSTRA}) / (100-13) * \text{PESO GRÃOS ÚMIDOS}$$

A colheita mecânica contou com o auxílio do monitor de produtividade Stara Topper 4500® instalado na colhedora New Holland 5070® que contava com uma plataforma espigadeira de milho Stara Brava Elektra®, este monitor realizava a medição a cada 7 metros lineares, ou seja, ele realizava o cálculo de produtividade através de sensores de fluxo localizados no elevador de grãos da colhedora levando em conta os metros deslocados pela máquina. O monitor havia sido pré calibrado no início da colheita.

Após a colheita, os dados gerados pelo monitor de produtividade foram processados pelo software SMS Advanced. O pós-processamento consistiu no isolamento das leituras do monitor de produtividade em cada tratamento, garantindo alto nível de precisão. Assim, foi possível a obtenção de 40 pontos de leituras do sensor de colheita no bloco onde estava alocado o tratamento T1 e 33 leituras para o tratamento T2, conforme Figura 10.

Figura 10 - Imagem das análises do software, demonstrando as leituras coletadas em cada polígono



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente trabalho foi realizado em um ano e apenas um local, foram avaliados os componentes do rendimento de grãos que são responsáveis pelas variações de produtividade na cultura do milho. Para nenhum dos componentes do rendimento de grãos avaliados houve diferença significativa entre os dois tratamentos relacionados ao manejo de nitrogênio, conforme verifica-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Componentes do rendimento e produtividade de grãos de milho em função do manejo do N

	Nº FILEIRAS ESPIGA	Nº GRÃOS POR FILEIRA	Nº GRÃOS POR ESPIGA	Nº ESPIGAS POR HECTARE	PESO DE 1000 GRÃOS (g)	PRODU TIVIDA DE DE (kg/ha)
<b>T1</b>	13,9 a	35,1 a	486,9 a	81666 a	489,1 a	15924 a
<b>T2</b>	14 a	35,7 a	499,6 a	83333,3 a	493,5 a	16317 b
<b>Coefficiente de correlação ( r )</b>	0,17	0,50	0,40	0,45	0,25	
<b>Valor de P</b>	0,642	0,1706	0,2641	0,812	0,6151	0,0367

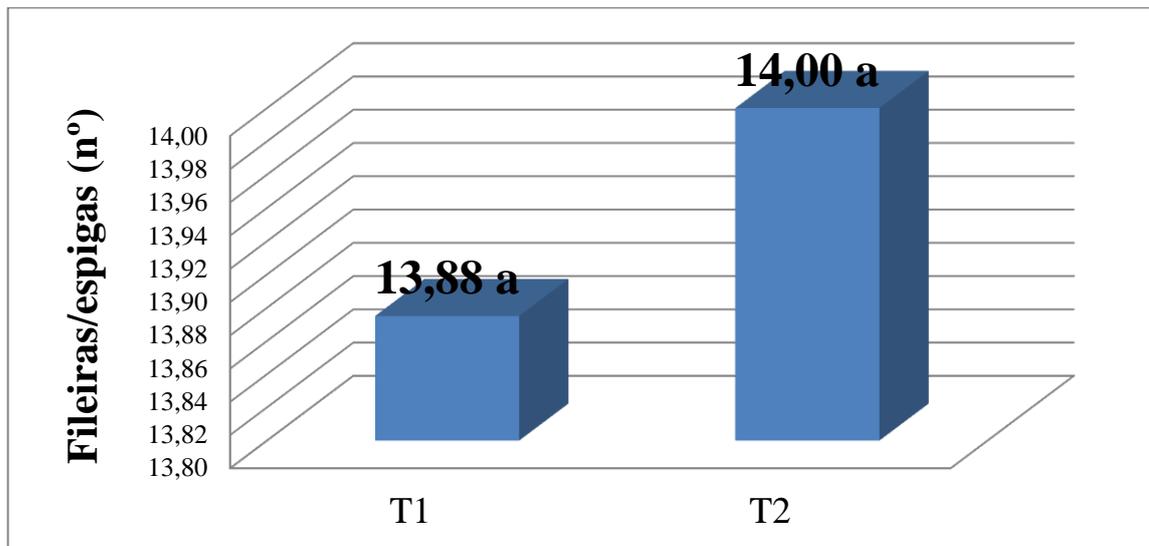
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Na verificação do coeficiente de correlação entre os componentes de rendimento e a produtividade não se obteve alta correlação, apenas pode-se citar uma correlação de 0,50 entre o número de grãos por fileira e a produtividade, sendo esta a mais considerável. A análise completa do coeficiente de correlação pode ser encontrada no Apêndice 3 deste trabalho.

### 4.1 NÚMERO DE FILEIRAS DE GRÃOS POR ESPIGA

Na avaliação do número de fileiras por espiga onde foram selecionadas as médias das 8 amostras de cada tratamento, submetidos ao teste de significância de  $P \leq 0,05$ , o valor de P ficou em 0,64198, portanto os tratamentos não tiveram diferença significativa. A média de ambos tratamentos ficou em torno de 14 fileiras por espiga conforme o Gráfico 3.

Gráfico 3 - Diferença de fileiras de grãos por espiga nos dois tratamentos



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

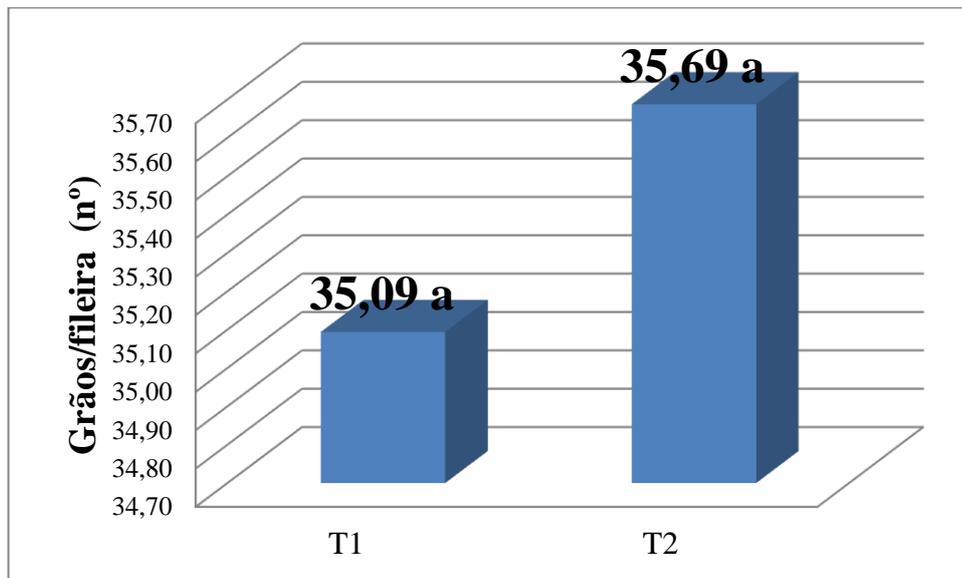
Na avaliação do experimento se esperava que o número de fileiras não sofresse alteração, mesmo que a quantidade de N fornecida ao T2 que foi de 81 kg/ha, ou seja, praticamente 23 % superior a dose de 63 kg/ha fornecida ao T1 no estágio de desenvolvimento V6, pois ambas as doses suprem as necessidades da cultura em questão. De acordo com Ciampitti (2016), principalmente entre os estádios V6-V10 ocorre a formação do número de fileiras.

#### 4.2 NÚMERO DE GRÃOS POR FILEIRA

Na avaliação do número de grãos por fileira, submetendo as amostras ao teste Anova, se constatou que não houve diferença significativa pois o valor de P ficou em 0,17059 não sendo  $\leq 0,05$ .

Segundo Ciampitti (2016), por volta do estágio V10 até o estágio VT ocorre a determinação do número de grãos por fileira, esta é determinada em maior relevância pelos nutrientes potássio (K), N e fósforo (P), nesta ordem de importância, e a hipótese que fica delineada é que com o fornecimento de 25% da dose de N no estágio VT no T2 acabou beneficiando este tratamento, mas mesmo assim a média ficou em torno de 35 grãos por fileira. Abaixo, no Gráfico 4, pode-se ver a diferença mensurada.

Gráfico 4 - Diferença da média de grãos por fileira nos dois tratamentos



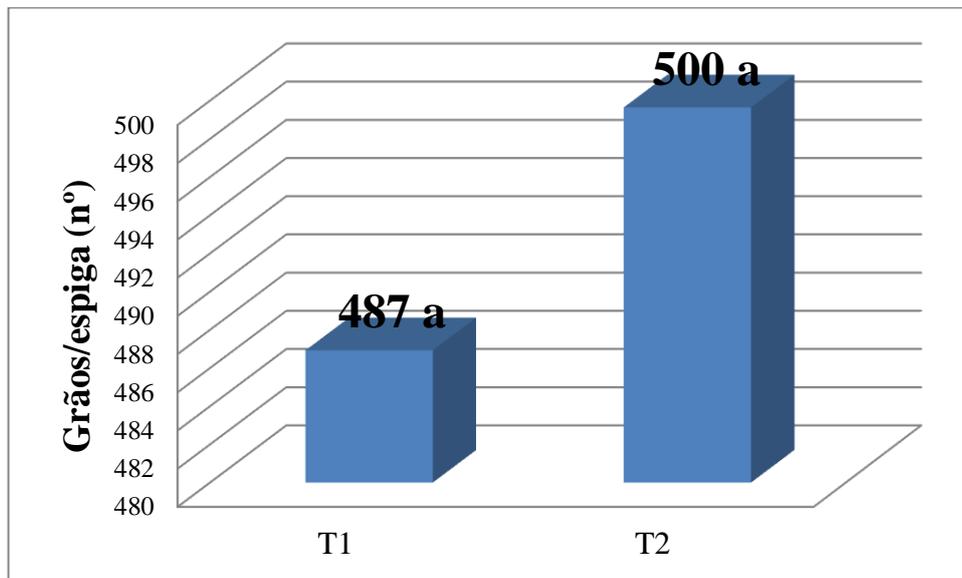
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

#### 4.3 NÚMERO DE GRÃOS POR ESPIGA

Na média de grãos por espiga, mais uma vez, levando em conta a média das oito amostras que foram coletadas em cada tratamento, se aplicou o Teste Anova, onde o valor P ficou em 0,26414, não sendo  $\leq 0,05$ , portanto não sendo significativo.

Conforme Ciampitti (2016), é no estágio R1 que se tem a maior necessidade de água, chegando a mais de 8mm de água por dia nos picos de necessidade, já os nutrientes como o N e P, são os de maior relevância neste estágio, já a necessidade de K é menor em comparação ao estágio VT, estes fatores estão diretamente relacionados ao número de grãos por espiga. Diante disso, o que podemos afirmar é que os 2 valores ficaram muito próximos, mas no T2 houve uma quantidade superior mesmo não havendo diferença significativa.

Gráfico 5 - Diferença da média de grãos por espiga nos dois tratamentos



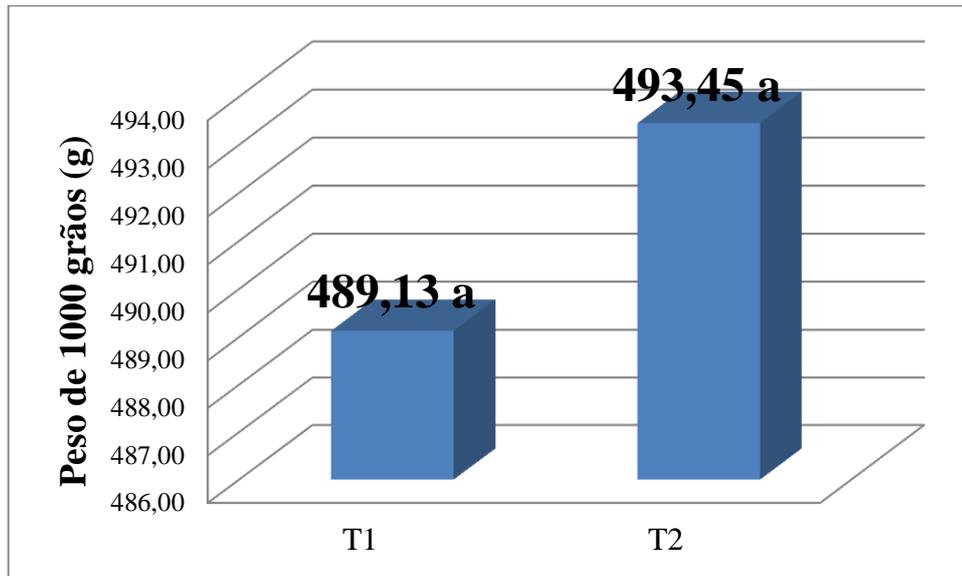
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

#### 4.4 PESO DE MIL GRÃOS

No componente de rendimento “Peso de 1000 grãos”, mais uma vez obteve-se vantagem para o T2 com 493,45 gramas de peso seco, o T1 apresentou um peso médio de 489,13 gramas na média das 8 amostras de cada tratamento. Os tratamentos foram submetidos ao teste Anova, e constatou-se que submetido ao teste de significância de  $P \leq 0,05$  não houve significância, pois o valor de P ficou em 0,6151.

De acordo com Ciampitti (2016), o peso de 1000 grãos pode ser afetado em todo estágio de desenvolvimento pós-VT, ou seja, se a planta sofrer estresses nos estádios de R1-R6, ocorre redução da produtividade. Em função disso, a hipótese apresentada é que com maiores níveis de N disponível no solo com o aporte fornecido na época de desenvolvimento reprodutivo da cultura ajudou com que o T2 se sobressaísse em relação ao T1 que não recebeu este aporte nesta fase. Os dois valores ficaram muito próximos conforme verifica-se no Gráfico 6.

Gráfico 6 - Diferença da média do Peso de 1000 grãos nos 2 tratamentos



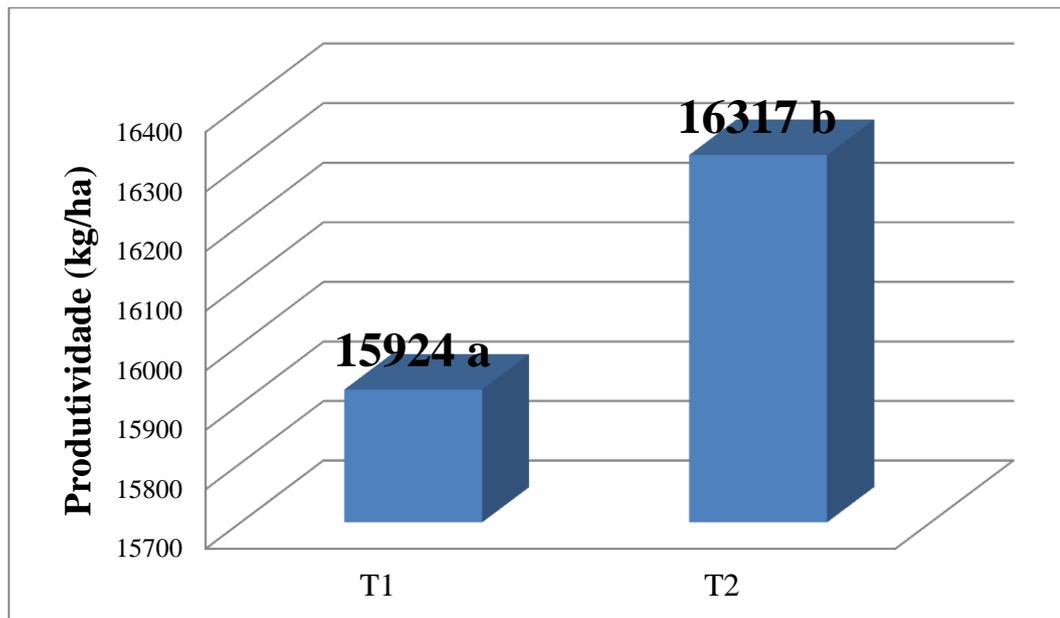
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

#### 4.5 PRODUTIVIDADE

Observando-se o teste de significância baseado no índice de valor  $\leq 0,05$ , observou-se que o P ficando em 0,0367 foi significativo.

Levando-se em conta as 36 leituras avaliadas no T1 e 31 leituras no T2 feitas pelo monitor de produtividade, a maior produtividade se deu no T2 onde a produção foi de 16317 kg/ha perante 15924 kg/ha no T1, perfazendo uma diferença de 393 kg/ha.

Gráfico 7 - Produtividade de grãos em função do fracionamento da aplicação de N

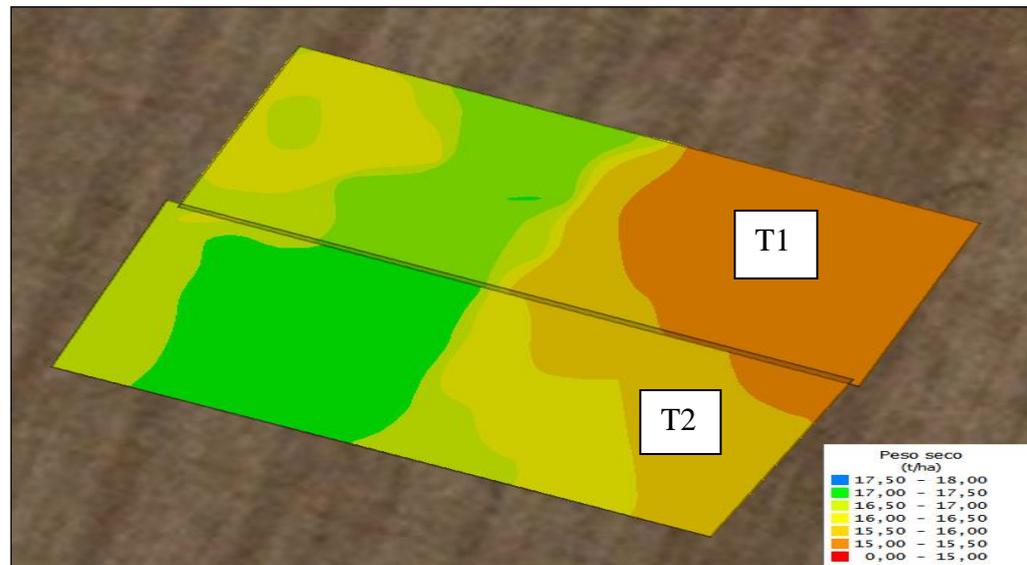


Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Após uma análise geral verificou-se que esta diferença se deve muito em função dos componentes de rendimento sempre terem apresentado uma pequena diferença em favor do T2, seja no número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, número de grãos por espiga e peso de 1000 grãos.

Na Figura 11, percebe-se que o T2 realmente tem valores médios de produtividade superiores ao T1, representados principalmente pela cor verde, que representa produtividades entre 17.000-17.500 kg/ha e também apresentando com menor intensidade a cor laranja que representa produtividades de 15.000 até 15.500 kg/ha.

Figura 11 - Detalhe da imagem do software, demonstrando os polígonos interpolados



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Esta resposta de produtividade, segundo Jones et al. (1996) ocorre possivelmente por uma alteração nos híbridos mais recentes, quanto a necessidade de N nos períodos vegetativo e reprodutivo, ou seja, aumentou a necessidade de N no período reprodutivo. Já na opinião de Andrade et al. (1999), isto se deve principalmente ao incremento de alguns componentes de rendimento de grãos, como a quantidade de grãos por espiga e peso de 1000 grãos, os quais são definidos no período reprodutivo da cultura.

Ciampitti e Vyn (2012) analisaram 100 trabalhos científicos sobre híbridos antigos de milho, publicados entre os anos de 1940 e 1990, e compararam os resultados com híbridos liberados para comercialização entre 1991 e 2011. Os autores verificaram que os híbridos mais recentes necessitam de pelo menos 7 kg a mais de N por hectare, e o mais interessante é referente ao momento de aplicação, ou seja, os híbridos mais recentes necessitam de 29% a mais de N nos estádios reprodutivos em relação aos híbridos antigos, muito em virtude destes novos híbridos possuírem diferentes padrões de uso, ou seja, continuam absorvendo N após o florescimento.

Um estudo recente, utilizando os híbridos de milho comercializados entre 1934 e 2013, reporta resultados que vão ao encontro a estes resultados relatados anteriormente, ou seja, híbridos mais recentes necessitam maior quantidade de N nos estádios após o florescimento. E diante deste resultado pesquisadores, agrônomos e agricultores formadores

de opinião deveriam cogitar adequar as recomendações de N e assim manter os níveis de N necessários a cultura durante o período reprodutivo (DEBRUIN; BUTZEN, 2014).

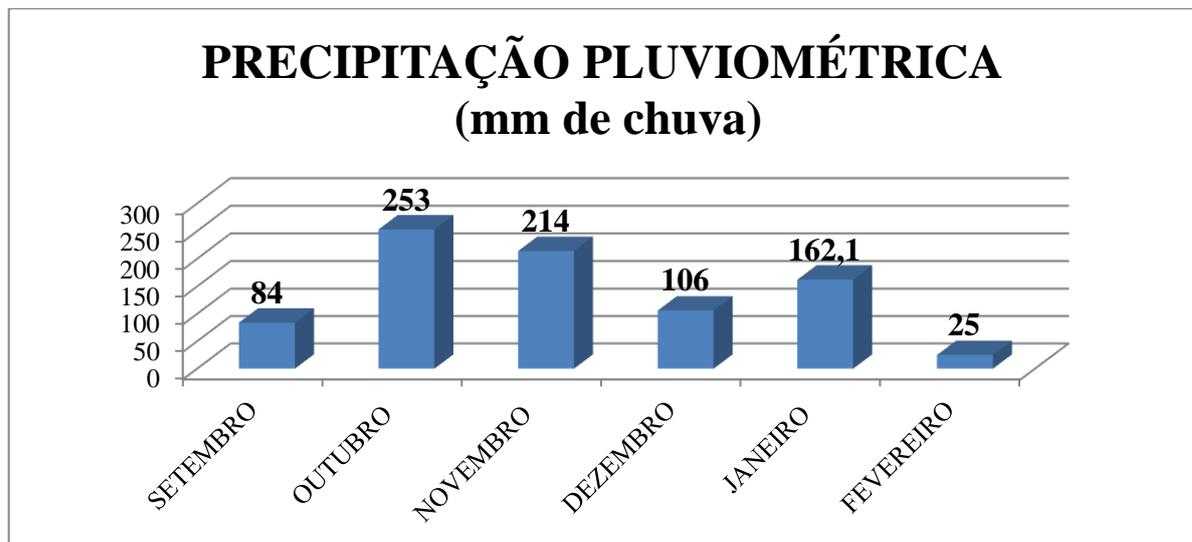
Outra possibilidade levantada, mesmo que não avaliada neste experimento é o aumento de nível de proteína no grão, decorrente da aplicação de N tardia, o que poderia ser benéfico para o uso dos grãos para alimentação humana bem como animal, pois aumentaria a eficiência deste grão no uso de dietas (CHEEKE, 2005). Outro fator muito importante na valorização econômica deste cereal seria a quantidade de quebra de grãos. O aumento da porcentagem de proteína no grão está diretamente relacionado com a quantidade de zeína, se estas concentrações forem superiores, estas interferem diretamente na diminuição do índice de quebramento do grão, o que em avaliações de qualidade é considerado como item fundamental (TSAÍ et al., 1992).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 5.1 PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

Os dados referentes a precipitação pluviométrica foram coletados diariamente in loco pelo agricultor, conforme podemos verificar no Gráfico 8. No mês de fevereiro foram utilizadas apenas as precipitações que ocorreram até a data da colheita (14/02/2018).

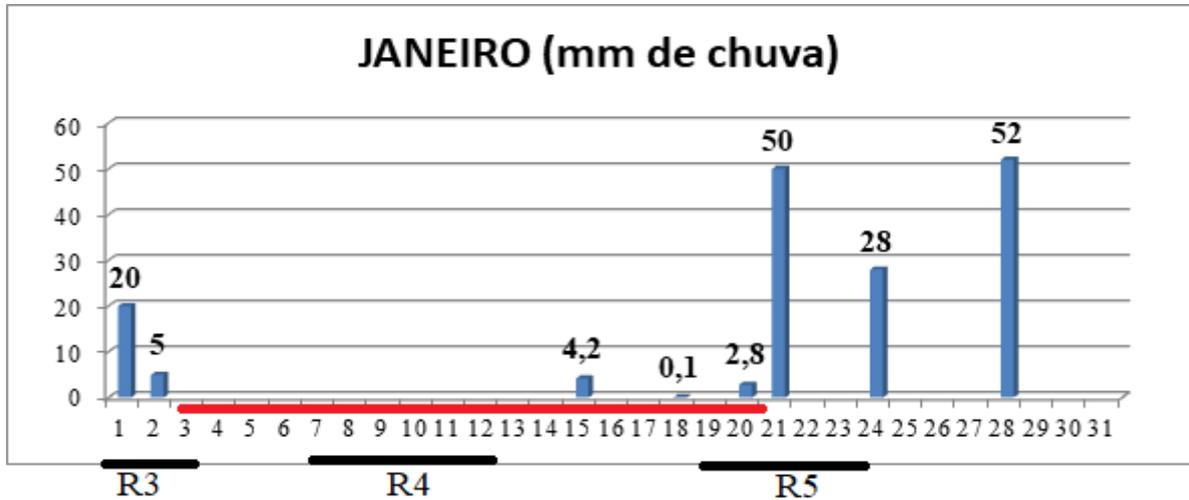
Gráfico 8 - Precipitação pluviométrica durante o ciclo da cultura



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Especialmente no mês de janeiro aconteceu uma situação de stress hídrico, principalmente levando em conta a alta necessidade hídrica da cultura que se tem na época de enchimento de grãos, que pode chegar a mais de 8 mm de água por dia neste período (CIAMPITTI, 2016).

Gráfico 9 - Estádios de desenvolvimento da cultura alocados no gráfico de precipitação pluviométrica no mês de janeiro



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Conforme Gráfico 9, foram 17 dias em que a cultura esteve praticamente sem precipitações, o que pode ter limitado o potencial produtivo. Cabe destacar que as precipitações a partir do dia 21/01 foram decisivas para que o resultado da lavoura fosse consolidado.

Os estádios desenvolvidos neste mês foram do R3 (grão leitoso) ao R5 (formação do dente), segundo Ciampitti (2016), no estágio R3, o “Cabelo” do milho seca (aproximadamente 20 dias após R1). O grão torna-se amarelado e um líquido semelhante ao leite pode ser extraído quando este é esmagado com os dedos. Este fluido é o resultado do processo de acúmulo de amido dentro do grão, ainda podem ocorrer abortamento de grãos, mas como pode-se ver no Gráfico 9 neste estágio ainda não acontecia o déficit hídrico.

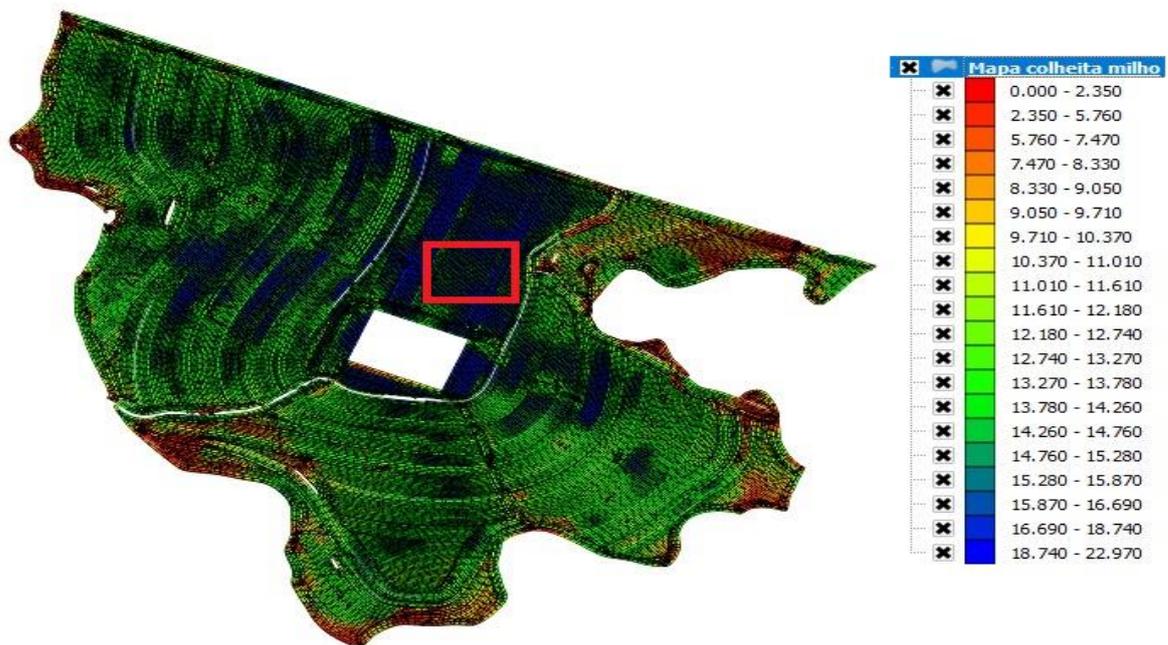
O estágio R4 (grão pastoso) é caracterizado pelo acúmulo de amido. O grão apresenta consistência pastosa (aproximadamente 26 a 30 dias após R1). Nesta fase, ocorre um rápido acúmulo de nutrientes e amido; o grão possui 70% de umidade e começa a se apresentar dentado no topo. Material extraído do grão apresenta uma consistência pastosa (CIAMPITTI, 2016). Neste estágio possivelmente ocorreu influência na produtividade devido a falta de água.

De acordo com Ciampitti (2016), no estágio R5 “Formação do Dente”, A maior parte dos grãos estão dentados, a umidade do grão cai para 55% (38 a 42 dias após R1) e o conteúdo de amido aumenta. Analisando a questão hídrica novamente percebe-se que pode ter

ocorrido alguma perda neste estágio, mas ela pode ter sido suprida pela alta incidência pluviométrica que ocorreu no dia 21 conforme o Gráfico 9.

Mesmo em um ano com um estresse hídrico significativo o talhão apresentou tetos produtivos de 18.000kg/ha, tendo pelo menos 17% da área com produtividade acima de 15.000 kg/ha, o que resultou em uma produtividade média neste talhão de 14.100 kg/ha, o que se pode confirmar no mapa de produtividade abaixo.

Figura 12 - Mapa de produtividade do talhão



Fonte: Banco de Dados Projeto Aquarius, 2018.

Cabe ressaltar mais uma vez que a área escolhida para o desenvolvimento do ensaio (polígono vermelho) foi uma zona homogênea e de alta produtividade, conforme podemos visualizar na Figura 12.

## **6 CONCLUSÕES**

O remanejamento da aplicação de N, com maior dose no estágio V6 e 25 % da dose total em aplicação em pré-plantio da cultura podem ser benéficas para a produtividade da cultura, neste estudo de caso aumentaram o rendimento de grãos em aproximadamente 400 kg/há.

Os componentes de rendimento na sua totalidade foram superiores no manejo com aplicação de nitrogênio tardio (T2). Mesmo eles não sendo diferentes estatisticamente, foi provável que a soma destes componentes que gerou a maior produtividade vista neste trabalho.

## REFERÊNCIAS

ALVES, S. M. F. et al. Definição de zonas de manejo a partir de mapas de condutividade elétrica e matéria orgânica. **Bioscience Journal**, v. 29, p. 104-114, 2013.

AMADO, T. J. C.; SANTI, A. L. **Agricultura de precisão aplicada ao aprimoramento do manejo do solo**. In: FIORIN, J. E., ed. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. Passo Fundo, Berthier, p.99-144, 2007.

AMADO, T. J. C.; SANTI, L. A.; VEZANI, F. Agricultura de precisão como ferramenta de aprimoramento do manejo do solo. **Revista Plantio Direto**. Aldeia Norte, Passo Fundo, RS. 2004.

ANDERSON-COOK, C. M. et al. Di-erentiating soil types using electromagnetic conductivity and crop yield map. **Soil Science Society of America Journal**. v. 66, p. 1562-1570, 2002.

ANDRADE, F.H Analysis of growth and yield os maize, sunflower and soyben grown at Balcarce, Argentina. **Field Crops Research**, v. 41, p.1-12, 1995.

ANDRADE, F.H. et al. Kernel Number Determination in Maize. **Crop Science**, Vol. 39, No. 2, p. 453-459,1999.

BALASTREIRE, L. A.; ELIAS, I. A.; AMARAL, J. R. Agricultura de precisão: mapeamento da produtividade da cultura do milho. **Engenharia Rural**, n. 8, p. 97-111, 1997.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G.A.; COMIRAN, F. et al. Déficit hídrico e produtividade na cultura do milho. Brasília, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.2, p.243-249. 2006.

BREDEMEIER, C. **Predição da necessidade de nitrogênio em cobertura em trigo e aveia**. 1999. 101f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BÜLL, L.T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L.T. & CANTARELLA, H., eds. Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, **POTAFOS**, 1993. p.63-146.

CAMBARDELLA, C. A.; KARLEN, D. L. Spatial analysis of soil fertility parameters. Precision Agriculture, **Dordrecht**, v.1, n.1, p. 5-14, 1999.

CAMINHA JUNIOR, I.C.; SERAPHIM, O.J.; GABRIEL, L.R.A. Caracterização de uma área agrícola irrigada com efluente agroindustrial, através de análises químicas e da resistividade do solo. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v.13, n.4, p.40-54, 2000.

CAPELLI, N. L. Agricultura de precisão - Novas tecnologias para o processo produtivo LIE/DMAQAG/ FEAGRI/UNICAMP, 1999. In: TSCHIEDEL, M., FERREIRA, M. F., Introdução à Agricultura de Precisão: conceitos e vantagens. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n.1, p. 159-163, 2002.

CENSO AGRO 2017. Disponível em:

[https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo\\_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76510](https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76510). Acesso em: 31 jul. 2018

CHEEKE, P. R. Applied animal nutrition: Feeds and feeding. 3 ed. 2005.

CIAMPITTI, I. A; VYN, T. J. Physiological perspectives of changes over time in maize yield dependency on nitrogen uptake and associated nitrogen efficiencies: A review. **Field Crops Res.** 133:48-67. 2012.

CIAMPITTI, I. A. Corn Growth and Development – Based on information from How a Corn Plant Develops. Special Report. No. 48, 1986 and Corn Growth and Development, PMR, 2011. Iowa State University Extension. 2016.

CLARK, R.L. et al. **Mapping soil hardpans with the penetrometer and electrical conductivity.** Internacional Conference on Precision Agriculture, 5., 2000, Minneapolis. Proceedings... Minneapolis: P.C. Robert, 2000. 1 CDROM.

COELHO, A. M. **Rendimento do milho no Brasil: chegamos ao máximo?** Informações Agrônomicas, Piracicaba, n. 101, p. 1-10, mar. 2003. Encarte Técnico.

COELHO, A.M.; FRANÇA, G.C.; BAHIA, A.F.C. & GUEDES, G.A. Doses e métodos de aplicação de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho sob irrigação. **R. Bras. Ci. Solo**, 16:61-67, 1992.

CORÁ, J.E. et al. Variabilidade espacial de atributos do solo para adoção do sistema de agricultura de precisão na cultura de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, ed. 28 pág 1013-1021, 2004.

CORWIN, D. L.; LESH, S. M. Apparent soil electrical conductivity measurements in agricultural. *Computers and Electronics in Agriculture*. v. 46, p. 11-43, 2005.

DEBRUIN, J. BUTZEN S. Nitrogen Uptake in Corn, **Crop Insights**, Dupont-Pioneer, 2014.

DOOLITTLE, J.A. et al. Estimating depths to claypans using eletromagnetic induction methods. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v.49, n.6, p.572-5, 1994.

DING, L. et al. **Effects of nitrogen deficiency on photosynthetic traits of maize hybrids released in different years.** 2005

ECHARTE, L. et al. Response of maize kernel number to plant density in Argentinean hybrids released between crop science. Vol. 53. 2000.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de Milho**. Guaíba; Porto Alegre: Agropecuária, 2000. 360p.

FAOSTAT. Disponível em: [Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. https://stats.oecd.org/](https://stats.oecd.org/) Acesso em: 31 jul. 2018.

JAYNES, D.B. Improved soil mapping using electromagnetic induction surveys. In: International Conference on Precision Agriculture, 3., 1996, Minneapolis. Proceedings... Minneapolis: P.C. Robert, R.H. Rust and W.E. Larson, 1996. p.169-79.

JONES, R. J; SCHREIBER, B. M. N; ROESSLER, J. A. Kernel Sink Capacity in Maize: Genotypic and Maternal Regulation. **Crop Sciences**. Vol. 36. No. 2, p. 301-306. 2006.

KACHANOSKI, R.G.; GREGORICH, E.G.; WESENBECK, I.J. VAN. Estimating spatial variations of soil water content using noncontacting electromagnetic inductive methods. **Canadian Journal of Soil Science**, Toronto, v.68, p.715-22, 1988.

KAMINSKI, P. Utilizando as ferramentas de agricultura de precisão para auxílio no processo de melhoria da produtividade. Publicado em Informativo Pioneer, Edição 38-2014, p.10-13.

KARLEN, D. L; FLANNERY, R. L; SADLER, E. J. Aerial accumulation and partitioning of nutrients by corn. **Agronomy Journal**. Vol. 80, p. 232-242. 1988.

LUND, E. A.; WOLCOTT, M. C.; HANSON, G. P. Applying nitrogen site-specifically using soil electrical conductivity maps and precision agriculture technology. **Scientific World**, v. 1, p. 767-776, 2001.

MANUAL DE ADUBAÇÃO E CALAGEM. Comissão de Química e Fertilidade do solo – RS/SC. 2016.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A. Agricultura Digital. **RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar, Tupã**, v. 2, n. 1, p. 72-88, jan./jun. 2016.

MATZENAUER, R. Caracterização fenológica de cultivares de milho em avaliação no Estado do Rio Grande do Sul. In: **Anais da Reunião Técnica Anual do Milho**, 42 e Reunião Técnica do Sorgo, 25, 1997, Erechim. 1997, p.334-341.

MCBRIDE, R.A.; GORDON, A.M.; SHRIVE, S.C. Estimating forest soil quality from terrain measurements of apparent electrical conductivity. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v.54, p.290-3, 1990.

MENGEL, D.B; BARBER, S.A. Rate of nutrient uptake per unit of corn root under field conditions. **Agron. J.**, 66:399-402, 1974.

MOLIN, J. P. Definição de unidades de manejo a partir de mapas de produtividade. **Engenharia Agrícola**, v. 22, n. 1, p. 83-92, 2002.

MUSEU DE SOLOS DO RIO GRANDE DO SUL, 2018. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/msrs/index.php/explore/solos/121-um-passo-fundo>. Acesso em: 05 ago. 2018.

NIMER, E. Climatologia do Brasil. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989. 442p.

PIERCE FJ, N. P, 1999. Aspects of precision agriculture. Adv. **Agron.** 67:1-85.

QUEIROZ, D. M.; DIAS, G. P.; MANTOVANI, E. C. Agricultura de precisão na produção de grãos. In: **Agricultura de Precisão**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 2-42, 2000.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. How a corn plant develops. **Special Bulletin**, Iowa, n. 48. 1993.

SCHREIBER, H.A.; STANBERRY, C.O.; TUCKER, H. Irrigation and nitrogen effects on sweet corn row number at various growth stages. **Science**, 135:135-136, 1988.

SHANER, D. L.; FARAHANI, H. J.; BUCHLEITER, G. W. Predicting and Mapping Herbicide–Soil Partition Coefficients for EPTC, Metribuzin, and Metolachlor on Three Colorado Fields. **Weed Science**. v. 56, p. 133–139, 2008.

SIMS, A.L. et al. Irrigated corn yield and nitrogen accumulation response in a comparison of no-till and conventional till: tillage and surface-residue variables. **Agron. J.**, 90:630-637, 1998.

SULZBACH, L.A.S. **Tecnologia de Agricultura de Precisão: estudo de caso: Integração de modelos digitais de atributos químicos do solo e modelos digitais de produtividade de culturas agrícolas**. 2003. 165f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

TSAÍ, C. Y. et al. Interrelationship of nitrogen nutrition with maize (*Zea mays*) grain yield, nitrogen use efficiency and grain quality. **Journal of Science of food and agricultural**. 1992.

VARVEL, G.E.; SCHPERS, J.S.; FRANCIS, D.D. Ability for in-season correction of nitrogen deficiency in corn using chlorophyll meters. *Soil Sci. Am. J.*, 61:1233-1239, 1997.

YAMADA, T. Adubação nitrogenada do milho: quanto, como e quando aplicar. Piracicaba, **POTAFOS**, 5p. 1996.

WILLIAMS, B.G.; HOEY, D. The use of electromagnetic induction to detect the spatial variability of the salt and clay content of soils. **Australian Journal of Soil Research**, Melbourne, v.25, n.1, p.21-7, 1987.

WORKU, M. et al. Nitrogen uptake and utilization in contrasting nitrogen efficient tropical maize hybrids. **Crop Science**. Vol. 47, p. 519-528. 2007.

**APENDICE A – ANÁLISES DE VARIÂNCIA ANOVA EM TODOS COMPONENTES DE RENDIMENTO E PRODUTIVIDADE DOS TRATAMENTOS**

Número de fileiras por espiga

**RESUMO**

<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
T1	8	111	13,875	0,267857
T2	8	112	14	0,285714

**ANOVA**

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,0625	1	0,0625	0,225806	0,64198	4,60011
Dentro dos grupos	3,875	14	0,27679			
Total	3,9375	15				

Média de grãos por fileira

**RESUMO**

<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
T1	8	280,75	35,0938	0,7846
T2	8	285,5	35,6875	0,56696

**ANOVA**

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	1,410156	1	1,41016	2,08671	0,17059	4,60011
Dentro dos grupos	9,460938	14	0,67578			
Total	10,87109	15				

Nº espigas por hectare

RESUMO

<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
T1	8	613333	76666,625	9523810
T2	8	616665	77083,125	14087818

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	693889	1	693889	0,058775	0,811958	4,60011
Dentro dos grupos	165281390,8	14	11805813,63			
Total	165975279,8	15				

Média de grãos por espiga

RESUMO

<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
T1	8	3895,4	486,925	459,1079
T2	8	3997,13	499,641	496,776

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	646,8121	1	646,812	1,353328	0,26414	4,60011
Dentro dos grupos	6691,187	14	477,942			
Total	7337,999	15				

Peso de mil grãos

RESUMO

<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
T1	8	3913	489,125	254,742
T2	8	3947,6	493,45	311,117

## ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	74,8225	1	74,8225	0,26446	0,6151	4,60011
Dentro dos grupos	3961,015	14	282,93			
Total	4035,838	15				

Rendimento de grãos

## RESUMO

<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i> <i>m</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i> <i>a</i>
T1	36	573250	15923,61111	674058
T2	31	505830	16317,09677	441734,6

## ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	2578976	1	2578975,511	4,549807	0,0367	3,98856
Dentro dos grupos	36844069	65	566831,8348			
Total	39423045	66				

**APENDICE B – DADOS UTILIZADOS PARA OS DOIS TRATAMENTOS**

<b>COLETA MILHO</b>									
<b>T1</b>									
<b>2 Lin X 3 Metros</b>	<b>A 1</b>	<b>A 2</b>	<b>A 3</b>	<b>A 4</b>	<b>A 5</b>	<b>A 6</b>	<b>A 7</b>	<b>A 8</b>	<b>MÉDIA</b>
Nº ESPIGAS 1 <sup>as</sup>	24	22	23	23	23	21	24	23	<b>22,9</b>
Nº ESPIGAS 2 <sup>as</sup>	1	0	2	2	3	1	3	1	<b>1,6</b>
Nº DE PLANTAS	24	23	23	23	23	21	24	23	<b>23,0</b>
Espigas/há	83333,3	73333	83333,3	83333	86667	73333	90000	80000	<b>81666,7</b>
Plantas/há	80000	76667	76666,7	76667	76667	70000	80000	76666,7	<b>76666,7</b>
Espigas/planta	1,04	0,96	1,09	1,09	1,13	1,05	1,13	1,04	<b>1,06</b>
<b>MÉDIA DE FILEIRAS/ESPIGA</b>	<b>14</b>	<b>14,5</b>	<b>13,5</b>	<b>14,5</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>13,5</b>	<b>14</b>	<b>13,9</b>
GRÃOS POR FILEIRA	136	136	141	142	147	139	141	141	<b>140,4</b>
<b>GRÃOS / FILEIRA (MÉDIA)</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>35,25</b>	<b>35,5</b>	<b>36,75</b>	<b>34,75</b>	<b>35,25</b>	<b>35,25</b>	<b>35,1</b>
<b>GRÃOS/ESPIGA</b>	<b>476,0</b>	<b>493,0</b>	<b>475,9</b>	<b>514,8</b>	<b>514,5</b>	<b>451,8</b>	<b>475,9</b>	<b>493,5</b>	<b>486,9</b>
PESO 1000 GRÃOS/ ÚMIDO	578,3	549	577,333	558,33	594,7	573	612,33	556,667	<b>575,0</b>
UMIDADE	25,6	24,8	26,5	26,5	25,5	25,5	27,2	26,2	<b>26,0</b>
<b>PESO 1000 GRÃOS/ SECO</b>	<b>494,6</b>	<b>474,5</b>	<b>487,7</b>	<b>471,7</b>	<b>509,2</b>	<b>490,7</b>	<b>512,4</b>	<b>472,2</b>	<b>489,1</b>
PESO AMOSTRA	5,98	5,57	6,02	5,63	5,93	5,22	6,46	5,97	<b>5,8</b>
UMIDADE	29	29	27,4	28,6	29,5	29,5	31	28,4	<b>29,1</b>

<b>COLETA MILHO</b>									
<b>T2</b>									
<b>2 Lin X 3 Metros</b>	<b>A 1</b>	<b>A 2</b>	<b>A 3</b>	<b>A 4</b>	<b>A 5</b>	<b>A 6</b>	<b>A 7</b>	<b>A 8</b>	<b>MÉDIA</b>
Nº ESPIGAS 1 <sup>as</sup>	22	22	25	24	22	24	23	23	<b>23,1</b>
Nº ESPIGAS 2 <sup>as</sup>	1	0	0	2	3	1	2	6	<b>1,9</b>
Nº DE PLANTAS	22	22	25	24	22	24	23	23	<b>23,1</b>
Espigas/há	76666,67	73333	83333,3	86667	83333	83333	83333	96666,7	<b>83333,3</b>
Plantas/há	73333,33	73333	83333,3	80000	73333	80000	76667	76666,7	<b>77083,3</b>
Espigas/planta	1,05	1,00	1,00	1,08	1,14	1,04	1,09	1,26	<b>1,08</b>
<b>MÉDIA DE FILEIRAS/ESPIGA</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14,5</b>	<b>13,5</b>	<b>13,5</b>	<b>15</b>	<b>13,5</b>	<b>14,0</b>
GRÃOS POR FILEIRA	144	141	137	146	146	141	143	144	<b>142,8</b>
<b>GRÃOS / FILEIRA (MÉDIA)</b>	<b>36</b>	<b>35,25</b>	<b>34,25</b>	<b>36,5</b>	<b>36,5</b>	<b>35,25</b>	<b>35,75</b>	<b>36</b>	<b>35,7</b>
<b>GRÃOS/ESPIGA</b>	<b>504</b>	<b>493,5</b>	<b>479,5</b>	<b>529,25</b>	<b>492,75</b>	<b>475,88</b>	<b>536,25</b>	<b>486</b>	<b>499,6</b>
PESO 1000 GRÃOS/ ÚMIDO	585,7	580,33	592	555,33	606,0	554	565,33	625,333	<b>583,0</b>
UMIDADE	25,6	25,9	28,5	25,5	26,1	25,4	26,2	27,5	<b>26,3</b>
<b>PESO 1000 GRÃOS/ SECO</b>	<b>500,8</b>	<b>494,3</b>	<b>486,5</b>	<b>475,5</b>	<b>514,8</b>	<b>475,0</b>	<b>479,6</b>	<b>521,1</b>	<b>493,5</b>
PESO AMOSTRA	6,14	5,57	6,1	6,55	6,33	5,99	6,19	6,13	<b>6,1</b>
UMIDADE	30	26,5	29,8	30	28,3	28,7	28	28,5	<b>28,7</b>

**APENDICE C – CÁLCULO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO DOS COMPONENTES DE RENDIMENTO E PRODUTIVIDADE DO MILHO**

- 1- Análise do coeficiente de correlação do número de fileiras e produtividade (em vermelho valores de T1 e em azul valores de T2).

<b>Nº FILEIRAS</b>	<b>PRODUTIVIDADE</b>
<b>14</b>	<b>16267</b>
<b>15</b>	<b>15152</b>
<b>14</b>	<b>16745</b>
<b>15</b>	<b>15402</b>
<b>14</b>	<b>16018</b>
<b>13</b>	<b>14100</b>
<b>14</b>	<b>17078</b>
<b>14</b>	<b>16377</b>
<b>14</b>	<b>16467</b>
<b>14</b>	<b>15686</b>
<b>14</b>	<b>16407</b>
<b>15</b>	<b>17567</b>
<b>14</b>	<b>17389</b>
<b>14</b>	<b>16363</b>
<b>15</b>	<b>17076</b>
<b>14</b>	<b>16793</b>

	<i>Nº FILEIRAS</i>	<i>PRODUTIVIDADE</i>
<i>Nº FILEIRAS</i>	1	
<i>PRODUTIVIDADE</i>	0,168963271	1

- 2- Análise do coeficiente de correlação do número de grãos por fileira e produtividade (em vermelho valores de T1 e em azul valores de T2).

<b>Nº GRÃOS FILEIRA</b>	<b>PRODUTIVIDADE</b>
<b>34</b>	<b>16267</b>
<b>34</b>	<b>15152</b>
<b>35,25</b>	<b>16745</b>
<b>35,5</b>	<b>15402</b>
<b>36,75</b>	<b>16018</b>
<b>34,75</b>	<b>14100</b>
<b>35,25</b>	<b>17078</b>

35,25	16377
36	16467
35,25	15686
34,25	16407
36,5	17567
36,5	17389
35,25	16363
35,75	17076
36	16793

<i>Nº GRÃOS FILEIRA PRODUTIVIDADE</i>		
Nº GRÃOS		
FILEIRA	1	
PRODUTIVIDADE	0,495344576	1

- 3- Análise do coeficiente de correlação do número de espigas por hectare e produtividade (em vermelho valores de T1 e em azul valores de T2).

<b>Nº ESPIGAS/ HECTARE</b>	<b>PRODUTIVIDADE</b>
80000	16267
76667	15152
76666	16745
76667	15402
76667	16018
70000	14100
80000	17078
76666	16377
73333	16467
73333	15686
83333	16407
80000	17567
73333	17389
80000	16363
76667	17076
76666	16793

<i>Nº ESPIGAS/ HECTARE PRODUTIVIDADE</i>		
Nº ESPIGAS/ HECTARE	1	
PRODUTIVIDADE	0,452901654	1

- 4- Análise do coeficiente de correlação do número de grãos por espiga e produtividade (em vermelho valores de T1 e em azul valores de T2).

<b>Nº GRÃOS/ESPIGA</b>	<b>PRODUTIVIDADE</b>
476	16267
493	15152
475,9	16745
514,8	15402
514,5	16018
451,8	14100
475,9	17078
493,5	16377
504	16467
493,5	15686
479,5	16407
529,25	17567
492,75	17389
475,88	16363
536,25	17076
486	16793

<i>Nº GRÃOS/ESPIGA PRODUTIVIDADE</i>		
Nº		
GRÃOS/ESPIGA		1
PRODUTIVIDADE	0,403851728	1

- 5- Análise do coeficiente de correlação do peso de 1000 grãos e produtividade (em vermelho valores de T1 e em azul valores de T2).

<b>PESO DE 1000 GRÃOS</b>	<b>PRODUTIVIDADE</b>
494,6	16267
474,5	15152
487,7	16745
471,7	15402
509,2	16018
490,7	14100
512,4	17078
472,2	16377
500,8	16467
494,3	15686

<b>486,5</b>	<b>16407</b>
<b>475,5</b>	<b>17567</b>
<b>514,8</b>	<b>17389</b>
<b>475</b>	<b>16363</b>
<b>479,6</b>	<b>17076</b>
<b>521,1</b>	<b>16793</b>

<i>PESO DE 1000 GRÃOS    PRODUTIVIDADE</i>		
PESO DE 1000		
GRÃOS		1
PRODUTIVIDADE	0,254404469	1

## ANEXO A – IMAGEM DA ANÁLISE DE SOLO ORIGINAL REALIZADA NA ÁREA DO EXPERIMENTO

	<p><b>MEC - Universidade Federal de Santa Maria</b>  <b>Centro de Ciências Rurais - Departamento de Solos</b>          Santa Maria/RS Cep:97105-900          Fone: (55) 3220-8153  <a href="http://www.ufsm.br/solos">http://www.ufsm.br/solos</a></p>	
<b>Laudo de Análise de Solo</b>		

**Informações fornecidas e de responsabilidade do solicitante**

<b>Solicitante:</b> No Campo Agricultura De Precisão	<b>CPF/CNPJ:</b> 20.338.360/0001-05
<b>Proprietário:</b> Rogério Ferrelra Pacheco	<b>CPF/CNPJ:</b>
<b>Município:</b> Carazinho / RS	<b>Endereço:</b>
<b>Localidade:</b>	<b>Entrada:</b> 26/04/17
<b>Matrícula:</b>	<b>Emissão:</b> 15/09/17

Registro no LAS	Identificação da amostra	Área (ha)	Sistema de cultivo	Prof. (cm)	Georref.
6346	Coxilha Grande-32			0-20 cm	

**Informações emitidas pelo laboratório e de responsabilidade do técnico**

**Diagnóstico para acidez do solo e calagem**

Registro no LAS	pH água 1:1	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC efet.	Saturação (%)		Índice SMP
		cmol/dm <sup>3</sup>					Al	Bases	
6346	5,7	7,1	3,1	0,0	4,4	10,6	0,0	70,4	6,0

**Diagnóstico para macronutrientes e recomendação de adubação NPK-S**

Registro no LAS	% MO	% Argila	Textura	S	P-Mehlich	C Total <sup>1</sup>	K	CTC pH7	K
	-----m/V-----	-----		-----mg/dm <sup>3</sup> -----	-----g/kg-----		-----cmol/dm <sup>3</sup> -----	-----mg/dm <sup>3</sup> -----	
6346	3,2	60,0	2,0	11,3	18,5	-X-	0,307	15,0	120,0

**Diagnóstico para micronutrientes e relações molares**

Registro no LAS	Cu	Zn	B	Fe	Mn	Na	Relações Molares		
	-----mg/dm <sup>3</sup> -----						Ca/Mg	(Ca+Mg)/K	K/(Ca+Mg) --
6345 6346 6347	--X--	1,97	0,1	--X--	95,93	--X--	2,3	33,40	0,096