

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE NA GESTÃO
AMBIENTAL NO *CAMPUS* SOROCABA

Walmir Franciscatte

Avaliação de doses de nitrogênio no desempenho agronômico em experimentos com
cultivares comerciais de milho variedade e híbrido em duas condições ambientais

Sorocaba

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE NA GESTÃO
AMBIENTAL NO *CAMPUS* SOROCABA

Walmir Franciscatte

Avaliação de doses de nitrogênio no desempenho agrônômico em experimentos com cultivares comerciais de milho variedade e híbrido em duas condições ambientais

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental, para obtenção do título de Mestre em Sustentabilidade na Gestão Ambiental.

Orientação: Prof. Dr. Flávio Sérgio Afférrri

Sorocaba

2023

Avaliação de doses de nitrogênio no desempenho agrônômico em experimentos com cultivares comerciais de milho variedade e híbrido em duas condições ambientais / Walmir Franciscatte ...[et al.]. -- 2023. 31f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba
Orientador (a): Flávio Sérgio Afférri
Banca Examinadora: Joenes Mucci Peluzio, Waldir Cintra de Jesus
Bibliografia

1. Zea mays L.. 2. Adubação nitrogenada. 3. Desempenho de cultivares. I. Franciscatte, Walmir. II. Bussanra Vidotto, Caio. III. Tancler Stipp, Danilo. IV. Cintra de Jesus Junior, Waldir. V. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano -
CRB/8 6979



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências e Tecnologias Para a Sustentabilidade
Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental

Relatório de Defesa de Dissertação

Candidato: **Walmir Franciscatte**

Aos 12/12/2023, às 08:00, realizou-se na Universidade Federal de São Carlos, nas formas e termos do Regimento Interno do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental, a defesa de dissertação de mestrado sob o título: Avaliação de doses de nitrogênio no desempenho agrônômico em experimentos com diferentes cultivares comerciais de milho e condições ambientais, apresentada pelo candidato Walmir Franciscatte. Ao final dos trabalhos, a banca examinadora reuniu-se em sessão reservada para o julgamento, tendo os membros chegado ao seguinte resultado:

Participantes da Banca	Função	Instituição	Conceito	Resultado Final
Prof. Dr. Flávio Sérgio Afférrri	Presidente	UFSCar	aprovado	
Prof. Dr. Joênes Mucci Peluzio	Titular	UFT	aprovado	aprovado
Prof. Dr. Waldir Cintra de Jesus Junior	Titular	UFSCar	aprovado	

Parecer da Comissão Julgadora*:

O Candidato deverá realizar as correções enviadas pela banca por e-mail.

Encerrada a sessão reservada, o presidente informou ao público presente o resultado. Nada mais havendo a tratar, a sessão foi encerrada e, para constar, eu, Flávio Sérgio Afférrri, representante do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental, laurei o presente relatório, assinado por mim e pelos membros da banca examinadora.

Prof. Dr. Flávin Sárrrin Afférrri

Documento assinado digitalmente



JOêNES MUCCI PELUZIO

Data: 12/12/2023 14:59:52-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Representante do PPG: Flávio Sérgio Afférrri

Documento assinado digitalmente



WALDIR CINTRA DE JESUS JUNIOR

Data: 12/12/2023 18:51:00-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Certifico que a defesa realizou-se com a participação à distância do(s) membro(s) Flávio Sérgio Afférrri, Joênes Mucci Peluzio, Waldir Cintra de Jesus Junior e, depois das arguições e deliberações realizadas, o(s) participante(s) à distância está(ao) de acordo com o conteúdo do parecer da banca examinadora redigido neste relatório de defesa.

Documento assinado digitalmente



FLAVIO SERGIO AFFERRI

Data: 12/12/2023 11:08:48-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Flávio Sérgio Afférrri

() Não houve alteração no título (X) Houve alteração no título. O novo título passa a ser:

AVALIAÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO NO DESEMPENHO AGRÔNOMICO EM EXPERIMENTOS COM CULTIVARES COMERCIAIS DE MILHO VARIEDADE E HÍBRIDO EM DUAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho às minhas principais inspirações:

a minha amada esposa,

Maria José dos Santos Franciscatte,

por ser minha fortaleza, pela dedicação e acalento;

Às minhas preciosas filhas,

Jéssica, Joice e Júlia,

Genro e Neto

Alisson e Francisco Rafael

pela motivação e grandioso incentivo e;

À cada um que despendeu tempo em comentários e motivações!

AGRADECIMENTO

Primeiramente agradeço o esteio de Papai do Céu - Criador e redentor, Maria Santíssima e os Anjos Guardiões: por conceder-me criatividade, inteligência, sabedoria, alegrias e amor para reger minha vida, pelas inúmeras possibilidades de reinventar-se e, principalmente, pela fé, a força e a pujança que me proporcionou para o desenvolvimento de todas as fases deste trabalho com dedicação e afabilidade.

À UFSCar *campus* Lagoa do Sino, pela autorização e apoio a esta pesquisa pela FELS - Fazenda Escola Lagoa do Sino, para implantação das áreas experimentais.

Ao Wellington da Silva Toledo, pelo direcionamento e supervisão das atividades de campo nos experimentos.

A todos os professores, banca de qualificação e defesa e profissionais do PPGSGA que tive oportunidade de conviver pessoalmente e, ou, online: pelos ensinamentos, dedicação e profissionalismo. Foram momentos de intensos aprendizados.

À professora Alice Olivati, adorável companheira de trabalho, pelo carinho desde sempre e pela correção ortográfica.

A todos que, de forma direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

E, com muita relevância, ao meu orientador, Professor Dr. Flávio Sérgio Afférri, por sua constante dedicação e grandiosa amizade que construímos.

Quantos aprendizados e bençãos neste tempo de estudo e trabalho. Obrigado Senhor!

RESUMO

FRANCISCATTE, Walmir. Avaliação de doses de nitrogênio no desempenho agrônômico em experimentos com cultivares comerciais de milho variedade e híbrido em duas condições ambientais. 2023. Dissertação de Mestrado em Sustentabilidade na Gestão Ambiental - Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2023.

O milho é um dos mais importantes cereais produzidos no país e sua produtividade, tanto do cultivar variedade quanto do híbrido, estão diretamente proporcionais à fertilização e disponibilidade hídrica. Com base na importância do nitrogênio na produtividade do milho, o presente trabalho teve por objetivo avaliar doses de Nitrogênio de dois cultivares comerciais, sendo um variedade e o outro híbrido, em dois ambientes de produção, um ambiente de irrigação por pivô central com maior fertilidade do solo e o outro ambiente no sequeiro com menor fertilidade, próximos em torno de 400 metros, localizada na UFSCar *campus* Lagoa do Sino, Buri, SP. Para isto, foram implantados quatro experimentos, sendo cada um, com delineamento experimental em blocos casualizado com cinco doses de nitrogênio (30, 60, 90, 120 e 150 kg de N ha⁻¹), cinco repetições e um cultivar, de tal forma que foi testado uma variedade e um híbrido em cada ambiente, dispostos paralelamente, em Latossolo Vermelho de textura argilosa e relevo plano a suavemente ondulado. Devido à distribuição de chuvas, não foi necessário irrigar, sendo a fertilidade o diferencial entre os ambientes. Foi avaliado: massa da espiga com palha por planta, massa dos grãos por planta, comprimento e diâmetro da espiga (sem palha). A semeadura foi realizada no dia 21 de novembro de 2022, em sistema de plantio direto, utilizando-se adubo 20:10:10 na dose de 300 kg ha⁻¹, incorporado em filete contínuo. A aplicação das doses de nitrogênio foi em cobertura, com o fertilizante Ureia distribuído manualmente em duas entrelinhas, alternadamente, 23 dias após a semeadura. Através das variações dos resultados analisados, de acordo com o baixo ajuste ao modelo linear na maioria dos atributos estudados e, provavelmente, devido à adubação de plantio e distribuição e intensidade das chuvas, concluiu-se que, as diferentes doses da adubação nitrogenada em cobertura proporcionaram pouco acréscimo na produtividade e seus componentes.

Palavras-chave: *Zea mays* L.; adubação nitrogenada; produtividade; desempenho de cultivares.

ABSTRACT

FRANCISCATTE, Walmir. Evaluation of nitrogen rates in agronomic performance in experiments with commercial cultivars of variety and hybrid corn in two environmental conditions. 2023. Master's Dissertation in Sustainability in Environmental Management - Federal University of São Carlos, Sorocaba, 2023.

Corn is one of the most important cereals produced in the country and its productivity, both of the variety cultivar and the hybrid, are directly proportional to fertilization and water availability. Based on the importance of nitrogen in corn yield, the present work aimed to evaluate nitrogen rates of two commercial cultivars, one variety and the other hybrid, in two production environments, a center pivot irrigation environment with higher soil fertility and the other rainfed environment with lower fertility, close to around 400 meters, located at UFSCar campus Lagoa do Sino, Buri, SP. For this, four experiments were installed, each with a randomized block design, with five nitrogen doses (30, 60, 90, 120 and 150 kg of N ha⁻¹), five replications and one cultivar, in such a way that one variety and one hybrid were tested in each environment, arranged in parallel, in a Red Latosol with clayey texture and flat to gently undulating relief. Due to the distribution of rainfall, it was not necessary to irrigate, and fertility was the differential between the environments. The following parameters were evaluated: ear mass with straw per plant, grain weight per plant, length and diameter of the ear (without straw). Sowing was carried out on November 21, 2022, in a no-tillage system, using 20:10:10 fertilizer at a dose of 300 kg ha⁻¹, incorporated in a continuous fillet. The N rates were applied as topdressing, with the Urea fertilizer manually distributed in two rows, alternately, 23 days after sowing. Through the variations of the results analyzed, according to the low fit to the linear model in most of the attributes studied and, probably, due to the planting fertilization and distribution and intensity of rainfall, it was concluded that the different doses of nitrogen fertilization in topdressing provided little increase in productivity and its components.

Keywords: *Zea mays L.*; nitrogen fertilization; productivity; cultivar performance.

LISTA DE GRÁFICOS

- GRÁFICO 1 - Dados médios diários de Campina do Monte Alegre – SP, de temperatura máxima, média e mínima, em °C e total diário de precipitação (mm), durante o período da cultura do milho..... 18
- GRÁFICO 2 - Regressão linear dos dados de: 2A - Massa da Espiga com Palha (MECP), 2B - Massa dos Grãos por Planta (MGP), 2C - Comprimento da Espiga (CE) e 2D - Diâmetro da Espiga (DE), em função das doses de N (kg ha^{-1}) para o Experimento 1, cultivar Variedade Comercial. 25
- GRÁFICO 3 - Regressão linear dos dados de: 3A - Massa da Espiga com Palha (MECP), 3B - Massa dos Grãos por Planta (MGP), 3C - Comprimento da Espiga (CE) e 3D - Diâmetro da Espiga (DE), em função das doses de N (kg ha^{-1}) para o Experimento 2, cultivar Híbrido Comercial. 26
- GRÁFICO 4 - Regressão linear dos dados de: 4A - Massa da Espiga com Palha (MECP), 4B - Massa dos Grãos por Planta (MGP), 4C - Comprimento da Espiga (CE) e 4D - Diâmetro da Espiga (DE), em função das doses de N (kg ha^{-1}) para o Experimento 3, cultivar Variedade Comercial. 27
- GRÁFICO 5 – Regressão linear dos dados de: 5A - Massa da Espiga com Palha (MECP), 5B - Massa dos Grãos por Planta (MGP), 5C - Comprimento da Espiga (CE) e 5D - Diâmetro da Espiga (DE), em função das doses de N (kg ha^{-1}) para o Experimento 4, cultivar Híbrido Comercial. 27

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Identificação dos Experimentos realizados na UFSCar Lagoa do Sino.	18
TABELA 2 - Características químicas dos solos coletados na camada 0-20 cm de profundidade, dos experimentos 1 e 2 (Pivô Central), e 3 e 4 (Sequeiro).	19
TABELA 3 - Resultados dos dados médios de Massa da Espiga com Palha por planta (MECP), Massa dos Grãos por Planta (MGP), Comprimento da Espiga (CE) e Diâmetro da Espiga (DE), em função das doses de nitrogênio (kg ha^{-1}) para o Experimento 1, com o cultivar Variedade Comercial em condição ambiental sob irrigação.	22
TABELA 4 - Resultados dos dados médios de Massa da Espiga com Palha por planta (MECP), Massa dos Grãos por Planta (MGP), Comprimento da Espiga (CE) e Diâmetro da Espiga (DE), em função das doses de nitrogênio (kg ha^{-1}) para o Experimento 2, com o cultivar Híbrido Comercial em condição ambiental sob irrigação.	22
TABELA 5 - Resultados dos dados médios de Massa da Espiga com Palha por planta (MECP), Massa dos Grãos por Planta (MGP), Comprimento da Espiga (CE) e Diâmetro da Espiga (DE), em função das doses de nitrogênio (kg ha^{-1}) para o Experimento 3, com o cultivar Variedade Comercial em condição ambiental, sequeiro.	23
TABELA 6 - Resultados dos dados médios de Massa da Espiga com Palha por planta (MECP), Massa dos Grãos por Planta (MGP), Comprimento da Espiga (CE) e Diâmetro da Espiga (DE), em função das doses de nitrogênio (kg ha^{-1}) para o Experimento 4, com o cultivar Híbrido Comercial em condição ambiental, sequeiro.	24
TABELA 7 – Valores dos Coeficientes de Determinação (R^2) na regressão linear.....	24

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	PRESSUPOSTOS TEÓRICOS	14
3	JUSTIFICATIVA.....	14
4	OBJETIVO	15
4.1	OBJETIVO GERAL.....	15
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
5	TRABALHO DE PESQUISA – ARTIGO CIENTÍFICO.....	16
5.1	INTRODUÇÃO	16
5.2	MATERIAIS E MÉTODOS	17
5.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5.4	CONCLUSÕES	29
	REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho no Brasil, devido às mudanças tecnológicas e conscientização dos produtores voltados para a qualidade, fertilidade, conservação dos solos e, provavelmente visando uma produção sustentada, ou seja, sem comprometer a capacidade de produtividade real dos solos para as gerações futuras, tem resultado em aumentos significativos da produtividade.

O milho é um dos mais importantes cereais produzidos no país, correspondendo a aproximadamente 40% da produção de grãos¹ no Brasil, estimada em 322.752,8 mil t para a safra 2022/23 (CONAB, 2023), transformando o país de importador a grande exportador em algumas décadas (Cantarella, 2022). De acordo com a CONAB (2023), a safra 2022/23 ocupou área de 22.267,4 mil ha e produtividade em torno de 5.922 kg/ha. A ANDA (2023), informou que foi entregue ao mercado no ano de 2022, 41.077.519 toneladas de fertilizantes, e que neste mesmo ano, foram necessários 63,8 sacos de milho (sc de 60 kg) para comprar uma tonelada de fertilizante. Sua produtividade está diretamente proporcional à fertilidade do solo e disponibilidade hídrica, sendo o nitrogênio, segundo Yamada e Abdalla (2000), o principal responsável pelo aumento da produtividade dos grãos de milho.

Os fertilizantes nitrogenados são os mais consumidos mundialmente, com mais de 50% do consumo global de fertilizantes e o nitrogênio é o elemento nutriente requerido em maior quantidade pelas plantas, sendo responsável no processo de fotossíntese, produção de proteínas, atua na molécula de clorofila, na composição dos aminoácidos e na ação de várias enzimas, sendo essencial nas fases de desenvolvimento até a frutificação. Pode ser absorvido pelas plantas na forma de nitrato (NO_3^-) ou amônio (NH_4^+). A sua falta causa retardamento no crescimento e clorose nas folhas nas folhas mais velhas (Fernandes *et al.*, 2022, *apud* Ramos, 2020; Colombo, 2017).

Em resultados experimentais de milho, no Brasil, cultivados para produção de grãos e silagem, em geral, 70 a 90% apresentaram respostas à aplicação de N. A extração média de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio aumenta linearmente conforme aumenta a produtividade, sendo que a maior exigência do milho se refere, especialmente, a nitrogênio e potássio, seguidos do cálcio, magnésio e fósforo. De modo geral, a recomendação de adubação nitrogenada varia entre 60 a 120 kg ha⁻¹, podendo ser necessário de 100 a 231 kg ha⁻¹, conforme

¹ Produtos selecionados: Carço de algodão, amendoim (1ª e 2ª safras), arroz, aveia, canola, centeio, cevada, feijão (1ª, 2ª e 3ª safras), gergelim, girassol, mamona, milho (1ª, 2ª e 3ª safras), soja, sorgo, trigo e triticale

extração média de nutrientes pela cultura do milho destinada à produção de grãos e silagem em diferentes níveis de produtividades (Coelho, 2006).

Em função das perdas de N que ocorrem através de remoção pelas culturas, erosão, volatilização, imobilização biológica e lixiviação, é muito difícil estimar a quantidade (de N) que o milho precisa para atingir a sua produtividade máxima. Nas condições de campo, a recuperação do N fertilizante pela cultura raramente é mais de 50% (Yamada e Abdalla, 2000).

Isherwood (2000), menciona que é difícil de se fazer recomendações precisas para aplicação de fertilizantes nitrogenados, e que os experimentos sob condições controladas indicam que, as plantas podem absorver entre 50 a 70% do nitrogênio aplicado, embora, na prática, as perdas podem ser muito maiores.

Cantarella (2022), estima que 50% ou menos do N aplicado às culturas no campo é aproveitado pelas culturas e parte deste é exportado via colheita, e que, em função dos processos de perda de N, como imobilização, volatilização, desnitrificação e lixiviação é relevante o manejo adequado do nitrogênio para o maior aproveitamento pelas plantas e redução de impactos ao ambiente.

Isherwood (2000) destaca também que, “ao se avaliar a eficiência de nitrogênio, é importante levar em conta o fato de que a planta está, na realidade, em competição com a população microbiana do solo”, especialmente em solos em que a matéria orgânica está se acumulando.

Yamada e Abdalla (2000), verificaram nos testes de doses de N, que as variedades têm menor potencial de produtividade quando comparadas aos híbridos, e que a máxima produtividade foi alcançada com a dose estimada em 110 kg ha⁻¹.

A mesma dose de 110 kg ha⁻¹ de N foi obtida por Fernandes *et al.* (2005) para obtenção da produtividade máxima, sendo que, o milho reduziu a eficiência de produção com o uso de doses maiores de nitrogênio.

Cruz *et al.* (2008), testando híbridos e variedade, concluiu que a utilização de 120 kg ha⁻¹ de N permitiu retorno econômico da adubação nitrogenada, sendo os híbridos foram mais responsivos que a variedade.

De acordo com a produtividade média de 5.922 kg ha⁻¹ da safra 2022/23 (CONAB, 2023), nota-se no trabalho de Coelho (2006) que seria necessário pouco mais de 100 kg ha⁻¹, corroborando com a informação acima.

Sabendo-se da importância do nitrogênio para a produção de grãos na cultura do milho, o objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes atributos agronômicos do milho com diferentes doses de nitrogênio, em experimentos distintos com cultivares de milho comercial, variedade e

híbrido, em dois ambientes de produção: um ambiente de irrigação por pivô central com maior fertilidade do solo e o outro ambiente no sequeiro com menor fertilidade.

2 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

Considerando a importância do nitrogênio para a cultura do milho, e que Yamada e Abdalla (2000), verificaram nos testes de doses de N que a máxima produtividade foi alcançada com a dose estimada em 110 kg ha^{-1} , e Coelho (2006) e outros autores, comentam que o aumento da produtividade linear do milho está ligado, entre outros fatores, especialmente com a dose crescente de N, e considerando que os outros elementos nutrientes, como fósforo, potássio, cálcio e magnésio, também são absorvidos em maiores quantidades, seria de se esperar que os cultivares variedade e híbrido apresentassem produtividades lineares com as doses crescentes de nitrogênio. Foi o que observou Pizolato Neto (2016) testando doses de N em cinco cultivares de milho, em uma área irrigada, tendo a maior produtividade com a maior dose (140 kg ha^{-1}) e Santos (2013), testando produtividade do milho híbrido em plantio direto e convencional, observando a máxima produtividade com as doses de 316 e 340 kg N ha^{-1} .

De Carvalho (2011) também observou em seus resultados que com a dose de $40 \text{ kg de N ha}^{-1}$ em cobertura, a variedade comercial produziu igual ou superior aos híbridos comerciais avaliados, e quando exposta a alta dose de N (160 kg ha^{-1}), a resposta da variedade foi semelhante à dos híbridos que apresentaram menor produtividade, logo, foi possível considerar a importância do nitrogênio para alcançar altas produtividades no milho variedade e híbrido, entretanto, indicando a relevância da seleção e, ou, o desenvolvimento de cultivares com maior eficiência no uso de nitrogênio no ambiente de produção.

De Queiroz (2011), avaliando diferentes fontes e doses de nitrogênio, não encontrou diferença significativa entre as fontes utilizadas, porém, observou acréscimo da produção em todas as fontes, além de citar vários trabalhos, em diferentes ambientes, em que os autores não encontraram diferenças significativas em função do uso de diferentes doses de nitrogênio, enquanto outros que observaram acréscimos significativos de produção.

3 JUSTIFICATIVA

Desta forma, considerando que pesquisadores observaram maiores produtividades do milho variedade e híbrido com doses crescentes e que, outros não constataram os mesmos

resultados, é de suma importância avaliar diferentes doses de nitrogênio no desempenho agrônomo do milho variedade e híbrido sob diferentes condições ambientais, e com vistas à sustentabilidade do produtor rural, podendo reduzir seus gastos com o fertilizante nitrogenado.

4 OBJETIVO

4.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a produtividade e seus componentes sob diferentes doses de nitrogênio, em diferentes experimentos, formado por cultivares comerciais de milho variedade e híbrido, em ambientes distintos de plantio, sendo um sob irrigação/pivô central com maior fertilidade e o outro ambiente de sequeiro com menor fertilidade.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar nas diferentes características agrônomicas do milho, o efeito do aumento da dose de nitrogênio em cobertura;
- Identificar a melhor dose de nitrogênio nos cultivares que contribua, para o produtor rural, com a redução de custos com fertilizantes (sustentabilidade);
- Avaliar a produtividade dos cultivares comerciais, variedade e híbrido, plantados sob irrigação/pivô central e sequeiro.

5 TRABALHO DE PESQUISA – ARTIGO CIENTÍFICO

AVALIAÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO NO DESEMPENHO AGRONÔMICO EM EXPERIMENTOS COM CULTIVARES COMERCIAIS DE MILHO VARIEDADE E HÍBRIDO EM DUAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS

5.1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho no Brasil, devido às mudanças tecnológicas e conscientização dos produtores voltados para a qualidade, fertilidade, conservação dos solos e, provavelmente visando uma produção sustentada, ou seja, sem comprometer a capacidade de produtividade real dos solos para as gerações futuras, pode ter resultado em aumentos significativos da produtividade.

A cultura do milho no Brasil, devido às mudanças tecnológica e conscientização dos produtores para a qualidade dos solos, tem resultado em aumentos significativos da produtividade e produção, e visando uma produção sustentada (Coelho, 2006).

É difícil de se fazer recomendações precisas para aplicação de fertilizantes nitrogenados (Isherwood, 2000 e Yamada & Abdalla, 2000). Constata-se a variabilidade dos cultivares nas respostas a N e a importância das pesquisas científicas para a obtenção da maior eficiência no uso de nitrogênio nos mais variados ambientes de produção. Meira (2006), observou em seu trabalho e, resultados de outros pesquisadores, produtividades máximas com a dose em torno de 120 kg de N ha⁻¹ e também em torno de 200 kg de N ha⁻¹, e Santos (2013), buscando altas produtividades, com a dose de 316 no sistema de plantio direto (SPD) e 340 kg de N ha⁻¹ no sistema de plantio convencional (SPC).

A produção máxima econômica varia com a disponibilidade do nitrogênio no solo, que é um processo dinâmico e varia com as mudanças no teor de umidade e temperatura do solo, tipo de fertilizante, ocorrência de doenças, pragas e plantas daninhas e práticas de manejo da cultura (Yamada & Abdalla, 2000).

Avaliando os modelos de resposta da produção ao uso de nutrientes, em especial o nitrogênio, vale lembrar sobre a lei do mínimo formulada por Justus von Liebig por volta de 1840. Esta lei (Kreuz, 1995), explica a resposta da produção através do elemento nutriente essencial que for mais escasso à planta, porém, também é possível obter modelos von Liebig

que consideram produções decrescentes, quando associadas com níveis de produção mais elevadas.

Destarte, considerando que pesquisadores observaram maiores produtividades do milho com doses crescentes, e que, outros não comprovaram os mesmos resultados, é de suma importância avaliar a eficiência do nitrogênio no desempenho agrônômico do milho variedade comercial e do híbrido comercial, utilizando diferentes doses de N.

Isso se justifica uma vez que é conhecida na literatura a necessidade de doses crescentes de fertilizantes nitrogenados para se alcançar produtividades adequadas, caracterizando a relevância do N para alcançar “alta, média ou baixa resposta esperada” do milho para grãos (B-100, 2022), ou, atingir a produção máxima econômica (Yamada & Abdalla, 2000), ou, alcançar altas produtividades dos cultivares com maior eficiência no uso de nitrogênio, de acordo com os ambientes de produção (De Carvalho, 2011), de tal forma a contribuir com o agronegócio e com o uso adequado das doses, quiçá, evitar o uso indiscriminado e maiores gastos com produtos, mão-de-obra e combustível, até mesmo evitando desperdícios e emissão de gases poluentes, visando e contribuindo com a sustentabilidade ambiental.

Logo, o objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes atributos agrônômicos do milho com diferentes doses de nitrogênio, em experimentos distintos com cultivares de milho comercial, variedade e híbrido, em dois ambientes de produção: um ambiente de irrigação por pivô central com maior fertilidade do solo e o outro ambiente no sequeiro com menor fertilidade.

5.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos, Tabela 1, foram conduzidos na UFSCar *Campus* Lagoa do Sino, em Buri, SP, no ano agrícola de 2022/23, com altitude em torno de 650m, sendo os experimentos 1 e 2 sob irrigação com pivô central, coordenadas -23.600580435715713, -48.531184004988184, e experimentos 3 e 4, -23.59888449186912, -48.52762711739407, em área de sequeiro, equidistantes em torno de 400 m e utilização da irrigação conforme a necessidade.

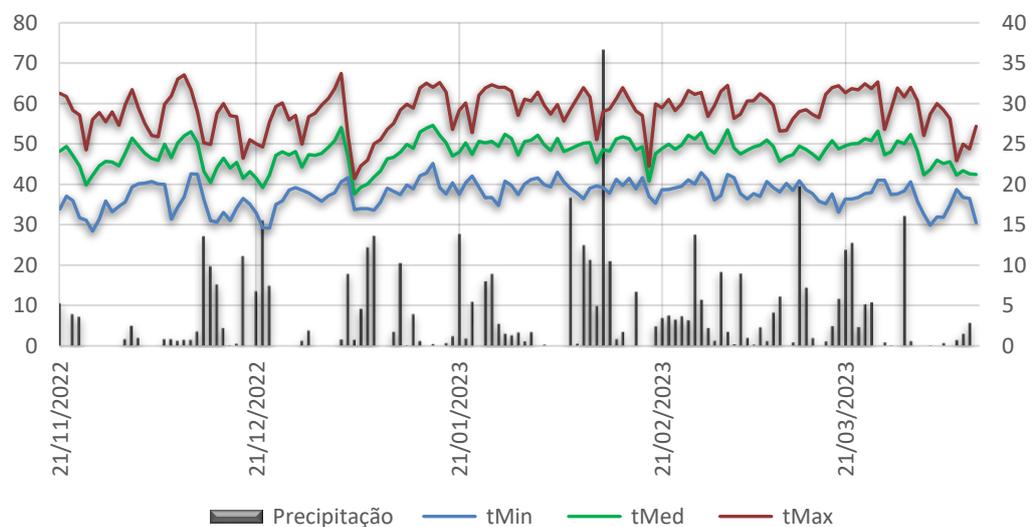
TABELA 1 - Identificação dos Experimentos realizados na UFSCar Lagoa do Sino.

Experimentos	Cultivar	Local	Ambiente
1	Variedade Comercial	Pivô	1
2	Híbrido Simples Comercial	Pivô	1
3	Variedade Comercial	Sequeiro	2
4	Híbrido Simples Comercial	Sequeiro	2

Fonte: o próprio autor.

O clima da região de Buri-SP, de modo geral, segundo a classificação internacional de Köppen e Geiger é do tipo tropical quente e úmido, com inverno frio e seco, temperatura média anual de 20,9 °C e pluviosidade média anual de 1.253 mm, representado por Cwa (Nogueira, Ferreira & Tonello, 2020 *apud* CEPAGRI, 2014), entretanto, conforme Climate Data (2023), o clima para o município de Campina do Monte Alegre, que fica próximo à UFSCar em torno de 5 km, é quente e temperado, com pluviosidade significativa ao longo do ano, sendo o mês de agosto o mais seco, com média de 39 mm. De acordo com a classificação de Köppen e Geiger, o clima é classificado como Cfa, com temperatura média anual de 20,2 °C, e com média anual de pluviosidade de 1324 mm. Os dados de temperatura e precipitação, durante o período de condução do experimento, são apresentados na Gráfico 1, adaptados de Climate Data (2023).

GRÁFICO 1 - Dados médios diários de Campina do Monte Alegre – SP, de temperatura máxima, média e mínima, em °C e total diário de precipitação (mm), durante o período da cultura do milho.



Fonte: Adaptado de Climate Data (2023).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizado com cinco repetições, sendo cinco doses de N: 30; 60; 90, 120 e 150 kg N ha⁻¹, com um cultivar em cada experimento, diferentes condições ambientais de solo (Tabela 2) e disponibilidade de irrigação nos experimentos 1 e 2, conforme Tabela 1. Foram coletados e avaliados os seguintes dados médios por planta: Massa da Espiga Com Palha –MECP (g); Massa dos Grãos por Planta – MGP (g); Comprimento de Espiga – CE (cm) e; Diâmetro de Espiga – DE (mm).

De acordo com o mapeamento pedológico da Embrapa Solos (De Oliveira, 1999), o solo é classificado como Latossolo Vermelho (LV39), Distrófico, A moderado, textura argilosa e relevo plano a suavemente ondulado, logo, conforme avaliação técnica, as áreas experimentais apresentavam solo Latossolo Vermelho, A moderado, textura argilosa, em relevo plano (Experimentos 1 e 2) e plano a suavemente ondulado nos experimentos 3 e 4, sendo possível avaliar e comparar a fertilidade do solo dos ambientes através das características químicas, apresentadas na Tabela 2.

TABELA 2 - Características químicas dos solos coletados na camada 0-20 cm de profundidade, dos experimentos 1 e 2 (Pivô Central), e 3 e 4 (Sequeiro).

	pH	P	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	SB	Al ⁺⁺⁺	Al ^{++H⁺}	CTC	Sat. Bases	Sat. Al	M.O.	S (SO ₄)
Local	CaCl ₂	mg/dm ³	← mmol _e /dm ³ TFSA →							V%	m%	g dm ⁻³	mg/dm ³
Pivô	4,9	72	4,9	34,0	13,0	51,9	0,0	42,0	93,9	55	0,0	27,0	N.A.*
Seq.	4,8	3	0,6	19,0	5,0	24,6	0,9	45,0	69,6	35	3,5	22,0	10,4

*N.A. = Não Analisado. Fonte: Dados cedidos pela FELS - Fazenda Escola Lagoa do Sino.

As parcelas foram compostas por 4 linhas de 5m, espaçadas em 0,5m (total de 10m² por parcela), distanciadas em um metro entre blocos e considerando-se como área útil para coleta de materiais, as duas linhas centrais. Os experimentos 1 e 2, assim como os experimentos 3 e 4, ficaram dispostos paralelamente.

A implantação dos experimentos foi realizada no dia 21 de novembro de 2022, em sistema de plantio direto, com Trator de 180 cv, equipado com semeadora de disco com 10 linhas.

Na adubação de base, utilizou-se o adubo NPK granulado de fórmula 20:10:10 na dose de 300 kg ha⁻¹, incorporado em filete contínuo simultaneamente com a semeadura. A aplicação das doses de nitrogênio em cobertura foi com o fertilizante Ureia (45% N), distribuído manualmente, a lanço, 23 dias após a semeadura, em duas entrelinhas de cada tratamento,

alternadamente. As doses de nitrogênio utilizadas em cada experimento foram: 30, 60, 90, 120 e, 150 kg ha⁻¹.

De acordo com o computador de bordo da máquina, obteve-se 3,3 sementes/m linear, e após avaliação de sobrevivência, foi observado 3 plantas/metro linear, resultando em aproximadamente 60.000 plantas/ha.

Foi realizada nas áreas dos testes, uma dessecação em área total, pré plantio. Em função do nível de infestação de plantas invasoras nos experimentos 1 e 2, foi necessária uma segunda aplicação 24 dias após a semeadura (15/12/2022).

A colheita dos 4 experimentos foi realizada manualmente aos 140 dias após a semeadura. Foram colhidas, aleatoriamente, 10 plantas em cada parcela, preferencialmente nas duas linhas centrais. As espigas das 10 plantas foram coletadas e armazenadas em sacos. Os sacos foram numerados de 1 a 50 e, colocados sequencialmente entre as segundas e terceiras linhas de semeadura (as duas linhas centrais) dos exp. 1 e 2, de tal forma que os experimentos foram coletados simultaneamente. Após a colheita dos experimentos 1 e 2, todo o material foi transportado para o Laboratório de Produção Vegetal, para pesagens e medições.

O mesmo modelo foi adotado para a colheita, transporte, pesagens e medições dos experimentos 3 e 4.

Foram coletados e avaliados os seguintes atributos por parcela: Massa da Espiga Com Palha por planta – MECP (g); Massa dos Grãos por Planta – MGP (g); Comprimento médio de Espiga – CE (cm) sem palha e; Diâmetro médio de Espiga – DE (mm) sem palha. Foi determinada a umidade (U%) dos grãos no momento da colheita, de tal forma que os valores de MECP (g) e MGP (g) de todos os experimentos, foram corrigidos para 13%. O comprimento e diâmetro das espigas sem palha, foram medidos com uma fita métrica em aço, com numeração contínua e graduação em milímetros/polegadas. Para o peso das espigas com palha, sem palha e dos grãos (após debulhados), foi utilizado balança digital de precisão (precisão de 1g).

Os dados obtidos, foram submetidos à análise de variância, as médias comparadas através do teste de Tukey ao nível de 5% probabilidade e, análise de regressão linear. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software Sisvar 5.8 e planilhas eletrônicas.

Para a análise da melhor dose de N para a obtenção da maior produtividade nos cultivares de milho, foram considerados os incrementos de produtividade em relação à dose de 30 kg de N ha⁻¹.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores apresentados de Massa da Espiga com Palha – MECP (g) e de Massa dos Grãos por Planta – MGP (g), estão com fator de correção da umidade da colheita para 13%.

Houve diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% apenas nos dados da Massa da Espiga Com Palha (MECP), no Experimento 1 (Tabela 3). Todos os outros dados avaliados, dos quatro experimentos, não apresentaram diferenças significativas.

Considerando a avaliação dos dados que não apresentaram diferença significativa, os coeficientes de variação (CV) que apresentaram valores em torno de 10% (Tabelas 3 a 6), que 88% dos valores de R^2 expressaram valores considerados Moderados a Fracos (Tabela 7), e que de modo geral, produtores de milho utilizam adubação variando de 60 a 120 kg N ha⁻¹ (Oliveira, 2022; Coelho, 2006; Fernandes *et al.*, 2005; Yamada e Abdalla, 2000; entre vários outros), pode-se dizer que a dose de nitrogênio utilizada na adubação de base, em alguns casos, tenha sido parcialmente suficiente para garantir os valores alcançados.

Mesmo com a grande diferença dos teores nutricionais do solo entre os ambientes, provavelmente em função das condições climáticas, especialmente a distribuição e intensidade das chuvas, Gráfico 1, juntamente com a adubação de 60 kg N ha⁻¹ fornecida na base, tenham interferido nos resultados obtidos, de modo a apresentar o baixo ajuste ao modelo linear na maioria das características estudadas para os diferentes cultivares dos experimentos, conforme pode ser visualizado nos Gráficos 2 a 5 e, corroborando com Yamada e Abdalla (2000).

TABELA 3 - Resultados dos dados médios de Massa da Espiga com Palha por planta (MECP), Massa dos Grãos por Planta (MGP), Comprimento da Espiga (CE) e Diâmetro da Espiga (DE), em função das doses de nitrogênio (kg ha^{-1}) para o Experimento 1, com o cultivar Variedade Comercial em condição ambiental sob irrigação.

DOSES (kg ha^{-1})	MECP** (g)	MGP** (g)	CE (cm)	DE (mm)
30	186	b	107	a
60	198	ab	112	a
90	200	ab	111	a
120	221	a	123	a
150	211	ab	112	a
média	203		113	18
teste F	*	ns	ns	ns
CV%	7,8	9,9	10,1	6,9
R ²	0,7467	0,3441	0,1636	0,0399

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); *: significativo ($p \leq 0,05$); ns: não significativo; ** Umidade corrigida para 13%; CV%: Coeficiente de Variação; R²: Coeficiente de Determinação da Regressão Linear. Fonte: o próprio autor.

TABELA 4 - Resultados dos dados médios de Massa da Espiga com Palha por planta (MECP), Massa dos Grãos por Planta (MGP), Comprimento da Espiga (CE) e Diâmetro da Espiga (DE), em função das doses de nitrogênio (kg ha^{-1}) para o Experimento 2, com o cultivar Híbrido Comercial em condição ambiental sob irrigação.

DOSES (kg ha^{-1})	MECP** (g)	MGP** (g)	CE (cm)	DE (mm)
30	206	a	126	a
60	218	a	132	a
90	212	a	128	a
120	203	a	122	a
150	226	a	136	a
média	213		129	17
teste F	ns	ns	ns	ns
CV%	12,1	13,1	6,4	5,4
R ²	0,1620	0,0845	0,5458	0,5041

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); *: significativo ($p \leq 0,05$); ns: não significativo; ** Umidade corrigida para 13%; CV%: Coeficiente de Variação; R²: Coeficiente de Determinação da Regressão Linear. Fonte: o próprio autor.

Nos experimentos 1 e 3 (Variedade), Tabelas 3 e 5, após a retirada da palha para as medições das espigas, notou-se maior heterogeneidade na formação das espigas. Foi observado variações no comprimento da espiga (CE), variações no diâmetro (DE), que podem ser confirmadas através dos Coeficientes de Variação (CV% - Tabelas 3 e 5).

TABELA 5 - Resultados dos dados médios de Massa da Espiga com Palha por planta (MECP), Massa dos Grãos por Planta (MGP), Comprimento da Espiga (CE) e Diâmetro da Espiga (DE), em função das doses de nitrogênio (kg ha^{-1}) para o Experimento 3, com o cultivar Variedade Comercial em condição ambiental, sequeiro.

DOSES (kg ha^{-1})	MECP** (g)	MGP** (g)	CE (cm)	DE (mm)
30	201	a	115	a
60	191	a	109	a
90	196	a	111	a
120	203	a	113	a
150	221	a	125	a
média	202		115	50
teste F	ns	ns	ns	ns
CV%	10,1	10,9	9,0	6,2
R^2	0,5160	0,3601	0,6175	0,9413

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); *: significativo ($p \leq 0,05$); ns: não significativo; ** Umidade corrigida para 13%; CV%: Coeficiente de Variação; R^2 : Coeficiente de Determinação da Regressão Linear. Fonte: o próprio autor.

TABELA 6 - Resultados dos dados médios de Massa da Espiga com Palha por planta (MECP), Massa dos Grãos por Planta (MGP), Comprimento da Espiga (CE) e Diâmetro da Espiga (DE), em função das doses de nitrogênio (kg ha^{-1}) para o Experimento 4, com o cultivar Híbrido Comercial em condição ambiental, sequeiro.

DOSES (kg ha^{-1})	MECP** (g)	MGP** (g)	CE (cm)	DE (mm)
30	221 a	137 a	18 a	56 a
60	222 a	132 a	17 a	55 a
90	237 a	143 a	18 a	54 a
120	243 a	145 a	18 a	58 a
150	236 a	146 a	18 a	54 a
média	232	141	18	56
teste F	ns	ns	ns	ns
CV%	8,8	8,1	7,5	4,5
R ²	0,6713	0,6611	0,5814	0,0165

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); *: significativo ($p \leq 0,05$); ns: não significativo; ** Umidade corrigida para 13%; CV%: Coeficiente de Variação; R²: Coeficiente de Determinação da Regressão Linear. Fonte: o próprio autor.

TABELA 7 – Valores dos Coeficientes de Determinação (R²) na regressão linear.

EXP.	MECP(g)	MGP (g)	CE (cm)	DE (mm)
EXP1-Var	0,75	0,34	0,16	0,04
EXP2-Hibr	0,16	0,08	0,55	0,50
EXP3-Var	0,52	0,36	0,62	0,94
EXP4-Hibr	0,67	0,66	0,58	0,02
Média	0,52	0,36	0,48	0,38

Massa da Espiga com Palha (MECP), Massa dos Grãos por Planta (MGP), Comprimento da Espiga (CE) e Diâmetro da Espiga (DE). Fonte: o próprio autor.

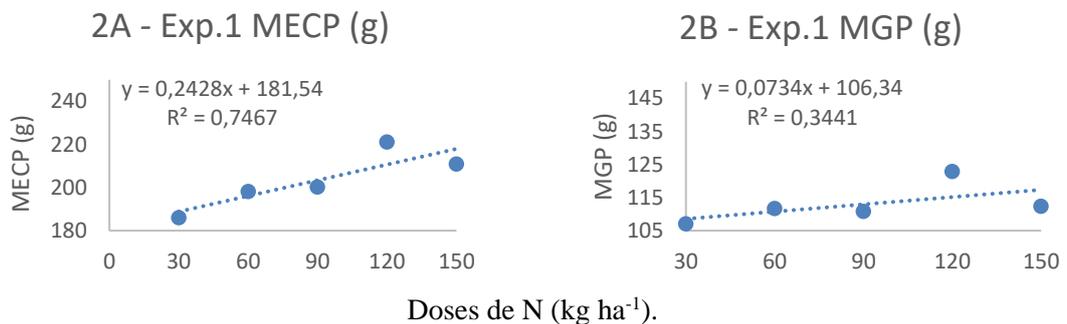
Observação: Considerando que os valores dos Coeficientes de Determinação (R²) que estão próximos de 1 indicam uma forte relação entre as variáveis, foi adotado na discussão para avaliação dos resultados da Tabela 7 que: onde R² estiver maior ou igual 0,70 foi considerado **FORTE** relação entre as variáveis; entre 0,69 e 0,50 **MODERADA**; e menor que 0,50 **FRACA** relação.

Para os resultados de R² encontrados nos Gráficos 2 a 5 e, apresentados na Tabela 7, apenas MECP no experimento 1 e DE no experimento 3 apresentaram valores considerados

nesta pesquisa com Forte relação entre as variáveis, equivalente a 12% dos resultados, e o restante considerou-se Moderado (44%) a Fraco (44%).

Nos dados avaliados dos cultivares variedade e híbrido das Tabelas 3 a 6, com exceção da MECP no experimento 1 (Tabela 3), não se observou diferença significativa entre os atributos utilizados, porém, é possível dizer que o incremento das doses, em praticamente todos os atributos (exceção para o Gráfico 5D – cultivar híbrido), apresentou acréscimo linear muito baixo, apesar do R^2 moderado a fraco, Tabela 7. Como exemplos, a média da equação das linhas de tendência (Gráficos 2A e 4A) para a MECP dos experimentos 1 e 3, foi de 0,21 g para cada kg ha^{-1} de nitrogênio acrescentado no cultivar variedade e de 0,13 g para cada kg de N ha^{-1} acrescentado no cultivar híbrido (Gráficos 3A e 5A). Na MGP dos experimentos da variedade (Gráficos 2B e 4B), a média foi de 0,08 g para cada kg de N ha^{-1} , e no híbrido (Gráficos 3B e 5B) 0,07 g para cada kg de N ha^{-1} . Apesar dos valores de MECP na variedade apresentar maior diferença (161%) em relação ao híbrido, na MGP foi ligeiramente superior (114%). Considerando 60.000 plantas por hectare, ocorreu um acréscimo médio na produtividade de 5,28 kg para cada kg de N ha^{-1} nos experimentos do cultivar variedade, e nos experimentos do cultivar híbrido, média de 4,62 kg para cada kg de N ha^{-1} .

GRÁFICO 2 - Regressão linear dos dados de: 2A - Massa da Espiga com Palha (MECP), 2B - Massa dos Grãos por Planta (MGP), 2C - Comprimento da Espiga (CE) e 2D - Diâmetro da Espiga (DE), em função das doses de N (kg ha^{-1}) para o Experimento 1, cultivar Variedade Comercial.



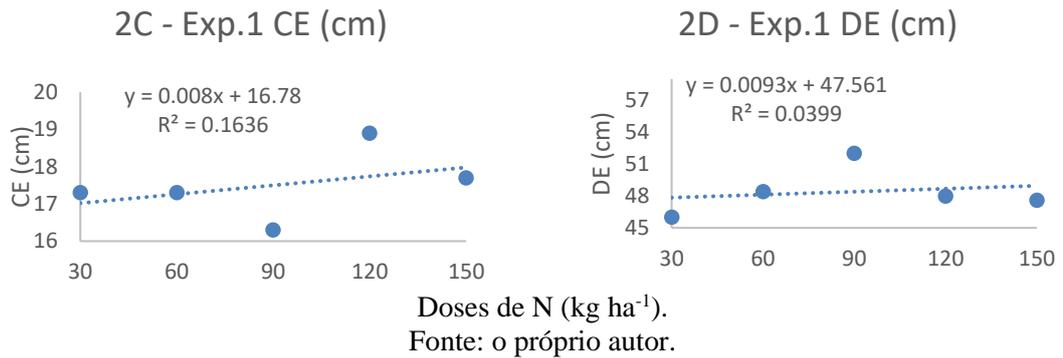


GRÁFICO 3 - Regressão linear dos dados de: 3A - Massa da Espiga com Palha (MECP), 3B - Massa dos Grãos por Planta (MGP), 3C - Comprimento da Espiga (CE) e 3D - Diâmetro da Espiga (DE), em função das doses de N (kg ha^{-1}) para o Experimento 2, cultivar Híbrido Comercial.

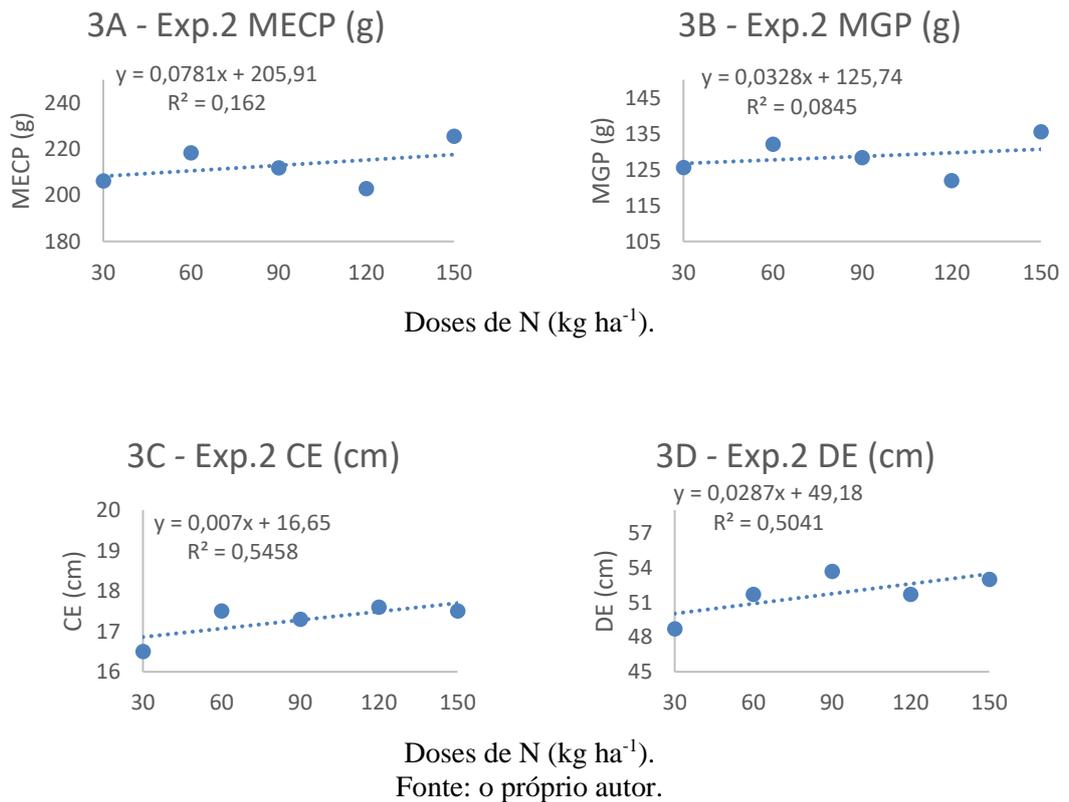


GRÁFICO 4 - Regressão linear dos dados de: 4A - Massa da Espiga com Palha (MECP), 4B - Massa dos Grãos por Planta (MGP), 4C - Comprimento da Espiga (CE) e 4D - Diâmetro da Espiga (DE), em função das doses de N (kg ha^{-1}) para o Experimento 3, cultivar Variedade Comercial.

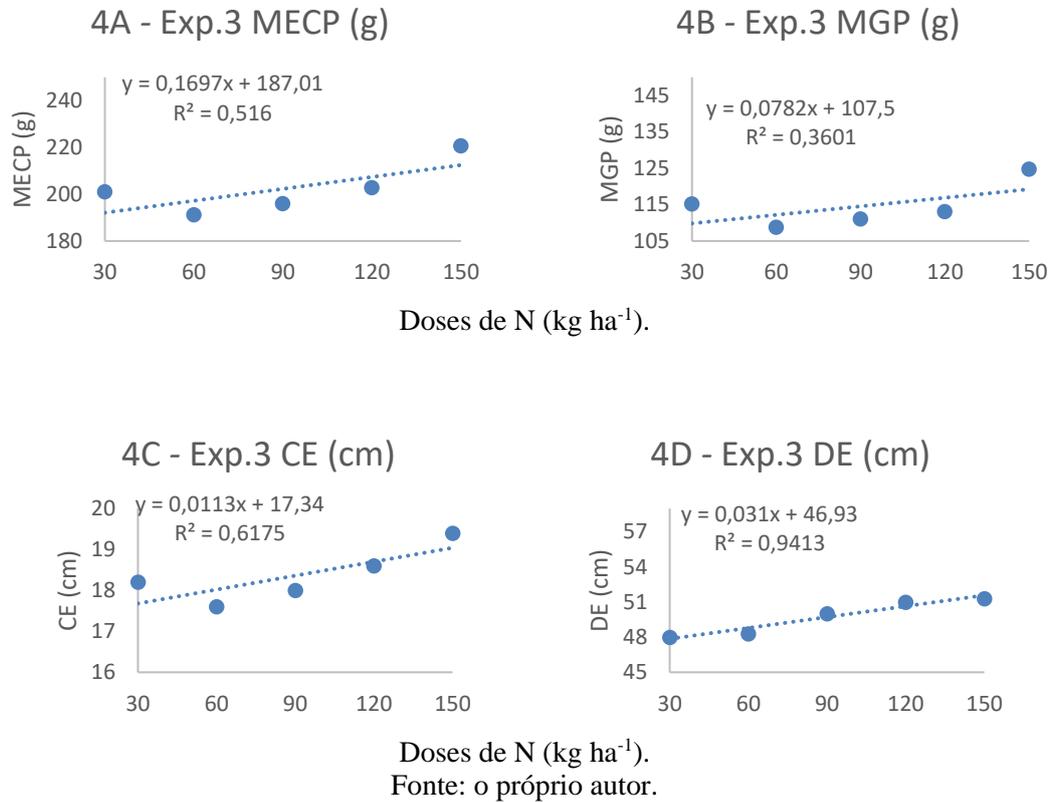
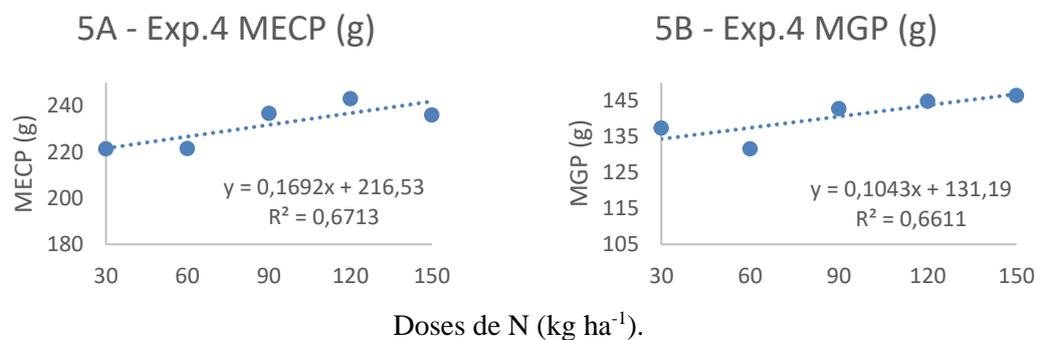
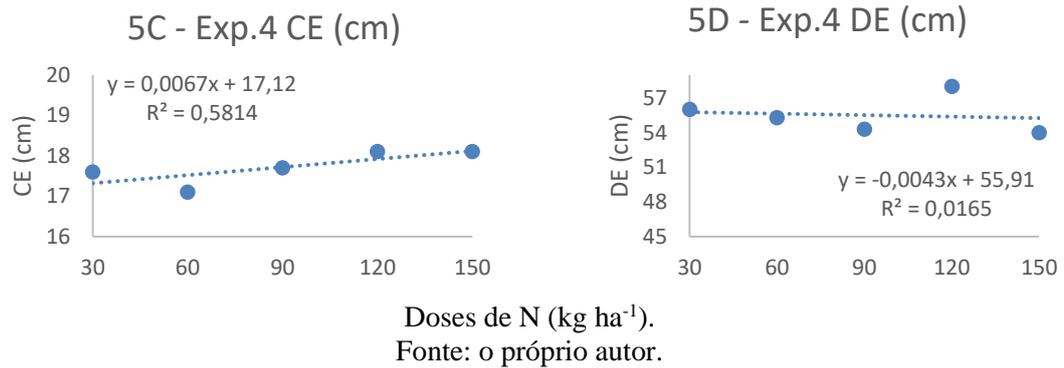


GRÁFICO 5 – Regressão linear dos dados de: 5A - Massa da Espiga com Palha (MECP), 5B - Massa dos Grãos por Planta (MGP), 5C - Comprimento da Espiga (CE) e 5D - Diâmetro da Espiga (DE), em função das doses de N (kg ha^{-1}) para o Experimento 4, cultivar Híbrido Comercial.





Através das variações dos resultados observadas nos gráficos de tendência das áreas experimentais, do coeficiente de determinação (R^2), Tabela 7, e de acordo com a regressão linear dos gráficos 2 a 5, concluiu-se que as diferentes doses da adubação nitrogenada em cobertura proporcionou, na maioria dos experimentos, pouco acréscimo de produtividade e reduzido ajuste linear na maioria dos atributos estudados nas combinações dos ambientes com cultivares.

Considerando que a maior exigência do milho refere-se, especialmente, a nitrogênio e potássio, seguidos do cálcio, magnésio e fósforo, aumentando linearmente conforme aumenta a produtividade (Coelho, 2006), avaliando os resultados de fertilidade do solo dos ambientes dos experimentos (Tabela 2), apesar dos valores de pH estarem muito próximos, nota-se que os resultados de P, K, Ca, Mg, saturação de bases (V%) indicam uma grande diferença entre os ambientes, em especial os valores de potássio, com 0,6 (exp. 1 e 2) e 4,9 mmol_c/dm³ nos experimentos 3 e 4, contudo, os atributos avaliados nos diferentes experimentos, não apresentaram diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, com exceção da MECP no experimento 1, Tabela 3.

Da Costa (2017), avaliando doses com adubação nitrogenada em cobertura, encontrou altos rendimentos de grãos do cultivar variedade em comparação com o híbrido no Cariri cearense, e sugere avaliar híbridos e cultivares que mais se adaptam aos ambientes desfavoráveis, consistindo em alternativa de produção para pequenos e médios produtores rurais em regime de sequeiro. Oliveira (2023) complementa, mencionando que os híbridos simples, duplos e triplos apresentam vantagens e desvantagens de seu uso, e as informações técnicas e suas exigências (solo, clima e nutricionais) são importantes para definir qual híbrido utilizar e qual nível tecnológico a ser adotado para que expresse seu potencial, e que, em alguns casos, um cultivar variedade é melhor que o híbrido por ser mais rústica e suportar condições adversas. O cultivar variedade também é melhor para pequenos produtores que “salvam sementes” e guardam para a próxima safra e que para produtores com alto nível tecnológico, o

cultivar de milho híbrido é o mais indicado (Oliveira, 2023), ou, pode ter melhor resultado devido ao maior investimento empregado.

5.4 CONCLUSÕES

Foi possível concluir que as diferentes doses da adubação nitrogenada empregadas em cobertura proporcionaram pouco ajuste na regressão linear, na maioria dos experimentos, para a maioria dos atributos de produtividade e de seus componentes.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA A DIFUSÃO DE ADUBOS. **Principais indicadores do setor de fertilizantes**. Dados 2023. ANDA. Disponível em: [Pesquisa Setorial - ANDA](#). Consulta em 24/10/2023.

CANTARELLA, Heitor; QUAGGIO, José Antônio; MATTOS Jr., Dirceu; BOARETTO, Rodrigo Marcelli; & VAN RAIJ, Bernardo. Boletim 100: **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo (B-100)**. Instituto Agrônomo (IAC), Campinas (SP). 2022.

Climate Data. **Clima Campina do Monte Alegre**. Disponível em: https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/sao-paulo/campina-do-monte-alegre-287141/#google_vignette. Consulta em agosto de 2023.

COELHO, Antônio Marcos. **Nutrição e Adubação do Milho**. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA 2006 (Circular Técnica, 78).

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília, DF**: CONAB v. 10, safra 2022/23, n. 12 décimo segundo levantamento, setembro 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em 02/10/2023.

CRUZ, Simério C.S; PEREIRA, Francisco R.D.S.; SANTOS, José R.; DE ALBUQUERQUE, Abel W.; & PEREIRA, Rodrigo G. (2008). **Adubação nitrogenada para o milho cultivado em sistema de plantio direto, no Estado de Alagoas**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 12, 62-68.

DA COSTA, Maria N. F., *et al.* **Desempenho e produtividade do milho em função do cultivar e da adubação de cobertura em regime de sequeiro no Cariri-CE**. *Revista Cultura Agrônoma*, 2017, 26.3: 310-319.

DE CARVALHO, Rafael Peloso; VON PINHO, RENZO G.; & DAVIDE, LIVIA M. C. **Desempenho de cultivares de milho quanto à eficiência de utilização de nitrogênio.** *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 2011, 10.2: 108-120.

DE OLIVEIRA, João B., CAMARGO, Marcelo N., ROSSI, MÁRCIO, & CALDERANO FILHO, Braz. (1999). **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida.** Campinas: Instituto Agrônomico; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.

DE QUEIROZ, André M.; DE SOUZA, Carlos H. E.; MACHADO, Vanessa J.; LANA, Regina M. Q.; KORNDORFER, Gaspar H.; & SILVA, Adriane. D. A. (2011). **Avaliação de diferentes fontes e doses de nitrogênio na adubação da cultura do milho (Zea mays L.).** *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 10(3), 257-266.

FERNANDES, FLÁVIA C. S.; SALATIÉR, BUZETTI; ORIVALDO, ARF; & ANDRADE, JOÃO A. D. C. **Doses, eficiência e uso de nitrogênio por seis cultivares de milho.** *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 2005, 4.02.

FERNANDES, Mariana C. S., PALHARES, Dayana D. F., VIEIRA, LUIZ G. M., & MALAGONI, Ricardo A. **Avaliação do consumo, produção, mercado mundial e impactos ambientais na indústria de fertilizantes nitrogenados.** XL Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados. 2022. Uberlândia/MG.

ISHERWOOD, K. F. **O Uso de Fertilizantes Minerais e o Meio Ambiente**, publicado pela International Fertilizer Industry Association (IFA)–original/United Nations Environment Programme–edição revisada-(UNEP), França. Edição em português pela Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA), 2000.

KREUZ, Carlos L.; LANZER, Edgar A.; & PARIS, Quirino. **Funções de produção Von Liebig com rendimentos decrescentes.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 1995, 30.1: 95-106.

MEIRA, Flávia D. A. **Fontes e modos de aplicação do nitrogênio na cultura do milho.** 2006.

NOGUEIRA, Felipe; FERREIRA, Marcos P.; & TONELLO, Kelly C. **Caracterização morfológica e uso e cobertura do solo de uma microbacia no município de Buri, SP.** *Revista Hipótese*, 2020, 56-68.

OLIVEIRA, Carina. **Tudo que você precisa saber para escolher o milho híbrido correto.** *Blog Aegro* 18 mai 2023. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/milho-hibrido/>.

PIZOLATO NETO, Antônio; CAMARGOS, Ayza E. V.; VALERIANO, Taynara B.; SGOBI, Murilo A., & DE SANTANA, Márcio J. (2016). **Doses de nitrogênio para cultivares de milho irrigado.** *Nucleus*, 13(1), 87-96.

SANTOS, Luiz P. D., AQUINO, Leonardo A., NUNES, Pedro H. M. P., & XAVIER, Felipe O. (2013). **Doses de nitrogênio na cultura do milho para altas produtividades de grãos.** *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 12(3), 270-279.

YAMADA, Tsuioshi & ABDALLA, Silvia R. S. **Como melhorar a eficiência da adubação nitrogenada do milho?** POTAFOS – Associação Brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato. Informações Agronômicas nº 91, setembro de 2000.