

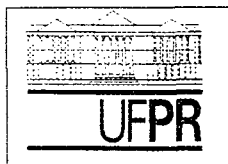
DENISE HEIMBECKER BRUGINSKI

**NITROGÊNIO EM COBERTURA NO CULTIVO
DE GIRASSOL EM SISTEMA DE PLANTIO
DIRETO NA PALHA**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre. Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração - Produção Vegetal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

CURITIBA

1999



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E FITOSSANITARISMO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
PRODUÇÃO VEGETAL

PARECER

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de MESTRADO, apresentada pela candidata **DENISE HEIMBECKER BRUGINSKI**, sob o título "**Nitrogênio em Cobertura no Cultivo de Girassol em Sistema de Plantio Direto na Palha**", para obtenção do grau de Mestre em Ciências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Após haver analisado o referido trabalho e argüido a candidata são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação.

Curitiba, 15 de dezembro de 1999.

Professor Dr. Jeferson Zagonel
Primeiro Examinador

Professor Dr. Pedro Ronzelli Júnior
Segundo Examinador

Professor MSc. Henrique Soares Koehler
Terceiro Examinador

Professor Dr. Edelclaiton Daros
Quarto Examinador

Professor Dr. Amir Pissaia
Presidente da Banca e Orientador

Ao meu noivo Ruy

Aos meus pais Ednir e Teresio

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao comitê de orientação, pelo auxílio.

Ao Sr. Manoel Henrique Pereira, proprietário da Fazenda Agripastos, por permitir, incentivar e promover financeiramente a execução do experimento.

Ao meu cunhado Pedro, minha irmã Claudia e meu sobrinho Rafael por me acolherem em sua casa e me apoiarem durante o tempo de mestrado.

Às amigas Maria Emília, Marisa, Fabiana e Célia pela ajuda incondicional durante as avaliações de campo.

Aos meus irmãos Telmo e Tiago pelo companheirismo nas horas de trabalho e pelo apoio nas horas de desânimo.

Aos professores, colegas e amigos que souberam ser irmãos nos momentos de cansaço e incerteza.

E, acima de tudo, a Deus, por ter-me dado a vida e por ter-me ensinado a sobreviver diante das dificuldades, proporcionando o convívio com criaturas maravilhosas.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| LISTA DE TABELAS..... | v |
| RESUMO | vii |
| ABSTRACT | viii |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 4 |
| 2.1. O CULTIVO DO GIRASSOL | 4 |
| 2.2. O SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA | 7 |
| 2.3. O CULTIVO DE GIRASSOL EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA..... | 8 |
| 2.4. NITROGÊNIO EM GIRASSOL | 9 |
| 2.5. NITROGÊNIO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA..... | 12 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 17 |
| 3.1. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL..... | 17 |
| 3.1.1. CARACTERIZAÇÃO DO SOLO..... | 17 |
| 3.1.2. HISTÓRICO DA ÁREA EXPERIMENTAL..... | 18 |
| 3.1.3. CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA..... | 19 |
| 3.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA | 19 |
| 3.3. INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO..... | 21 |
| 3.4. TRATOS CULTURAIS | 24 |
| 3.5. AVALIAÇÕES | 24 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 28 |
| 4.1. RENDIMENTO DE GRÃOS, SEUS COMPONENTES, ÍNDICE DE COLHEITA APARENTE E TEOR DE ÓLEO NOS AQUÊNIOS | 30 |
| 4.2. VARIÁVEIS MORFOLÓGICAS | 35 |
| 4.3. PARTIÇÃO DE MATÉRIA SECA | 37 |
| 4.4. PLANTAS ACAMADAS, QUEBRADAS E COM SINTOMAS DE PODRIDÃO DO CAPÍTULO | 40 |
| 4.5. TEORES DE NUTRIENTES NAS FOLHAS..... | 41 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 46 |
| 5. CONCLUSÕES..... | 47 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 48 |
| ANEXOS..... | 56 |

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1 - Resultado da análise das características químicas do solo da área experimental, em camadas de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-40 cm, Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998 18
- TABELA 2 - Resultado da análise das características granulométricas do solo da área experimental em camadas de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-40 cm, Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998..... 18
- TABELA 3 - Estádios de desenvolvimento do girassol.....20
- TABELA 4 - Temperatura média e precipitação pluviométrica no período compreendido entre o dia 24 de setembro de 1998 e 18 de fevereiro de 1999, relacionadas com as fases de desenvolvimento do girassol.....28
- TABELA 5 - Médias obtidas para população, rendimento de grãos, seus componentes, índice de colheita aparente e teor de óleo nos aquênios de girassol em função de diferentes doses de nitrogênio em cobertura, em sistema de plantio direto na palha. Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998/9931
- TABELA 6 - Variáveis morfológicas de girassol, na média de cinco plantas coletadas no estágio V₈, submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura, em sistema de plantio direto na palha. Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998/9935
- TABELA 7 - Variáveis morfológicas de girassol, na média de cinco plantas coletadas no estágio V₁₇, submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura, em sistema de plantio direto na palha. Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998/9936
- TABELA 8 - Variáveis morfológicas de girassol, na média de cinco plantas coletadas no estágio R₁, submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura, em sistema de plantio direto na palha. Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998/9936
- TABELA 9 - Variáveis morfológicas de girassol, na média de cinco plantas coletadas no estágio R_{5,5}, submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura, em sistema de plantio direto na palha. Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998/9937
- TABELA 10 - Variáveis morfológicas de girassol, na média de cinco plantas coletadas no estágio R₇, submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura, em sistema de plantio direto na palha. Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998/9937

| | |
|--|----|
| TABELA 11 -Partição de matéria seca de girassol, na média de cinco plantas coletadas no estágio V ₈ , submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura, em sistema de plantio direto na palha. Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998/99 | 38 |
| TABELA 12 -Partição de matéria seca de girassol, na média de cinco plantas coletadas no estágio V ₁₇ , submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura, em sistema de plantio direto na palha. Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998/99 | 38 |
| TABELA 13 -Partição de matéria seca de girassol, na média de cinco plantas coletadas no estágio R ₁ , submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura, em sistema de plantio direto na palha. Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998/99 | 39 |
| TABELA 14 -Partição de matéria seca de girassol, na média de cinco plantas coletadas no estágio R _{5,5} , submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura, em sistema de plantio direto na palha. Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998/99 | 39 |
| TABELA 15 -Partição de matéria seca de girassol, na média de cinco plantas coletadas no estágio R ₇ , submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura, em sistema de plantio direto na palha. Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998/99 | 40 |
| TABELA 16 -Percentual de plantas acamadas, quebradas e com sintomas de podridão do capítulo, avaliadas por ocasião da maturação de colheita do girassol, submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura, em sistema de plantio direto na palha. Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998/99 | 41 |
| TABELA 17 -Teor de nitrogênio nas folhas de girassol coletadas no estágio R ₄ , submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura, em sistema de plantio direto na palha. Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998/99 | 42 |
| TABELA 18 -Teores de macronutrientes nas folhas de girassol coletadas no estágio R ₄ , submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura, em sistema de plantio direto na palha. Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998/99 | 43 |
| TABELA 19 -Teores de micronutrientes nas folhas de girassol coletadas no estágio R ₄ , submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura, em sistema de plantio direto na palha. Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998/99 | 45 |

RESUMO

O presente trabalho, conduzido no ano agrícola de 1998/99, teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de nitrogênio em cobertura no cultivo do girassol (*Helianthus annuus* L.) em sistema de plantio direto na palha. O experimento foi conduzido na Fazenda Agripastos, em Palmeira, região dos Campos Gerais do Paraná, em um latossolo vermelho-amarelo, cultivado em sistema de plantio direto na palha desde 1976. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos testados foram: doses de nitrogênio (0, 25, 50, 75, 100 e 125 kg.ha⁻¹), na forma de uréia, aplicados em cobertura quando as plantas encontravam-se no estágio V₈. A variedade M734 foi semeada em setembro de 1998. Para as avaliações, foram amostradas cinco plantas por unidade experimental nos estádios V₈, V₁₇, R₁, R_{5.5} e R₇, analisando as variáveis: número total de folhas, altura da planta, diâmetro do caule, área foliar, índice de área foliar, diâmetro do capítulo e partição de matéria seca. Por ocasião da colheita, foram avaliados: rendimento de grãos, índice de colheita aparente, massa média de 1000 aquênios, número de aquênios por capítulo, teor de óleo nos aquênios, número de plantas acamadas, quebradas e com sintomas de podridão do capítulo. Complementarmente, foi realizada análise foliar para obtenção dos teores de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu e Zn. A adubação nitrogenada em cobertura, nas condições do experimento, não alterou o rendimento de grãos, seus componentes, o teor de óleo nos aquênios, a partição de matéria seca e as características morfológicas do girassol. Não foi comprovado aumento no percentual de plantas acamadas, quebradas ou com sintomas de podridão do capítulo, mesmo na aplicação das maiores doses de nitrogênio. O N aplicado em cobertura no cultivo de girassol sob sistema de plantio direto na palha alterou o teor de N nas folhas, mas não alterou os teores de P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu e Zn.

Palavras-chave: nitrogênio, girassol, sistema de plantio direto na palha.

Título: Nitrogênio em cobertura no cultivo de girassol em sistema de plantio direto na palha.

ABSTRACT

The present work, carried-out in the agricultural year of 1998/99, had as an objective to evaluate the effect of different levels of nitrogen in covering in the sunflower cultivation (*Helianthus annuus* L.) in no-tillage system. The experiment was driven in *Fazenda Agripastos*, in *Palmeira*, in the region of *Campos Gerais* in *Paraná*, in a red-yellow latossol, cultivated in no-tillage system since 1976. The experimental treatment used was the occasional blocks with four repetitions. The tested treatments were: doses of nitrogen (0, 25, 50, 75, 100 and 125 kg.ha⁻¹), in the urea form, applied in covering when the plants were met in the V₈ stage. The variety M734 was sowed in September, 1998. For the evaluations five plants were sampled in an experimental unit in V₈, V₁₇, R₁, R_{5.5} and R₇ stages, to analyse the variables: total number of leaves, height of the plant, diameter of the stem, area to foliate, foliate area index, diameter of the capitulum and matter partition drought. During the crop some aspects were praised such as: grain yield, index of apparent crop, medium mass of 1000 achene, achene number per capitulum, oil content in the achenes, number of bedridden plants, broken plants and plants with symptoms of rottenness of the capitulum (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary). It was accomplished some foliate analysis to obtain the contents of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu and Zn. The nitrogen fertilization in covering, in the conditions of the experiment, didn't present any increase in the grains, and any changing in its components, the achene oil content, the partition of dry matter and the morphologic characteristics of the sunflower. It was not proven the increase in the bedridden plants percentile, broken plants or with symptoms of rottenness of the chapter, even in the application of the largest doses of nitrogen. The N in covering in the sunflower cultivation under no-tillage system altered the contents of nitrogen in the leaves, but they didn't alter the contents of P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu and Zn.

Key word: nitrogen, sunflower, no-tillage system.

Title: Nitrogen in covering in the sunflower cultivation in no-tillage system.

1. INTRODUÇÃO

O girassol é utilizado na alimentação humana e animal, mas também apresenta aptidão ornamental e propriedades medicinais.

O grande atrativo da cultura é a possibilidade de produção de óleo de excelente qualidade, principalmente pela presença de significativa quantidade de ácido linoléico, essencial para o organismo humano, sendo considerado como um dos óleos vegetais de melhor qualidade nutricional e organoléptica do mundo.

Atualmente, o girassol é cultivado com o objetivo principal de obtenção de óleo, sendo importante não só pelo alto teor de óleo existente nos aquênios mas, principalmente, pelo alto índice de iodo, pela alta relação de ácidos graxos polinsaturados/saturados e pelo alto conteúdo de ácido linoléico. Os ácidos graxos linoléico e linolênico são chamados de ácidos graxos essenciais por cumprirem muitas ações específicas ao organismo animal (12).

O organismo humano não pode sintetizar ácido graxo linoléico, seu suprimento deve ser mantido por meio da alimentação. Esse ácido encontra-se no óleo vegetal, em quantidades variáveis, e no óleo de girassol está presente em grandes quantidades quando comparado com outros óleos comestíveis (54).

A atuação dos ácidos graxos essenciais e seus derivados no organismo humano, está sendo estudada e já foi comprovada sua ação na prevenção de doenças cardiovasculares, elevando os níveis das lipoproteínas que transportam o colesterol até os locais de excreção do organismo (54).

A demanda brasileira pelo óleo de girassol tem apresentado incremento de 13% ao ano. Apesar da expansão do cultivo, a quantidade de óleo de girassol produzida no Brasil ainda é insuficiente, tornando o país dependente da importação, que em 1997 foi de 62,8 mil toneladas (42).

O sistema de plantio direto na palha vem demonstrando seus benefícios nas regiões produtoras de grãos do Paraná desde 1972. É uma prática imprescindível para conservação dos solos expostos ao cultivo intensivo nas condições edafoclimáticas do sul do Brasil (16, 55).

As espécies de grande expressão econômica têm sido objeto principal de pesquisas relacionadas com o sistema de plantio direto na palha, havendo necessidade de estudos que envolvam espécies menos exploradas, mas, que representem alternativas para rotação de culturas, como é o caso do girassol.

O sistema de plantio direto na palha proporciona uma série de alterações nas características físicas, químicas e biológicas do solo após alguns anos de cultivo, modificando a necessidade de tratamentos culturais, quando comparados com o sistema convencional (55).

A dinâmica do nitrogênio em um solo sob plantio direto na palha depende da decomposição da matéria orgânica e envolve os processos de mineralização, imobilização e perdas por lixiviação e denitrificação, que com o passar do tempo determinam, devido ao equilíbrio atingido, a sua disponibilidade para as plantas (13, 29, 67).

As doses de nitrogênio atualmente aplicadas em cobertura, no cultivo do girassol em sistema de plantio direto na palha, seguem a recomendação feita para plantio convencional, mas a possibilidade de alteração nesta recomendação pode diminuir o custo total de produção.

Com a finalidade de comprovação formulou-se a hipótese: se a disponibilidade de nitrogênio para as plantas é alterada devido à manutenção da palhada na superfície de um solo, em sistema de plantio direto na palha, então diferentes doses de nitrogênio aplicadas em cobertura neste sistema de cultivo, não tem efeito sobre o rendimento de grãos e seus componentes, o índice de colheita aparente, o teor de óleo nos aquênios, a morfologia da planta, a partição de matéria seca, e o teor de óleo nos aquênios.

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses de nitrogênio em cobertura no cultivo de girassol em sistema de plantio direto na palha. Os objetivos específicos foram: mensurar as diferenças ocorridas no rendimento de grãos e seus componentes, no índice de colheita aparente, na morfologia da planta, na partição de matéria seca, no teor de óleo nos aquênios e no percentual de plantas acamadas, quebradas e com sintomas de podridão do capítulo (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O CULTIVO DO GIRASSOL

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma dicotiledônea anual da família Compositae, originária do continente Norte Americano, tendo sido levado para Europa pelos colonizadores espanhóis e portugueses onde passou a ser cultivado inicialmente, como planta ornamental. Foi introduzido no Brasil pelos imigrantes europeus devido ao hábito do consumo de suas sementes torradas (9, 12, 74).

É cultivado em todos os continentes em área que atinge aproximadamente 18 milhões de hectares, destacando-se como a quarta oleaginosa em produção de grãos e a quinta em área cultivada no mundo (9, 12).

No sul do Brasil, as primeiras pesquisas envolvendo o cultivo do girassol foram realizadas a partir de 1952 e quase abandonadas durante mais de 20 anos, pela alta susceptibilidade à ferrugem e baixo teor de óleo nos aquênios dos genótipos disponíveis. Com o surgimento de novas variedades resistentes a doenças e com altos teores de óleo, retornou o interesse pelo cultivo do girassol em 1977 e 1978 no Paraná e posteriormente no Rio Grande do Sul,

onde apresentou expansão da área de cultivo bastante significativa em 1988. Em 1996 a tentativa de expansão rápida do cultivo do girassol fracassou, devido à falta de critérios para recomendações regionalizadas, principalmente, no que diz respeito à época ideal de semeadura e aos problemas encontrados por ocasião da comercialização (8, 58).

Em 1997 foram semeados 22 mil hectares de girassol em todo Brasil, com produção estimada em 27, 5 mil toneladas (54).

O girassol pode ser incluído como cultivo alternativo dentro dos planos de rotação de culturas nas regiões produtoras de grãos do sul do país (12, 58), podendo fornecer matéria prima para indústria moageira, entre os meses de dezembro e março, período em que há ociosidade na capacidade de trabalho do parque industrial pelo fato de a soja ainda estar em desenvolvimento no campo (22).

O ciclo vegetativo do girassol varia entre 90 e 130 dias, dependendo da variedade, da data de semeadura e das condições ambientais (12).

O girassol é uma planta de desenvolvimento vigoroso capaz de tolerar períodos de estiagem devido ao sistema radicular, que atinge camadas mais profundas do solo. Quantidades entre 500 a 700 mm de água durante o ciclo do girassol resultam em rendimentos próximos ao máximo. A fase mais crítica ao déficit hídrico é o período compreendido entre 10 a 15 dias antes do início do florescimento e 10 a 15 dias após, sendo que solos com alta capacidade de armazenamento de água permitem à planta tolerar maiores períodos sem chuva (12, 54, 75).

Temperaturas altas prejudicam o desenvolvimento da planta, principalmente, em condições de baixa disponibilidade hídrica. A faixa de

temperatura entre 10 a 34° C é tolerada pelo girassol sem redução significativa da produção, indicando adaptação a regiões com dias quentes e noites frias. A temperatura ótima para o seu desenvolvimento está entre 27 e 28° C (12).

O cultivo do girassol é pouco influenciado pela latitude, altitude e fotoperíodo, permitindo obtenção de bons rendimentos, em condições variadas. Adapta-se a vários tipos de solo, mas desenvolve-se melhor em solos corrigidos, profundos, férteis, planos e bem drenados onde as raízes desenvolvem-se normalmente, permitindo a exploração de grande volume de solo. O girassol é bastante sensível ao alumínio, apresentando sintomas de toxidez quando cultivado em solos com pH menor que 5,2 (9, 12).

A competição com plantas daninhas é muito prejudicial para o cultivo do girassol. O período crítico de competição é nos primeiros 30 dias após a emergência, quando as plantas de girassol apresentam crescimento lento (12).

Diversos tipos de insetos e pássaros produzem diferentes danos ao girassol, dependendo das características edafoclimáticas da região de cultivo. O manejo integrado de pragas deve ser adotado, valorizando-se o monitoramento periódico e o controle químico deve ser evitado principalmente pela presença de abelhas responsáveis pela polinização (54).

O girassol é hospedeiro de mais de 35 microrganismos fitopatogênicos, a maioria fungos, que podem levar à redução qualitativa e quantitativa do produto (9). A época adequada de semeadura e a recomendação de cultivares regionalizadas devem ser respeitadas para evitar o favorecimento de infecções por patógenos nocivos ao girassol (12, 54, 75).

Para o Estado do Paraná recomenda-se a semeadura desde o início de agosto até a primeira quinzena de outubro, quando as condições climáticas

permitem o desenvolvimento do girassol e minimizam a incidência e a severidade de doenças (12, 30).

O rendimento do girassol é função de diversas características agronômicas como diâmetro do capítulo, número de aquênios por capítulo, massa e teor de óleo nos aquênios que, interagindo entre si e com o ambiente, possibilitam a expressão do potencial genético da variedade utilizada (59, 64).

O rendimento médio obtido de todos os genótipos indicados para ensaios da Rede Oficial de Avaliação de Genótipos de Girassol para os Estados do Rio Grande do Sul, de Santa Catarina e do Paraná nos anos de 1990 até 1997 foi de $1.899 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e o rendimento em todo o Brasil foi de $1.798 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (12, 54).

2.2. O SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA

O sistema de plantio direto na palha é um exemplo de manejo conservacionista do solo que visa o cultivo com menor impacto ambiental. O sistema apresenta vantagens não somente como prática de conservação de solo mas também na produtividade, no equilíbrio ecológico entre as populações envolvidas e no aspecto econômico (16, 49).

Com a utilização do plantio direto na palha, o solo mantém a umidade por mais tempo, tem maior aeração, menor variação de temperatura, maior disponibilidade de formas orgânicas e maior capilaridade, quando comparado com solos cultivados sob sistema de plantio convencional. As alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo submetido ao sistema de

plantio direto na palha, se refletem na fertilidade e na eficiência do uso de nutrientes pelas culturas. Essas alterações modificam o movimento de compostos mais solúveis, dentre os quais destacam-se o nitrogênio e o potássio (7, 26).

Áreas cultivadas sob sistema de plantio direto na palha apresentam, nos primeiros anos, um processo de acúmulo de matéria orgânica que tende a reduzir gradualmente com o passar do tempo, até atingir um conteúdo estável (5), que representa um acréscimo considerável quando comparado ao teor existente antes da implantação do sistema (41). Conseqüentemente, ocorre o aumento nos teores de carbono orgânico total e na capacidade de troca catiônica do solo (5), resultando em efeitos diferenciados na nutrição de plantas (39). A cobertura morta sobre a superfície do solo parece favorecer a absorção de nutrientes mesmo em falta de água, talvez por proteger o solo do aquecimento, diminuindo a evaporação e as perdas de nitrogênio por denitrificação (46, 49).

2.3. O CULTIVO DO GIRASSOL EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA

Os resultados de pesquisa pertinentes à produção de girassol resultam do cultivo convencional. Os máximos rendimentos sempre se produzem nas culturas com preparo de solo e semeadura convencionais. O plantio direto de girassol pode ser realizado, desde que o solo tenha sido arado profundamente ou subsolado na implantação da cultura antecessora. Solos endurecidos ou

compactados não produzem bons rendimentos no cultivo do girassol, pela sua característica de grande desenvolvimento da raiz pivotante em profundidade (54).

Produtores do Estado de São Paulo, há dois anos cultivam girassol em sistema de plantio direto na palha, dentro do plano de rotação de culturas, mas os dados de pesquisas ainda são incipientes (47).

São poucas as pesquisas que comparam o rendimento do girassol sob diferentes sistema de cultivo. Os resultados obtidos indicam produção similar entre sistema de plantio direto e plantio convencional (14, 15). Outros autores concluíram que o rendimento de girassol é alterado somente pelo nível de adubação e não pelo sistema de cultivo (65); e que diferentes níveis de adubação proporcionam diferentes respostas em sistema de plantio direto na palha e sistema de plantio convencional somente quando submetidos a condições de umidade elevada proporcionada principalmente por precipitações intensas (31).

2.4. NITROGÊNIO EM GIRASSOL

O girassol é uma planta que absorve maior quantidade de macronutrientes em comparação com outras culturas de grãos como a soja, o milho e o trigo (53, 61).

O nitrogênio é o macronutriente aniônico exigido em maior quantidade pelas plantas. É componente estrutural de aminoácidos, proteínas, bases nitrogenadas, ácidos nucléicos, enzimas, coenzimas, vitaminas, glicoproteínas.

lipoproteínas, pigmentos e produtos secundários. O nitrogênio participa nos processos de absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celulares, sínteses e na herança genética. As proteínas que resultam da recombinação dos aminoácidos são compostas de nitrogênio. Muitas proteínas são funcionais, como as enzimas e as nucleoproteínas dos cromossomos que possuem nitrogênio nas porções proteínicas e no ácido nucléico; outras são de reserva, como as que se encontram nas sementes. O nitrogênio forma parte da adenosina trifosfato carboxilase, importante no armazenamento da energia da luz na fosforilação fotossintética (34, 36, 54).

Em condições de nutrição adequadas, o girassol é capaz de acumular importantes quantidades de nitrogênio nas folhas e talos, assegurando uma alimentação rítmica da planta. A deficiência de nitrogênio leva à paralisação do crescimento e do desenvolvimento da planta (72, 75).

O girassol, quando submetido a diferentes doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura, proporciona alterações no teor de nitrogênio nas folhas, matéria seca de folhas, hastes e capítulos, área foliar, altura da planta, peso de aquênios, número de aquênio por capítulo e diâmetro do capítulo. O total de nitrogênio que pode ser acumulado por uma cultura tem influência no valor máximo esperado para o índice de colheita (38, 57, 66, 73, 77).

Durante o período vegetativo, o ritmo de absorção de nitrogênio é mais rápido, sendo de grande importância para o girassol encontrá-lo em uma forma facilmente assimilável, para que possa se acumular nos tecidos jovens (62, 75). O período onde ocorre maior taxa de absorção de nutrientes e crescimento mais acelerado da planta de girassol é o da fase imediatamente após a formação do botão floral até o final do florescimento (12).

São grandes as dificuldades encontradas a campo para determinar a real necessidade de adubação nitrogenada em girassol e nos cultivos de diferentes espécies, devido às condições do solo, como a quantidade de nitrogênio, pH, nível de fósforo e umidade, influenciados pelo sistema de cultivo empregado, bem como aos fatores genéticos da planta e o clima (50, 72, 73).

A adubação nitrogenada constitui um fator importante na determinação do rendimento do girassol, sendo sua eficiência determinada pela dose e época de aplicação (77).

Melhores rendimentos no cultivo do girassol são alcançados com adubação nitrogenada em cobertura em quantidades que variam dentro do intervalo compreendido entre 40 e 60 kg.ha⁻¹, representando 70% do total recomendado, sendo que 30% é aplicado por ocasião da semeadura (11, 12, 33, 54, 61).

O parcelamento da dose de nitrogênio pode alterar o rendimento. A recomendação da época de aplicação do nitrogênio em cobertura é de até 30 dias após a emergência das plantas (12). Apesar disso, é de grande importância que a aplicação esteja relacionada com a idade fenológica das plantas e não com o número de dias após a semeadura ou emergência (20), fornecendo o nutriente quando o estágio de desenvolvimento coincide com o período de maior absorção no início do crescimento entre V₈ e V₁₀ (62).

Do total de nitrogênio extraído, aproximadamente a metade é exportada para os aquênios. Como constituinte das proteínas acumuladas nos aquênios, o nitrogênio interage negativamente com a deposição de óleo, então doses elevadas de adubação nitrogenada diminuem o teor de óleo nos aquênios (22, 61, 75, 77).

A presença de nitrogênio em excesso na maioria das culturas está associada ao crescimento exagerado, afetando a produção de sementes. Pela presença de tecidos suculentos, aumenta a susceptibilidade ao acamamento, à quebra e ao aparecimento de doenças (34, 73). A podridão branca da haste e do capítulo, causada pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary é considerada a doença mais importante para o girassol no mundo e está distribuída em todas as regiões produtoras. O fungo persiste durante muitos anos no solo, representando um perigo potencial permanente para o girassol. Pode produzir três sintomas diferentes em girassol, dependendo do órgão da planta afetado, ocasiona podridão basal, podridão da haste e podridão do capítulo (30). A fertilização excessiva com nitrogênio favorece a multiplicação do fungo, devendo ser evitada pois, além de significar desperdício, pode tornar os tecidos mais suculentos e, conseqüentemente, mais susceptíveis à infecção (30, 54).

A ação do nitrogênio ocorre em todos os órgãos da planta, e a combinação das melhores doses e épocas de aplicação pode resultar em melhores rendimentos de grãos. O processo de absorção e acúmulo de nutrientes é dependente do sistema de cultivo empregado, além das características genéticas, de solo e de clima (38, 50, 75).

2.5. NITROGÊNIO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA

A dinâmica do nitrogênio nos solos é bastante complexa, devido a grande quantidade de reações químicas e biológicas que influenciam sua

disponibilidade para as plantas, fazendo com que seu manejo em sistema de plantio direto na palha mereça maior atenção (7).

O nitrogênio total do solo é determinado pela razão entre a taxa de adição pelos resíduos culturais e a perda do nitrogênio orgânico por mineralização, que são afetadas pelos sistemas de cultivo e métodos de preparo do solo (13, 29, 67). Existe um aumento significativo no teor de carbono orgânico na camada de 7,5 cm da superfície do solo submetido ao sistema de plantio direto na palha (28). Após nove anos de cultivo intensivo em sistema de plantio direto na palha houve aumento do teor de nitrogênio em até 24% quando comparado com o sistema convencional (1).

O estabelecimento de cobertura verde de inverno é uma prática auxiliar no controle da erosão, indispensável para o sistema de plantio direto na palha, que fornece nitrogênio pela decomposição da matéria orgânica. (23)

A decomposição da matéria orgânica do solo é de fundamental importância para o desenvolvimento vegetal, pois mediante esse processo ocorre o fornecimento de macro e micronutrientes às plantas, como acontece naturalmente com o nitrogênio (25, 43, 71).

Apesar da importância do teor de matéria orgânica do solo, não se pode considerar apenas este parâmetro para recomendação de adubação nitrogenada em sistema de plantio direto na palha (48).

Nos solos sob cultivos conservacionistas, a estrutura dos macroporos contínuos ao longo do perfil do solo é mantida, o que pode favorecer as perdas por lixiviação e denitrificação, sugerindo um aumento na necessidade de adubação nitrogenada (40, 51, 68). A denitrificação ocorre pelo fato de a quantidade de oxigênio disponível ser insuficiente para a respiração dos

microrganismos, os quais são forçados a utilizar receptores de elétrons mais fracos. Assim, após o oxigênio, o receptor mais forte e geralmente encontrado no solo é o nitrogênio, usado prontamente pelos microrganismos (26).

O nitrogênio é mineralizado por meio da decomposição da matéria orgânica e pode ser absorvido pelas plantas ou aproveitado por microrganismos, o que é chamado de imobilização. Os níveis de mineralização e imobilização de nitrogênio nos solos são determinados pela relação carbono/nitrogênio da matéria orgânica em decomposição. No sistema de plantio direto na palha a decomposição é mais lenta e em consequência disto a imobilização é maior, o que pode causar deficiência na cultura implantada (2, 3, 37, 39, 45).

A relação entre a quantidade de carbono e nitrogênio dos resíduos culturais interfere na sua decomposição. Os microrganismos requerem carbono como fonte de energia e como constituinte de suas células mas, por outro lado, para cada unidade de carbono que eles usam é necessária uma determinada quantidade de nitrogênio para crescimento e multiplicação. A atividade dos microrganismos será limitada, em resíduos de baixo teor de nitrogênio (resíduos de gramíneas ou de plantas maduras), resultando em baixa taxa de decomposição. Assim, tecidos mortos, com elevado teor de nitrogênio (resíduos de leguminosas ou plantas jovens) terão taxas de decomposição maiores, porque o conteúdo de nitrogênio permitirá crescimento e reprodução mais rápidos dos microrganismos (26).

As mudanças nas condições de temperatura, de umidade e de porosidade do solo, sob sistema de plantio direto na palha, diminuem a atividade microbiana, bem como, são alteradas as populações de algumas

espécies de microrganismos no solo. Todos esses fatores reduzem a taxa de decomposição da matéria orgânica dos solos que, nos anos iniciais, após a adoção do sistema de plantio direto na palha, resultará numa tendência de redução de disponibilidade de nitrogênio para as culturas (26). Esta imobilização inicial do nitrogênio é transitória, desaparecendo quando o teor de matéria orgânica atinge o equilíbrio, após anos de cultivo, com a liberação lenta e gradual de nutrientes devido a sua mineralização (5, 26, 55).

A atividade dos microrganismos nitrificadores no sistema de plantio direto na palha está restrita, principalmente, à superfície devido aos valores de pH serem mais elevados, já que nas camadas mais profundas o efeito da acidez pode inibir a atividade desses microrganismos. Nesse sentido, mesmo que no sistema de plantio direto na palha, em condições subtropicais possa ocorrer maior perda de nitrogênio em função do movimento descendente de água no perfil do solo, a compensação pela liberação lenta e gradual, ao longo dos anos, através da mineralização do material orgânico parece equilibrar a oferta e a demanda pelas culturas e aumentar a eficiência do sistema (56).

A rotação de culturas é fundamental para o sucesso do sistema de plantio direto na palha, como prática de controle cultural de pragas e doenças, influenciando na qualidade da palhada e, conseqüentemente, na fertilidade do solo. Neste sentido, a rotação de culturas envolvendo espécies de leguminosas que realizam fixação simbiótica de nitrogênio, favorecem o incremento deste elemento disponível, reduzindo a necessidade de aplicações de fertilizantes nitrogenados nas culturas subsequentes (4, 5, 6, 16, 26, 46, 48, 56, 67).

Das fontes de nitrogênio disponíveis para aplicação em cobertura, a uréia é o mais importante fertilizante comercializado no país. É mais eficiente,

se incorporado ao solo de 5 a 10 cm de profundidade, onde as perdas por volatilização são praticamente nulas (52, 63, 76).

No sistema de plantio direto na palha, quando a aplicação de uréia é feita superficialmente, as perdas são muito elevadas, devido à volatilização da amônia pelo acúmulo de matéria orgânica e ao aumento da atividade biológica na superfície do solo, que pode estimular a atividade da urease, enzima responsável pela degradação da uréia (17, 70, 76).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 1998/99, na Fazenda Agripastos, no município de Palmeira – PR, localizado nas coordenadas de 25° 21' de latitude Sul e 49° 56' de longitude Oeste e altitude de 820 m (21).

A Fazenda situa-se no Segundo Planalto, região dos Campos Gerais do Paraná e, no contexto geológico, está inserida numa região formada no Período Carbonífero onde afloram rochas sedimentares pertencentes à formação Itararé do Grupo Tubarão (32).

3.1.1. CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

O solo do município foi caracterizado como podzólico vermelho-amarelo, A moderado, textura média, fase campo subtropical e relevo suave ondulado (44).

Foram coletadas amostras do solo da área experimental para análise das características químicas e granulométricas, e os resultados são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Resultado da análise das características químicas do solo da área experimental, em camadas de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-40 cm, Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998.¹

| Amostra (cm) | pH (CaCl ₂) | Al ⁺³ | H+Al | Ca ⁺² + Mg ⁺² | K ⁺ | T | P | C | M | V |
|-----------------|----------------------------|--|------|-------------------------------------|----------------|------------------------|-----|-----------------------|------|------|
| | | (cmol _c .dm ⁻³) | | | | (mg.dm ⁻³) | | (g.dm ⁻³) | % | % |
| 00-10 | 4.4 | 0,3 | 5,8 | 4,2 | 0,2 | 10,2 | 6,0 | 19,3 | 6,4 | 43,1 |
| 10-20 | 4.2 | 0,5 | 6,2 | 3,0 | 0,1 | 9,3 | 1,0 | 17,7 | 13,8 | 33,5 |
| 20-40 | 4.0 | 0,7 | 6,7 | 2,8 | 0,1 | 9,6 | 1,0 | 12,4 | 19,4 | 30,3 |

¹ Análises realizadas no Laboratório de Análises de Solos do Departamento de Solos da UFPR.

Tabela 2 - Resultado da análise das características granulométricas do solo da área experimental em camadas de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-40 cm, Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998.¹

| Amostra (cm) | Areia (%) | Silte (%) | Argila (%) |
|-----------------|--------------|--------------|---------------|
| 00-10 | 68 | 14 | 18 |
| 10-20 | 66 | 14 | 20 |
| 20-40 | 66 | 14 | 20 |

¹ Análises realizadas no Laboratório de Análises de Solos do Departamento de Solos da UFPR.

3.1.2. HISTÓRICO DA ÁREA EXPERIMENTAL

A área utilizada para instalação do experimento teve a primeira interferência para cultivo agrícola em 1959, com a implantação do cultivo de arroz de sequeiro, o qual foi repetido durante três anos consecutivos. Em seguida foi feita a semeadura de trigo no inverno e milho no verão até o ano de 1965, quando foi instalado o cultivo de pensacola para utilização como pasto, permanecendo nesta condição até o ano de 1975.

Em 1976 o solo foi preparado para implantação do sistema de plantio direto na palha, com o cultivo de soja sobre cobertura morta produzida pelo cultivo de aveia-preta e posteriormente em rotação com o trigo, sendo dois

anos de cultivo de trigo e um de aveia-preta, nos períodos de inverno, e soja em todos os verões até o ano de 1981.

A partir de 1981 foi adotado o plano de rotação de culturas que intercala nas safras de inverno os cultivos de aveia-preta, cevada e trigo e no verão três anos consecutivos de cultivo da soja e um ano de cultivo do milho. Dentro deste plano de rotações o cultivo do girassol substituiu o cultivo do milho, com a possibilidade de semeadura em agosto e colheita em dezembro e implantação do cultivo do feijoeiro em seguida.

A correção de acidez é feita a cada dois anos antes da implantação do cultivo de inverno. A última calagem foi realizada em 1998, antes da implantação do cultivo da aveia-preta, aplicando-se superficialmente 1500 kg.ha⁻¹ de calcário dolomítico.

Os rendimentos médios obtidos nas três últimas safras agrícolas foram de 2.800 kg.ha⁻¹ de trigo e de soja e 6000 kg.ha⁻¹ de milho.

3.1.3. CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA

O clima do município de Palmeira, conforme classificação climática de Köepen, é do tipo Cfb – Clima temperado propriamente dito; temperatura média no mês mais frio abaixo de 18° C (mesotérmico), com verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22° C e sem estação seca definida (21).

3.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos testados foram diferentes doses de

nitrogênio: 0, 25, 50, 75, 100 e 125 kg.ha¹, na forma de uréia, aplicados em cobertura quando as plantas encontravam-se no estágio V₈, 25 dias após a emergência, segundo a recomendação da EMBRAPA (12). Os estádios fenológicos do girassol, descritos na bibliografia (10, 60), são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Estádios fenológicos do girassol.

| Estádios | Descrição |
|-------------------|---|
| VE | Emergência. |
| V | Estádio vegetativo. Dividido em: |
| V ₂ | Planta com 2 folhas expandidas (com mais de 4 cm) |
| V ₄ | Planta com 4 folhas expandidas (com mais de 4 cm) |
| V ⁿ | Planta com _n folhas expandidas (com mais de 4 cm). |
| R ₁ | Aparecimento do broto floral. |
| R ₂ | Broto floral distanciando-se 0.5 a 2.0 cm da última folha. |
| R ₃ | Broto floral distanciando-se mais de 2.0 cm da última folha. |
| R ₄ | Primeira fase de florescimento. Floração inicial. |
| R ₅ | Segunda fase de florescimento. Pode ser dividida em: |
| R _{5.1} | 10% das flores do capítulo abertas; |
| R _{5.5} | 50% das flores do capítulo abertas; |
| R _{5.10} | 100% das flores do capítulo abertas. |
| R ₆ | Terceira fase de florescimento. Floração final. |
| R ₇ | Primeira fase de desenvolvimento de aquênios. |
| R ₈ | Segunda fase de desenvolvimento de aquênios. |
| R ₉ | Maturação fisiológica. |

Os resultados foram submetidos à análise de variância utilizando o programa MSTATC. As variâncias dos tratamentos foram analisadas pelo teste de Bartlett. As variáveis cujas variâncias mostraram-se homogêneas tiveram as médias dos tratamentos testadas por meio do teste F. Quando os resultados

revelaram existir diferenças estatisticamente significantes entre as médias de tratamentos, estas foram comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade (27).

3.3. INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

O cultivo do girassol foi feito em sistema de plantio direto na palha sobre cobertura morta formada pelo cultivo da aveia-preta (*Avena strigosa*) dessecada uma semana antes da semeadura, por meio de aplicação de 960 g.ha^{-1} de glyphosate, misturado com $0,5 \text{ L.ha}^{-1}$ de óleo mineral.

A quantidade de matéria seca formada pela aveia-preta foi de 3400 kg.ha^{-1} , medida por meio da coleta de quatro amostras de $1,0 \text{ m}^2$ cada uma, retiradas de diferentes pontos na área experimental, secas em estufa ventilada a 75° C até peso constante.

Foi utilizada uma semeadora de grãos, PAR 2800, apropriada para o sistema de plantio direto na palha, com quatro linhas de plantio distanciadas a $0,90 \text{ m}$ e discos de semeadura recomendados para o cultivo do girassol, regulados para a distribuição de cinco sementes por metro de sulco, visando o estabelecimento de uma população de $45 \text{ mil plantas.ha}^{-1}$, considerando o poder de germinação das sementes e perdas totais (12, 64).

A semeadura foi realizada no dia 24 de setembro de 1998. A adubação de base foi feita com 300 kg.ha^{-1} da fórmula 0-26-26, que forneceu 78 kg.ha^{-1} de P_2O_5 e a mesma quantidade de K_2O , seguindo a recomendação para semeadura convencional (12), que sugere aplicação de $40 \text{ a } 80 \text{ kg.ha}^{-1}$ destes

elementos, quando os níveis de fósforo e potássio forem considerados médios. O solo utilizado para a instalação do experimento possuía níveis médios de fósforo e potássio somente na camada de 0-10 cm, passando para níveis baixos na camada de 10-20 e 20-40 cm (69).

A calagem foi realizada antes da semeadura da aveia-preta e, a acidez do solo estava alta na camada de 0-10 cm e muito alta na camada de 10-40 cm antes da semeadura do girassol, conforme o resultado da análise apresentado na Tabela 1.

A variedade utilizada foi a M734 recomendada para semeadura no Estado do Paraná (19), que apresenta ciclo tardio, com maturação fisiológica aos 103 dias após a emergência e teor de óleo nos aquênios de 41,16% (54).

Dois dias antes da execução dos tratamentos, foi feito o sulcamento a 8 cm de profundidade utilizando uma adubadeira adaptada para aplicação localizada de nitrogênio em cobertura no cultivo do milho em sistema de plantio direto na palha, que funciona com um sistema de discos duplos, distanciados a 20 cm das linhas de cultivo.

A quantidade de uréia correspondente aos respectivos tratamentos em cada linha de plantio, distribuída no dia 30 de outubro de 1998, quando as plantas se encontravam no estágio de desenvolvimento V_8 e imediatamente incorporada, fechando-se os sulcos com auxílio de enxada.

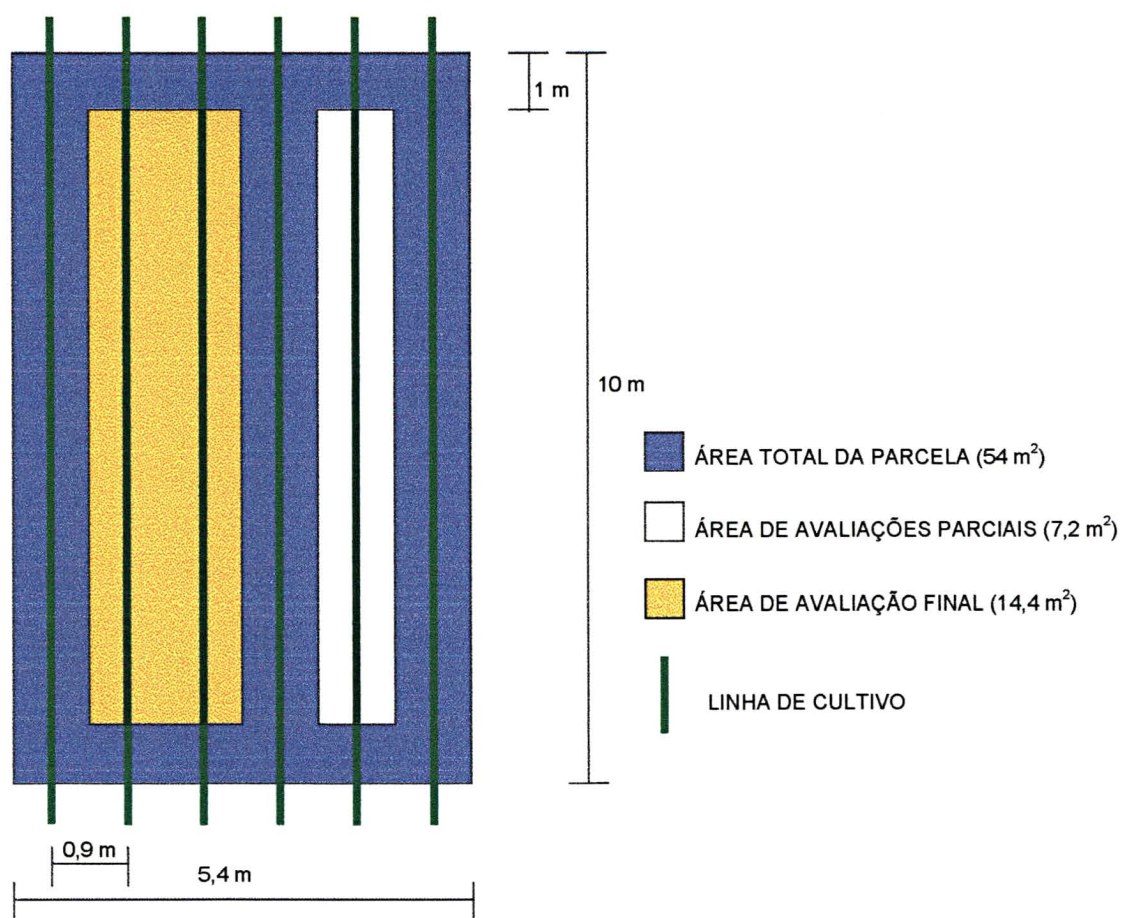
Cada parcela foi formada por seis linhas com dez metros de comprimento, perfazendo área total de 54 m^2 , com média de $4,5 \text{ plantas.m}^{-2}$.

Foram colhidas todas as plantas de duas linhas centrais, desprezando-se um metro de bordadura nas extremidades das parcelas, perfazendo área útil

de 14,4 m², para avaliação do rendimento e seus componentes, do índice de colheita aparente e do teor de óleo nos aquênios.

Em cada parcela, nos estádios V₈, V₁₇, R₁, R_{5.5} e R₇ foram amostradas cinco plantas, cortadas rente ao solo, sempre na mesma linha eleita para as avaliações parciais, desprezando duas plantas entre cada grupo de cinco coletadas nos diferentes estádios de desenvolvimento, conforme ilustração da Figura 1.

FIGURA 1 - Unidade experimental com representação das áreas de avaliações parciais e final. Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998/99.



3.4. TRATOS CULTURAIS

Foi realizada a aplicação de boro, conforme a recomendação da EMBRAPA (12), na forma de bórax, na dose de $1,0 \text{ kg.ha}^{-1}$ de elemento dissolvido previamente em água à 70° C e aplicado com pulverizador costal manual, em 300 L.ha^{-1} de calda, no dia 01 de novembro de 1998, quando as plantas se encontravam no estágio de desenvolvimento V_9 .

Não foram observados desequilíbrios populacionais de pragas, patógenos e plantas daninhas, não havendo a necessidade de aplicações de agroquímicos.

O ensacamento dos capítulos da área útil, foi realizado com a utilização de sacos de papel, no dia 25 de janeiro de 1999, para proteção contra o possível ataque de pássaros.

3.5. AVALIAÇÕES

Nos estádios de desenvolvimento V_8 (03 de novembro de 1998), V_{17} (21 de novembro de 1998), R_1 (29 de novembro de 1998), $R_{5.5}$ (29 de dezembro de 1998) e R_7 (20 de janeiro de 1999), foram avaliadas as seguintes variáveis, em cinco plantas coletadas por parcela:

- a) número de folhas por planta;
- b) altura da planta, em centímetros, medido do nível do solo até a altura da inserção do capítulo;

- c) diâmetro do caule, em milímetros, medido com paquímetro à altura de 5 cm do solo;
- d) área foliar, em centímetros quadrados, medida por meio de aparelho integrador de área foliar "Automatic Area Meter", modelo AAC 400;
- e) índice de área foliar, calculado por meio da fórmula:

$$\text{IAF} = [(\text{AF}) \times (\text{P})] / 10000$$

onde:

IAF: índice de área foliar,

AF: área foliar (cm²),

P: número de plantas.m⁻²;

- f) matéria seca total, em gramas, determinada por meio da partição em massa seca de caule, pecíolo, folha e capítulo, após secagem em estufa ventilada e em temperatura de 75° C até peso constante;
- g) diâmetro do capítulo, em centímetros, medido com auxílio de uma fita métrica, de uma borda a outra do capítulo, nos estádios R_{5,5} e R₇.

Por ocasião da colheita em 18 de fevereiro de 1998, quando as plantas estavam no estágio de maturação de colheita, foram realizadas as seguintes avaliações:

- h) população, em plantas.m⁻²; por meio da contagem das plantas da área útil das parcelas;
- i) massa de aquênios, em gramas por parcela, para obtenção do rendimento, sendo os valores corrigidos para 11% de umidade e transformados em kg.ha⁻¹;

j) massa média de 1000 aquênios, em gramas, por meio da contagem e pesagem de três amostras de 1000 aquênios por parcela;

k) número de aquênios por capítulo, calculado por meio da fórmula:

$$A/C = [M \times 1000 / M1000 \times C],$$

onde:

A/C: número de aquênios por capítulo,

M: massa de aquênios na área útil (g),

M1000: massa de 1000 aquênios (g),

C: número de capítulos na área útil;

l) índice de colheita aparente (ICA), calculado por meio da fórmula:

$$ICA = [MSA / MST + MSA]$$

onde:

ICA: índice de colheita aparente,

MSA: massa seca de aquênios (g),

MST: massa seca total (g).

m) teor de óleo, em porcentagem, expresso em base seca, análise realizada pela EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa da Soja, em Londrina - PR;

n) contagem do número de plantas com ângulo de inclinação maior que 45° em relação à vertical, para avaliação do acamamento;

o) contagem do número de plantas quebradas; e

p) contagem do número de plantas infectadas por *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary, apresentando sintomas de podridão do capítulo.

Complementarmente, foi realizada análise foliar, para obtenção dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) em g.kg^{-1} ; e, ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu) e zinco (Zn), em mg.kg^{-1} de folhas de girassol. Foram coletadas folhas do terço superior de cinco plantas por parcela no estádio R₄ (34). As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição de Plantas do Departamento de Solos da Universidade Federal do Paraná, utilizando-se o método de Kjeldahl para digestão de nitrogênio total e para os demais elementos a digestão com HCl (0,3 normal), seguindo a metodologia adotada pelo laboratório (24).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de temperatura e pluviosidade registrados no período de realização do experimento, relacionados com as fases de desenvolvimento do girassol, são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Temperatura e precipitação pluviométrica no período compreendido entre o dia 24 de setembro de 1998 e 18 de fevereiro de 1999, relacionadas com as fases de desenvolvimento do girassol.

| Fases de Desenvolvimento | Duração (dias) | Precipitação (mm) | Temperatura máxima (°C) | Temperatura mínima (°C) | Temperatura média (°C) |
|--------------------------|----------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| Geminação-emergência | 11 | 162,2 | 26,8 | 7,6 | 17,4 |
| Crescimento | 85 | 269,4 | 33,0 | 11,1 | 19,2 |
| Florescimento | 20 | 108,6 | 28,6 | 12,9 | 20,2 |
| Enchimento de aquênios | 22 | 77,2 | 31,0 | 15,1 | 22,4 |
| Maturação de colheita | 09 | 47,0 | 28,4 | 16,7 | 21,1 |

Fonte: Sistema Meteorológico do Paraná.

A precipitação pluviométrica desde a semeadura até a colheita foi de 664,4 mm, suficiente para o bom desenvolvimento do girassol que requer 500 a 700 mm de água durante seu ciclo (12).

A faixa de temperatura entre 10 a 24° C é tolerada pelo girassol sem redução significativa da produção. As plantas podem suportar temperaturas

baixas por curto período, principalmente nos estádios iniciais (12), por este motivo a temperatura mínima de 7,6° C registrada no período de germinação não deve ser considerada como limitante.

A temperatura ótima para o seu desenvolvimento situa-se na faixa entre 27 a 28° C (12), mas nas condições climáticas de realização do experimento, a média de temperatura foi de 20,1° C aumentando a duração do ciclo do girassol.

O período de germinação e emergência foi prolongado para 11 dias devido a temperatura média do período ser inferior à temperatura ótima que é de 20° C para que esta fase ocorra em sete dias após a sementeira (10).

O período de crescimento vegetativo, com duração de 85 dias, também foi prolongado, considerando-se como ideal 45 a 70 dias (10). A temperatura média de 19,2° C, abaixo da faixa ideal de 25 a 27° C, ocasionou o prolongamento desta fase. O consumo de água requerido pelo girassol na fase de crescimento é de 1,8 a 6,2 mm por dia (10), nas condições do experimento houve precipitação média diária de 3,1 mm.

Durante a fase de florescimento a temperatura máxima registrada foi de 28,6° C, abaixo do limite de 35° C. Temperaturas elevadas aceleram o florescimento e dificultam a polinização adequada (10). No período de florescimento que ocorreu em 20 dias, a precipitação média diária foi de 5,4 mm, abaixo do requerimento de 6 a 8 mm-diários de água disponível nesta fase do girassol (10).

A faixa ideal de temperatura durante o enchimento de aquênios é de 20 a 26° C, sendo que a temperatura média registrada durante esta fase nas condições do experimento foi satisfatória. A falta de água neste período

ocasiona problemas no enchimento e no peso de 1000 aquênios que se refletem na produtividade (10). A precipitação média diária de 3,5 mm, foi inferior ao requerimento diário de disponibilidade de água no solo para o cultivo de girassol na fase de enchimento de aquênios, de 4 a 6 mm (10).

A maturação fisiológica ocorreu aos 127 dias após a emergência. A duração média desse período para cultivar M734 é de 103 dias (54), sendo esta diferença resultante das condições climáticas por ocasião da realização do experimento. A maturação de colheita ocorreu normalmente e o ciclo completo teve duração de 147 dias.

4.1. RENDIMENTO DE GRÃOS, SEUS COMPONENTES, ÍNDICE DE COLHEITA APARENTE E TEOR DE ÓLEO NOS AQUÊNIOS

O resultado da análise de variância dos dados, realizada por meio do teste de F, revelou não haver diferença significativa entre os tratamentos, para o rendimento de grãos, seus componentes, índice de colheita aparente e para o teor de óleo nos aquênios. Os dados referentes à população, apesar de não serem avaliados como variável influenciada pelos tratamentos também foram analisados e não apresentaram diferenças (Anexo 1).

Os resultados são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Médias obtidas para população, rendimento de grãos e seus componentes, índice de colheita aparente e teor de óleo nos aquênios de girassol em função de diferentes doses de nitrogênio em cobertura, em sistema de plantio direto na palha. Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998/99.

| TRATAMENTOS (kg de N.ha ⁻¹) | População (plantas.m ⁻²) | Rendimento de grãos (kg.ha ⁻¹) | Massa de 1000 aquênios (g) | Aquênios por capítulo | Índice de colheita aparente | Teor de óleo nos aquênios (%) |
|--|---|--|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|--|
| 0 | 4,3 | 1950,1 | 68,6 | 440,0 | 0,34 | 42,0 |
| 25 | 4,6 | 1875,1 | 66,5 | 416,5 | 0,34 | 41,9 |
| 50 | 4,7 | 2179,9 | 67,4 | 499,4 | 0,35 | 41,7 |
| 75 | 4,4 | 2073,1 | 68,3 | 469,6 | 0,35 | 42,2 |
| 100 | 4,7 | 2061,9 | 68,2 | 466,9 | 0,35 | 41,2 |
| 125 | 4,2 | 2179,4 | 71,1 | 484,8 | 0,34 | 41,1 |

Apesar da essencialidade do nitrogênio para o cultivo do girassol, comprovada em outros trabalhos (57, 66, 73, 77), a aplicação de diferentes doses desse elemento em cobertura realizada em um solo cultivado em sistema de plantio direto na palha desde o ano agrícola de 1976 não provocou diferenças em relação à testemunha com dose zero para o rendimento de grãos, seus componentes, índice de colheita aparente e o teor de óleo nos aquênios.

Pode-se verificar que existe incremento no rendimento de grãos de 229,8 kg.ha⁻¹ quando se adicionou 50 kg.ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura, o que representa 10,5% em comparação com a parcela testemunha. No entanto, a importância atribuída à adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do girassol com recomendação de 40 a 60 kg.ha⁻¹ (11, 12, 18, 53, 61), não foi evidenciada na situação deste experimento, onde as características do solo e do sistema de cultivo, já mencionados, dificultam a determinação da real necessidade de nitrogênio adicional, conforme outros autores (50, 72, 73).

O fertilizante utilizado por ocasião da semeadura, na formulação 0-26-26, não forneceu nitrogênio, o que sugere que a quantidade disponível na parcela testemunha, suficiente para o bom rendimento do girassol, pode ter sido fornecida pela decomposição da matéria orgânica do solo, em conformidade com afirmativas de outros autores (43, 71).

Alguns autores encontraram resultados que relacionam o fornecimento de nitrogênio e o sistema de cultivo, estudando solos que já atingiram o equilíbrio físico, químico e biológico, quando cultivados sob sistema de plantio direto na palha durante mais de dez anos (5, 26, 55).

Muitas são as referências ao fato de que o aumento de resíduos culturais na superfície do solo sob sistema de plantio direto na palha ocasiona a imobilização de nitrogênio pelos microrganismos e exige aumento na dose de adubação nitrogenada necessária para o início do desenvolvimento da planta (2, 3, 37, 39, 45). A justificativa apresentada é de que a relação entre a quantidade de carbono e nitrogênio existente nos resíduos culturais é elevada, fazendo com que os microrganismos do solo utilizem nitrogênio para o seu metabolismo, diminuindo a quantidade deste elemento disponível para as plantas em estádios iniciais de desenvolvimento (26).

No caso do solo onde foi realizado o experimento, que vem sendo cultivado em sistema de plantio direto na palha desde 1976, é possível que exista equilíbrio entre a mineralização e o consumo de nitrogênio pelas plantas e microrganismos, já relatados em outros trabalhos, quando o teor de matéria orgânica presente no solo torna-se um indicativo de fertilidade (5, 26, 55).

O teor de matéria orgânica do solo onde o experimento foi instalado, conforme o resultado da análise de solo realizada antes da implantação,

apresentado na Tabela 1, era de 3,3% na camada de 0-10 cm de profundidade, multiplicando o teor de carbono orgânico por 1,72 (69). Esta quantidade de matéria orgânica disponibiliza para as plantas cerca de 66 kg.ha⁻¹ de nitrogênio, considerando que cada 1% de matéria orgânica no solo fornece 20 kg.ha⁻¹ de nitrogênio (35). A necessidade de 60 kg.ha⁻¹ de nitrogênio para que o girassol tenha rendimento de 1000 kg.ha⁻¹ (18), foi suprida somente com a quantidade de nitrogênio fornecida pela matéria orgânica do solo.

Considerando o plano de rotação de culturas da área experimental, onde o cultivo da soja foi realizado durante três anos consecutivos antes da implantação do girassol, a quantidade média de nitrogênio fornecida é equivalente à aplicação de 72 kg.ha⁻¹ por cultivo de leguminosa (48). Este incremento de nitrogênio, bastante discutido por diversos autores, reduz a necessidade de aplicações de fertilizantes nitrogenados em várias espécies cultivadas após leguminosas no plano de rotação de culturas. (5, 6, 16, 26, 46, 48, 56, 67).

A quantidade de matéria orgânica do solo e o cultivo sucessivo de leguminosa são sugestivos de que a quantidade de nitrogênio disponibilizado para as plantas pelo solo foi suficiente para o rendimento alcançado, mesmo sem considerar o fornecimento médio de nitrogênio pela palhada formada pela aveia-preta, de 1,6% da massa seca produzida (48), que nas condições do experimento teria disponibilizado cerca de 54,4 kg.ha⁻¹ de nitrogênio, já que a quantidade média de palha formada pelo cultivo da aveia preta foi de 3400 kg.ha⁻¹.

A aplicação de nitrogênio em cobertura realizada quando as plantas encontravam-se no estágio V₈, está em conformidade com a observação de

que é mais importante a verificação da idade fenológica da planta, fornecendo o nutriente quando o estágio de desenvolvimento coincide com o período de maior absorção no início do crescimento entre V_8 e V_{10} (62).

A volatilização é uma preocupação existente quando se opta pela aplicação de uréia na superfície do solo em sistema de plantio direto na palha. A aplicação incorporada de uréia a 8 cm de profundidade, reduziu esta possibilidade (52, 63, 76).

A distância entre a linha de cultivo e a linha de aplicação do fertilizante, de 20 cm respeitou a morfologia das raízes do girassol que crescem paralelamente com a superfície do solo, até a distância de aproximadamente 20 cm da raiz principal, aprofundando-se no solo e formando uma espessa rede de radículas responsáveis pela absorção dos nutrientes disponíveis na solução do solo (54, 75). Portanto, o tratamento realizado no experimento disponibilizou nitrogênio na forma de uréia à distância e profundidade adequadas, sem danos ao sistema radicular e evitando perdas por volatilização de amônia com a incorporação a 8 cm de profundidade.

O teor de óleo nos aquênios não sofreu alteração mesmo nos tratamentos que forneceram as maiores doses de nitrogênio para o cultivo do girassol. Não foi evidenciada a correlação negativa entre adubação nitrogenada e teor de óleo nos aquênios, citada anteriormente (22, 75). O teor médio de óleo nos aquênios de 41,68% está próximo da média da cultivar M734, de 41,16%.

4.2. VARIÁVEIS MORFOLÓGICAS

As características morfológicas do girassol: número de folhas, altura da planta, diâmetro do caule, área foliar, índice de área foliar e diâmetro do capítulo, avaliadas nos estádios V₈, V₁₇, R₁, R_{5.5}, e R₇, também não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos (Anexos 2 a 6).

A resposta positiva do girassol quando submetido a diferentes doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura para diferentes variáveis morfológicas, citada por diversos autores (57, 66, 77) não foi evidenciada no experimento. Esta situação está de acordo com as afirmativas feitas anteriormente (5, 6, 16, 26, 48, 55, 56, 67), com relação ao fornecimento de nitrogênio por solos cultivados em sistema de plantio direto na palha e submetidos ao plano de rotação de culturas envolvendo espécies de leguminosas.

Os resultados da primeira avaliação realizada no estágio V₈, no dia 03 de novembro de 1998, são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Variáveis morfológicas de girassol, na média de cinco plantas coletadas no estágio V₈, submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura, em sistema de plantio direto na palha. Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998/99.

| TRATAMENTOS (kg de N.ha ⁻¹) | Número de folhas | Altura da planta (cm) | Diâmetro do caule (mm) | Área foliar (cm ²) | Índice de área foliar |
|--|---------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| 0 | 8.2 | 12.4 | 1.7 | 822 | 0,36 |
| 25 | 8.2 | 12.2 | 1.9 | 881 | 0,40 |
| 50 | 8.5 | 11.8 | 1.7 | 862 | 0,39 |
| 75 | 8.6 | 11.5 | 1.8 | 954 | 0,42 |
| 100 | 8.4 | 12.4 | 1.8 | 929 | 0,44 |
| 125 | 8.5 | 11.3 | 1.8 | 882 | 0,37 |

Na Tabela 7 são apresentados os resultados da segunda avaliação realizada no dia 21 de novembro de 1998, no estágio de desenvolvimento V₁₇.

Tabela 7 - Variáveis morfológicas de girassol, na média de cinco plantas coletadas no estágio V₁₇, submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura, em sistema de plantio direto na palha. Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998/99.

| TRATAMENTOS (kg de N.ha ⁻¹) | Número de folhas | Altura da planta (cm) | Diâmetro do caule (mm) | Área foliar (cm ²) | Índice de área foliar |
|--|---------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| 0 | 16,7 | 34,0 | 5,8 | 4122 | 1,8 |
| 25 | 17,2 | 38,1 | 6,2 | 4829 | 2,2 |
| 50 | 17,4 | 34,5 | 5,8 | 5065 | 2,3 |
| 75 | 17,9 | 36,7 | 6,0 | 5693 | 2,5 |
| 100 | 18,4 | 37,0 | 6,2 | 5285 | 2,5 |
| 125 | 16,4 | 32,0 | 5,1 | 4337 | 1,8 |

O resultado da avaliação das variáveis morfológicas realizada no estágio R₁, em 29 de novembro de 1998, são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Variáveis morfológicas de girassol, na média de cinco plantas coletadas no estágio R₁, submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura, em sistema de plantio direto na palha. Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998/99.

| TRATAMENTOS (kg de N.ha ⁻¹) | Número de folhas | Altura da planta (cm) | Diâmetro do caule (mm) | Área foliar (cm ²) | Índice de área foliar |
|--|---------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| 0 | 25,9 | 58,8 | 8,8 | 7864 | 3,4 |
| 25 | 24,7 | 60,3 | 8,3 | 8460 | 3,9 |
| 50 | 26,4 | 56,7 | 8,7 | 11206 | 5,2 |
| 75 | 29,1 | 67,8 | 9,1 | 12768 | 5,6 |
| 100 | 28,3 | 64,3 | 10,3 | 11918 | 5,6 |
| 125 | 28,1 | 66,7 | 9,1 | 13236 | 5,6 |

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis morfológicas avaliadas no estágio R_{5,5}, no dia 29 de dezembro de 1998. Os resultados são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Variáveis morfológicas de girassol, na média de cinco plantas coletadas no estágio R_{5,5}, submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura, em sistema de plantio direto na palha. Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998/99.

| TRATAMENTOS (kg de N.ha ⁻¹) | Número de folhas | Altura da planta (cm) | Diâmetro do caule (mm) | Área foliar (cm ²) | Índice de área foliar | Diâmetro do capítulo (cm) |
|--|---------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| 0 | 36,8 | 159,8 | 20,0 | 32932 | 14,1 | 8,6 |
| 25 | 37,3 | 163,4 | 20,8 | 32345 | 15,0 | 8,4 |
| 50 | 38,7 | 160,9 | 20,6 | 33079 | 15,5 | 9,3 |
| 75 | 39,3 | 165,6 | 22,3 | 35182 | 15,6 | 9,7 |
| 100 | 37,5 | 160,4 | 23,2 | 35771 | 16,9 | 10,7 |
| 125 | 36,3 | 162,4 | 22,4 | 33696 | 14,2 | 10,8 |

Os resultados da última avaliação das variáveis morfológicas realizada no estágio R₇, no dia 20 de janeiro de 1999, são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Variáveis morfológicas de girassol, na média de cinco plantas coletadas no estágio R₇, submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura, em sistema de plantio direto na palha. Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998/99.

| TRATAMENTOS (kg de N.ha ⁻¹) | Número de folhas | Altura da planta (cm) | Diâmetro do caule (mm) | Área foliar (cm ²) | Índice de área foliar | Diâmetro do capítulo (cm) |
|--|---------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| 0 | 35,5 | 156,7 | 18,5 | 17348 | 7,5 | 16,3 |
| 25 | 36,1 | 154,1 | 20,3 | 20037 | 9,2 | 17,5 |
| 50 | 35,6 | 158,4 | 21,6 | 21822 | 10,2 | 18,4 |
| 75 | 38,0 | 162,1 | 20,2 | 20843 | 9,2 | 17,1 |
| 100 | 37,7 | 162,8 | 19,5 | 21501 | 10,2 | 16,8 |
| 125 | 36,2 | 159,3 | 19,5 | 20912 | 8,8 | 16,2 |

4.3. PARTIÇÃO DE MATÉRIA SECA

A matéria seca total determinada por meio da partição em massa seca de caule, peciolo, folha e capítulo, foi avaliada nos estádios V₈, V₁₇, R₁, R_{5,5} e R₇. A análise de variância dos dados, realizada por meio do teste de F, revelou não haver diferenças significativas entre os tratamentos (Anexos 7 a 11).

A translocação de nitrogênio para diferentes partes da planta, alterada pela quantidade de adubação nitrogenada, estudada anteriormente (73), não foi evidenciada no experimento. As características do solo proporcionaram condições de igualdade entre as parcelas do experimento, e os tratamentos aplicados não tiveram influência na partição de matéria seca. Os resultados da avaliação realizada no estágio V₈ são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 - Partição de matéria seca de girassol, na média de cinco plantas coletadas no estágio V₈, submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura, em sistema de plantio direto na palha. Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998/99.

| TRATAMENTOS (kg de N.ha ⁻¹) | Massa seca de caule (g) | Massa seca de pecíolo (g) | Massa seca de folha (g) | Massa seca total (g) |
|--|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 0 | 0,3 | 0,11 | 0,7 | 1,1 |
| 25 | 0,3 | 0,09 | 0,8 | 1,3 |
| 50 | 0,3 | 0,11 | 0,9 | 1,4 |
| 75 | 0,3 | 0,13 | 0,8 | 1,3 |
| 100 | 0,4 | 0,11 | 0,8 | 1,3 |
| 125 | 0,3 | 0,13 | 0,8 | 1,3 |

Os dados referentes a partição de matéria seca de girassol no estágio V₁₇, são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Partição de matéria seca de girassol, na média de cinco plantas coletadas no estágio V₁₇, submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura, em sistema de plantio direto na palha. Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998/99.

| TRATAMENTOS (kg de N.ha ⁻¹) | Massa seca de caule (g) | Massa seca de pecíolo (g) | Massa seca de folha (g) | Massa seca total (g) |
|--|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 0 | 3,1 | 1,1 | 4,6 | 8,8 |
| 25 | 3,9 | 1,5 | 5,3 | 10,7 |
| 50 | 3,5 | 1,5 | 5,4 | 10,4 |
| 75 | 3,7 | 1,8 | 5,8 | 11,4 |
| 100 | 3,7 | 1,7 | 5,6 | 11,0 |
| 125 | 2,8 | 1,4 | 4,8 | 8,9 |

Na Tabela 13, são apresentados os dados referentes a partição de matéria seca de girassol no estágio R₁.

Tabela 13 - Partição de matéria seca de girassol, na média de cinco plantas coletadas nos estádios R₁, submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura, em sistema de plantio direto na palha. Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998/99.

| TRATAMENTOS (kg de N.ha ⁻¹) | Massa seca de caule (g) | Massa seca de pecíolo (g) | Massa seca de folha (g) | Massa seca total (g) |
|--|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 0 | 7,3 | 2,2 | 7,9 | 17,4 |
| 25 | 7,6 | 2,3 | 8,2 | 18,1 |
| 50 | 8,2 | 2,9 | 10,0 | 21,1 |
| 75 | 10,2 | 3,3 | 11,1 | 24,6 |
| 100 | 9,0 | 2,8 | 10,3 | 22,2 |
| 125 | 9,7 | 3,0 | 10,7 | 23,6 |

Os dados referentes a avaliação realizada no estágio R_{5.5} para variável partição de matéria seca são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 - Partição de matéria seca de girassol, na média de cinco plantas coletadas no estágio R_{5.5}, submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura, em sistema de plantio direto na palha. Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998/99.

| TRATAMENTOS (kg de N.ha ⁻¹) | Massa seca de caule (g) | Massa seca de pecíolo (g) | Massa seca de folha (g) | Massa seca de capítulo (g) | Massa seca total (g) |
|--|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| 0 | 52,2 | 8,1 | 112,5 | 13,4 | 185,6 |
| 25 | 70,0 | 8,2 | 122,5 | 13,1 | 213,2 |
| 50 | 62,5 | 9,0 | 134,4 | 13,2 | 218,8 |
| 75 | 73,6 | 9,8 | 155,3 | 15,0 | 254,1 |
| 100 | 83,6 | 9,8 | 155,3 | 14,6 | 264,3 |
| 125 | 70,6 | 8,8 | 141,8 | 15,0 | 237,1 |

Os resultados da última avaliação, realizada no estágio R₇, para variável partição de matéria seca, são apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 - Partição de matéria seca de girassol, na média de cinco plantas coletadas no estágio R₇, submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura, em sistema de plantio direto na palha. Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998/99.

| TRATAMENTOS (kg de N.ha ⁻¹) | Massa seca de caule (g) | Massa seca de pecíolo (g) | Massa seca de folha (g) | Massa seca de capítulo (g) | Massa seca total (g) |
|--|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| 0 | 51.0 | 6.2 | 91.0 | 64.9 | 213.1 |
| 25 | 60.9 | 7.3 | 108.3 | 69.0 | 245.5 |
| 50 | 65.8 | 8.2 | 107.4 | 73.8 | 255.2 |
| 75 | 55.4 | 8.0 | 102.5 | 69.8 | 235.7 |
| 100 | 55.0 | 6.9 | 106.9 | 67.0 | 235.8 |
| 125 | 53.0 | 7.1 | 95.7 | 63.4 | 219.2 |

4.4. PLANTAS ACAMADAS, QUEBRADAS E COM SINTOMAS DE PODRIDÃO DO CAPÍTULO

As conseqüências do excesso de adubação nitrogenada já foram abordadas anteriormente, associando este fator com o crescimento exagerado, presença de tecidos suculentos e aumento da susceptibilidade de acamamento, quebra e aparecimento de doenças, na maioria dos cultivos (34).

Os percentuais de plantas acamadas, quebradas e com sintomas de podridão do capítulo, para cada tratamento, são apresentados na Tabela 16.

Tabela 16 - Percentual de plantas acamadas, quebradas e com sintomas de podridão do capítulo, avaliadas por ocasião da maturação de colheita do girassol, submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura, em sistema de plantio direto na palha. Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998/99.

| TRATAMENTOS (kg de N.ha ⁻¹) | Plantas acamadas (%) | Plantas quebradas (%) | Plantas com sintoma de podridão do capítulo |
|--|-------------------------|--------------------------|--|
| 0 | 1.4 | 0.5 | 0.7 |
| 25 | 1.5 | 0.0 | 0.5 |
| 50 | 1.2 | 0.6 | 0.6 |
| 75 | 2.3 | 0.6 | 0.8 |
| 100 | 2.0 | 0.7 | 0.2 |
| 125 | 2.0 | 0.2 | 0.6 |
| Média | 1.7 | 0.4 | 0.6 |

A quantidade de plantas acamadas e quebradas não evidenciou efeito da adubação nitrogenada, já que os valores percentuais encontrados não representam perdas significativas para o cultivo do girassol.

A contagem de plantas com sintomas de podridão do capítulo, causada pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, revelou a existência de 0,6% de incidência média na área do experimento. Não foi observada correlação entre o aumento das doses de nitrogênio aplicado em cobertura e a porcentagem de incidência de plantas apresentando sintomas de podridão do capítulo.

4.5. TEORES DE NUTRIENTES NAS FOLHAS

A análise de variância dos dados referentes ao teor de nitrogênio nas folhas de girassol, realizada por meio do teste de F, revelou haver diferença significativa entre os tratamentos. As médias foram submetidas ao teste de

A análise de variância dos dados referentes ao teor de nitrogênio nas folhas de girassol, realizada por meio do teste de F, revelou haver diferença significativa entre os tratamentos. As médias foram submetidas ao teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade (Anexo 12), e os resultados são apresentados na Tabela 17.

Tabela 17 - Teor de nitrogênio nas folhas de girassol coletadas no estágio R₄, submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura, em sistema de plantio direto na palha. Fazenda Agripastos, Palmeira, PR. 1998/99.

| TRATAMENTO (kg de N.ha ⁻¹) | Teor foliar de nitrogênio (g.kg ⁻¹) |
|---|--|
| 0 | 44,8 b |
| 25 | 46,5 a b |
| 50 | 45,7 a b |
| 75 | 49,7 a b |
| 125 | 52,5 a |
| 150 | 51,9 a |

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade para o teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O teor de nitrogênio em folhas de girassol é de 33 a 35 g.kg⁻¹ (34). Para todos os tratamentos foram encontrados valores superiores, sugestivos da existência deste nutriente disponível até mesmo nas parcelas testemunhas. O plano de rotação de culturas e o cultivo sob sistema de plantio direto na palha desde 1976 facilitaram a condição de equilíbrio para disponibilização de nitrogênio proveniente da mineralização da matéria orgânica presente em grande quantidade no solo.

O teor foliar de nitrogênio está diretamente relacionado com o teor de nitrogênio total do solo, a sua mineralização e disponibilidade, bem como a quantidade deste elemento fornecido por meio da prática da adubação (57).

Então, a adubação nitrogenada em cobertura teve influência sobre esta variável e a diferença foi constatada por meio da análise estatística dos dados.

Entretanto, as demais variáveis avaliadas por ocasião do experimento não apresentaram diferenças, visto que, além da nutrição mineral, são muitos os fatores que, interagindo entre si, resultam em diferenças no rendimento e seus componentes, na partição de matéria seca e morfologia da planta.

O histórico da área experimental e os resultados encontrados sugerem que a quantidade mínima de nitrogênio necessária para o desenvolvimento do girassol já estava presente no solo, e que a adubação realizada foi além da necessidade do girassol.

Os teores foliares de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu) e zinco (Zn) não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos (Anexo 12), os resultados de teores foliares de P, K, Ca e Mg são apresentados na Tabela 18.

Tabela 18 - Teores de macronutrientes nas folhas de girassol coletadas no estágio R₄, submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura, em sistema de plantio direto na palha. Fazenda Agripastos, Palmeira, PR, 1998/99.¹

| TRATAMENTO (kg de N.ha ⁻¹) | Teores foliares de macronutrientes (g.kg ⁻¹) | | | |
|---|--|------|------|-----|
| | P | K | Ca | Mg |
| 0 | 4.3 | 37.0 | 17.6 | 4.8 |
| 25 | 5.0 | 36.3 | 16.7 | 5.0 |
| 50 | 4.4 | 35.0 | 17.0 | 4.8 |
| 75 | 5.1 | 36.8 | 16.5 | 4.7 |
| 100 | 5.5 | 36.7 | 16.1 | 4.7 |
| 125 | 5.3 | 34.5 | 15.6 | 4.6 |
| Média | 4.9 | 36.1 | 16.6 | 4.8 |

O teor foliar de P está dentro da faixa de 4 a 7 g.kg⁻¹ indicada por outros autores como ideal para folhas de girassol. (34) apesar do nível de P no solo,

na camada de 10-40 cm ser baixo, conforme o resultado da análise de solos realizada antes da instalação do experimento (Tabela 1).

O teor médio de K nas folhas de girassol pode ser considerado acima da faixa ideal referenciada na literatura como sendo entre 20 a 24 g.kg⁻¹ (34). O K pode estar preso aos grupos carboxílicos e fenólicos da matéria orgânica, na forma trocável, e também no seu interior, sendo liberado pelo processo de mineralização (36). O elevado teor de matéria orgânica do solo onde o experimento foi instalado pode estar relacionado com os altos teores de K nas folhas.

O teor médio de Ca encontrado nas folhas de girassol, de 16,6 g.kg⁻¹, está próximo do limite ideal que situa-se entre 17 e 22 g.kg⁻¹ (34). A condição de baixo pH do solo pode sugerir a diminuição dos teores acumulados nas folhas.

A quantidade de Mg está abaixo do nível normal de 9 a 11 g.kg⁻¹ para folhas de girassol (34). Além da condição de pH do solo não ser ideal para a absorção de Mg, existe a possibilidade de deficiência ocasionada pela competição com outros cátions, neste caso o K (36).

Os resultados de teores foliares de Fe, Mn, Cu e Zn são apresentados na Tabela 19.

Tabela 19 - Teores de micronutrientes nas folhas de girassol coletadas no estádio R₄, submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura, em sistema de plantio direto na palha. Fazenda Agripastos, Palmeira, PR, 1998/99.

| TRATAMENTO (kg de N.ha ⁻¹) | Teores foliares de micronutrientes (mg.kg ⁻¹) | | | |
|---|---|-------|------|------|
| | Fe | Mn | Cu | Zn |
| 0 | 140,5 | 135,3 | 25,8 | 38,3 |
| 25 | 155,0 | 146,5 | 23,8 | 40,3 |
| 50 | 139,3 | 107,3 | 24,8 | 41,8 |
| 75 | 140,0 | 99,0 | 27,0 | 44,3 |
| 100 | 142,5 | 108,0 | 27,5 | 45,5 |
| 125 | 139,3 | 115,3 | 27,5 | 44,8 |
| Média | 142,7 | 118,6 | 26,1 | 72,5 |

Os teores foliares de Fe e Cu encontram-se pouco abaixo da faixa considerada ideal para folhas de girassol. Os teores de Fe são de 150 a 300 mg.kg⁻¹ e de Cu 30 a 50 mg.kg⁻¹, para que as plantas não apresentem deficiência (34).

A quantidade de matéria orgânica presente no solo interfere na disponibilidade de Mn, pela possível formação de complexos insolúveis (36). O teor médio encontrado nas folhas de 118,6 mg.kg⁻¹ está bem abaixo do limite de 300 a 600 mg.kg⁻¹, para o bom estado nutricional das plantas (34).

O teor de Zn nas folhas de 72,5 mg.kg⁻¹, está dentro da faixa de 70 e 140 mg.kg⁻¹, comum em plantas bem nutridas (34).

As plantas não apresentaram sintomas de deficiência a campo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de não haver diferença significativa entre os tratamentos, pode-se observar o aumento na variável rendimento em 11,8% quando comparada a testemunha com o tratamento que forneceu 50 kg.ha^{-1} de nitrogênio, o que representa um incremento de $229,8 \text{ kg.ha}^{-1}$.

Considerando a exigência do girassol quanto ao pH dos solos de, no mínimo 5,2 (54), as condições da área experimental, teoricamente, não poderiam favorecer o bom desenvolvimento do cultivo. O mesmo ocorre com a saturação de bases, considerada baixa, no entanto, o rendimento médio foi de 2053 kg.ha^{-1} , superior à média de 1.899 kg.ha^{-1} nos Estados do Rio Grande do Sul, de Santa Catarina e do Paraná, obtido pela Rede Oficial de Avaliação de Genótipos de Girassol (54).

A possível falta de água disponível para o cultivo do girassol proporcionada pelas condições climáticas durante o período do experimento não evidenciaram efeito negativo sobre o rendimento, o que sugere que as condições de solo sob sistema de plantio direto na palha desde 1976 puderam amenizar os efeitos de pequenos períodos de estresse hídrico, pela capacidade de retenção de água e equilíbrio de temperatura do solo.

A quantidade de matéria orgânica pode ser responsável pelo equilíbrio nutricional das plantas, principalmente no que diz respeito ao nitrogênio.

É possível que o sistema de plantio direto na palha e o plano de rotação de culturas adotado na área de realização do experimento, apresentem como resultante do tempo, equilíbrio nas características físicas, químicas e biológicas do solo que favorecem os cultivos.

5. CONCLUSÕES

- A adubação nitrogenada em cobertura, em sistema de plantio direto na palha, nas condições do experimento, não alterou o rendimento de grãos, seus componentes, o índice de colheita aparente, o teor de óleo nos aquênios, as características morfológicas da planta e a partição de matéria seca do girassol.
- Não foi comprovado aumento no percentual de plantas acamadas, quebradas ou com sintomas de podridão do capítulo, mesmo na aplicação das maiores doses de nitrogênio.
- O nitrogênio aplicado em cobertura no cultivo de girassol sob sistema de plantio direto na palha alterou o teor de N nas folhas, mas não alterou os teores de P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu e Zn.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMADO, T. J. C.; FERNANDEZ, S. B.; MIELNICZUK, J. Nitrogen availability as affected by ten years of cover crop and tillage systems in southern Brazil. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v. 53, n. 3, p. 268-271, 1998.
2. BAKER, C. J.; SAXTON, K. E.; RITCHIE, W. R. **No-tillage seeding: science and practice**. Cambridge: Ama Graphics, 1996. 258 p.
3. BALOTA, E. L.; COLOZZI FILHO, A. Atividade Microbiana em Solos Sob Plantio Direto. In: **Curso sobre Siembra Directa**. Encarnación: CRIA, 1997. p. 85-102.
4. BAYER, C. ; MIELNICZUK, J. Nitrogênio total de um solo submetido a diferentes métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, p. 235-239, 1997.
5. BAYER, C.; SCHENEIDER, N. G. Plantio direto e o aumento no conteúdo de matéria orgânica do solo em pequenas propriedades rurais no município de Teutônia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 155-166, 1999.
6. BEUTLER, A. N.; ELTZ, F. L. F.; BRUM, A. C. R. de.; LOVATO, T. Fornecimento de nitrogênio por plantas de cobertura de inverno e verão para o milho em sistema de plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 4, 555-560, 1997.
7. BORKERT, C. M.; LANTMANN, A. F. Fertilidade do solo em plantio direto: aspectos gerais, nitrogênio, fósforo, potássio e calagem. In: FANCELLI, A. L. **Plantio direto**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1987. p. 35-47.
8. BORKERT, C. M.; SFREDO, G. J.; FARIAS, J. R. B.; CASTRO, C. de.; SPOLADORI, C. L.; TUTIDA, F. Efeito residual de adubação potássica sobre girassol e milho, em três diferentes latossolos roxos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 12, p. 1227-1234, 1997.
9. CARTES, J. F. **Sunflower science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, 1978. 505 p. (Series Agronomy, 19)
10. CASTIGLIONI, V. B. R. et al. **Fases de desenvolvimento da planta de girassol**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1994. 24 p. (Documentos, 58)
11. CASTRO, de C. et al. Fertilização N, P e K em Girassol. In: REUNIÃO NACIONAL DE GIRASSOL. (X.: 1993 : Goiânia). Goiânia: IAC/EMBRAPA/ITAL. 1993. 47 p.

12. CASTRO, de C. et al. **A Cultura do girassol**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1997. 36 p. (Circular Técnica, 13)
13. DALAL, R. C. Long-term effects of no-tillage, crop residue and nitrogen application on properties of a vertisol. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 53, p. 1511-1515, 1989.
14. DEIBERT, E. J. Sunflower production comparisons with conventional and reduced tillage systems. **North Dakota Farm Research**, v. 44, v. 5, p. 25-29, 1987.
15. DEIBERT, E. J. ; UTTER, R. A. Sunflower growth and nutrient uptake: Response to tillage system, hybrid maturity and weed control method. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v. 53, p. 133-138, 1989.
16. DERPSH, R. et al. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo**. Eschborn: GTZ, 1991. 292 p.
17. DICK, W. A. Influence of long-term tillage and crop rotation combinations on soil enzyme activities. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 48, p. 569-574, 1984.
18. EMBRAPA/CNPSo. **Indicações técnicas para o cultivo do girassol**. Londrina, 1983. 40 p. (Documentos, 3)
19. EMBRAPA/CNPSo. **Informes da avaliação de genótipos de girassol, 1996/97 e 1997**. Londrina, 1997. 116 p. (EMBRAPA – CNPSo. Documentos, 110)
20. FLECK, N. G.; SILVA, P. R. F da. Efeitos da época de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do girassol, com e sem controle de plantas daninhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 6, p. 669-676, 1989.
21. FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Londrina, 1984. 45 p.
22. HECKLER, J. C. ; SILVA, P. R. F. da. Sistemas de sucessão e rotação de culturas de estação estival de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 9, p. 1069-1076, 1985.
23. HEINZMANN, F. X. Resíduos culturais de inverno e assimilação de nitrogênio por culturas de verão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 9, p. 1021-1030, 1985.
24. HILDEBRAND, C. et al. **Manual de análise química de solos e plantas**. Curitiba: UFPR, 1977. 254p.

25. HOLTZ, G. P. **Dinâmica da decomposição da palhada e da distribuição do carbono, nitrogênio e fósforo numa rotação de culturas sob plantio direto na região de Carambeí (PR)**. Curitiba, 1995. Tese de Mestrado. Ciências de Solo, Universidade Federal do Paraná.
26. KOCHHANN, R. A. Alterações das características físicas, químicas e biológicas do solo sob sistema de plantio direto. In: I CONFERÊNCIA ANUAL DE PLANTIO DIRETO (Resumos). Passo Fundo, 4 a 7 de setembro de 1996, p. 17-25, 1996.
27. KOELHER, H. S. **Estatística experimental**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1998, 124 p.
28. KRUGER, H. R. Sistemas de lambranza y variacion de propiedades químicas en un Haplustol entico. **Ciência del Suelo**, Buenos Aires, v. 14, n.1, p.53-55, 1996.
29. LATHWELL, D. J.; BOULDIN, D. R. Soil organic matter and soil nitrogen behaviour in cropped soils. **Tropical Agriculture**, Survey, v. 58, p. 341-348, 1981.
30. LEITE, R. M. V. B. C. **Doenças do girassol**. Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 1997. 68 p. (Circular Técnica, 19)
31. LOPEZ BELLIDO, L.; LOPEZ GARRIDO, F. J.; FUENTES, M.; CASTILLO, J. E.; FERNANDEZ, E. J. Influence of tillage, crop rotation and nitrogen fertilization on soil organic matter and nitrogen underrain-fed Mediterranean conditions. **Soil and tillage research**, Cordoba, v. 43, n. 3-4, p. 277-293. 1997.
32. MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: Banco de Desenvolvimento do Paraná, UFPR, Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas, 1968. 350 p.
33. MACHADO, P. R. **Absorção de nutrientes por duas cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.) em função da idade e adubação, em condições de campo**. Piracicaba, 1979. Tese de Mestrado. Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz.
34. MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.
35. MENGEL, D. B.; NELSON, D. W.; HUBER, D. M. Placement of nitrogen fertilizer for no-till and conventional till corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, p. 515-518, 1982.
36. MENGEL, K. e KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 3. ed. Bern: International Potash Institute, 1982. 655 p.

37. MIGLIERINA, P. A. et al. Comparacion de dos sistemas de lanbranza sobre algunas propiedades edaficas de un entic hapludoll de la region subhumeda de Argentina. **Agricultura Tecnica Santiago**, Bahia Blanca, v. 55, n. 3-4, p. 283-287, 1995.
38. MUNDSTOCK, C. M.; ZAGONEL, J. Perfil de área foliar de duas cultivares de girassol sob doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 6, p. 847-851, 1994.
39. MUZILLI, O. Manejo da fertilidade do Solo. In: Fundação Instituto Agrônômico do Paraná. **Plantio direto no Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1981. p. 43-58. (Circular, 23)
40. MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, n. 7, p. 95-102, 1983.
41. MUZILLI, O. Fertilidade do solo em plantio direto. In: FANCELLI, A. L. **Atualização em plantio direto**. Campinas: Fundação Cargil, 1985, p. 147-160.
42. OLIVEIRA, M. F. Cresce o interesse pelo plantio de girassol. **O Estado do Paraná**. Curitiba, 28 nov. 1998.
43. OLIVEIRA, S. A. Avaliação da disponibilidade de N no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, n. 24, v.2, p. 131-148, 1989.
44. OLMOS, I. L. J. *et al.* **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná**. Londrina: EMBRAPA/SNLCS/SUDESUL/IAPAR, 1984. 412 p. (Boletim Técnico, 57)
45. PEIXOTO, R. T. G. Manejo Orgânico da Fertilidade do Solo no Sistema de Plantio Direto. In: **Plantio Direto: o caminho para uma agricultura sustentável**. Ponta Grossa: IAPAR, 1996. p. 186-205.
46. PHILLIPS, S. H.; YONG, H. M. **No-tillage farming**. Milwaukee: Reiman, 1973. 224 p.
47. PIMENTEL, M. O Brasil descobre o girassol. **Manchete Rural**, Rio de Janeiro, agosto de 1998.
48. PÖTTKER, D.; ROMAN, E. Efeito de resíduos de culturas e do pousio de inverno sobre a resposta do milho a nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 5, p. 763-770, 1994.
49. PRIMAVESI, O. **Fatores limitantes da produtividade agrícola e plantio direto**. São Paulo: BASF, 1985. 56 p.

50. RAJKOVIC, Z.; VREBALOV, T.; BOGDANOVIC, D. Method of nitrogen fertilization and yield of sunflower hybrid NS-H-26-RM. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL DEL GIRASOL, 9., 1980, Terremolinos, Málaga-España. Córdoba: Instituto Nacional de Investigaciones Agrárias, 1980. T. 2, p. 192-196.
51. RICE, C. W. ; SMITH, M. S. Denitrification in no-till and plowed soil. **Soil Science Society America Journal**, Madison, v. 46, p. 1168-1173, 1982.
52. RODRIGUES, M. B. KIEHL, J. C. Volatilização de amônia após emprego de uréia em diferentes doses e modos de aplicação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, n. 10, p. 37-43, 1986.
53. ROSSI, R. O. **Adubação em girassol**. São Miguel do Oeste: Santa Catarina, 1991. 31 p.
54. _____. **Girassol**. Curitiba: Tecnoagro, 1998. 333p.
55. SÁ, J. C. M. **Manejo da Fertilidade do Solo no Plantio Direto**. Castro: Fundação ABC, 1993. 96 p.
56. _____. Nitrogênio: Transformações no solo, mobilização e imobilização. In: CURSO SOBRE MANEJO DO SOLO NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO. (1995: Castro) **Anais...** Castro: Fundação ABC, 1995. p. 204-210.
57. SAMENI, A. M.; MAFTOUN, M.; HOJJATI, S. M. SHEIBANY, B. Effect of fertilizer-N and herbicides on the growth and N content of sunflower. **Agronomy Journal**, Madison, v. 68, p. 285-288. 1976.
58. SANGOI, L. ; KRUSE, N. D. Comportamento de cultivares de girassol em diferentes épocas de semeadura no planalto catarinense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 81-91, 1993.
59. SCHIMIDT, E. ; SILVA, P. R. F da. Efeito da densidade e arranjo de plantas de girassol. II características agrônômicas e interceptação de radiação solar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 8, 853-863, 1986.
60. SCHNEITER, A. A.; MILLER, J. F. Description of sunflower grow stages. **Crop Science**. n. 21, v. 6, p. 901-903, 1981.
61. SFREDO, G. J.; CAMPO, R. J. SARRUGE, J. R. **Girassol: nutrição mineral e adubação**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1984, 36 p. (Circular técnica, 8)
62. SFREDO, G. J.; SARRUGE, J. R. HAAG, H. P. Acúmulo de matéria seca por duas cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.), em função da idade e da adubação. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 40, n. 1, p. 21-36, 1984.

63. SILVA, A. J. da.; LIMA JÚNIOR, M. A.; FERREIRA, N. C. M.; FRAGA, V da S. Perdas de amônia por volatilização proveniente da uréia aplicada a solos dos trópicos úmidos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, p. 141-144, 1995.
64. SILVA, P. R F. da; RIZZARDI, M. A.; TREZZI, M. M.; ALMEIDA, M. L. de. Densidade e arranjo de plantas em girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 6, p. 797-810, 1995.
65. SILVA, P. R. F. da; WENDT, W.; ROCHA, A. B. da. Manejo do solo e adubação na cultura do girassol em sucessão à aveia-preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 6, p. 641-647, 1997.
66. SINCLAIR, T. R. Historical changes in harvest index and crop nitrogen accumulation. **Crop Science**. v. 38, n. 3, 638-643, 1998.
67. TEIXEIRA, L. A. J. ; TESTA, V. M.; MIELNICZUK, J. Nitrogênio do solo, nutrição e rendimento de milho afetados por sistemas de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, n. 18, p. 207-214, 1994.
68. THOMAS, G. W. et al. Effect of a killed soil mulch on nitrate movement and corn yield. **Agronomy Journal**, Madison, n. 65, p. 736-739, 1973.
69. TOMÉ, J. B. Jr. **Manual para interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247 p.
70. TOUCHTON, J. T.; HARGROVE, W. L. Nitrogen sources and methods of application for no-tillage corn production. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, n. 5, p. 823-826, 1982.
71. TROECH, F. R.; THOMPSON, L. M. **Soils and soil fertility**. 5. ed. Oxford: Oxford University Press, 1993. 462 p.
72. UNGARO, M. R. G. Calagem e nutrição do girassol. In: REUNIÃO NACIONAL DE GIRASSOL (X.: Goiânia, 1993) Goiânia, 1993. p. 15-17.
73. UNGARO, M. R. G. et al. Resposta de Parâmetros Fisiológicos de Girassol a diferentes doses de N. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL. (XII.: 1997: Campinas). Campinas: IAC/ITAL, 1997. p. 39-41.
74. UNGARO, M. R. G. O girassol no Brasil. **O Agrônomo**, Campinas, n. 35, p. 43-62. 1982.
75. VRANCEANU, A. V. **El Girassol**. Madrid: Mundi-Prensa, 1977. 379 p.
76. YAMADA, T. **Adubação nitrogenada do milho**: quando, como e quanto aplicar? Piracicaba: POTAFÓS, 1996. p. 1-5. (Informações Agronômicas, 74)

77. ZAGONEL, J.; MUNDSTOCK, C. M. Doses e época de aplicação de nitrogênio em cobertura em duas cultivares de girassol. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, n. 26, v. 9, p. 1487-1492, 1991.

ANEXOS

LISTA DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| ANEXO 1 - Análise de variância dos dados referentes a população, rendimento de grãos, seus componentes, índice de colheita aparente e teor de óleo nos aquênios..... | 57 |
| ANEXO 2 - Análise de variância dos dados referentes às variáveis morfológicas de girassol no estádio V ₈ | 57 |
| ANEXO 3 - Análise de variância dos dados referentes às variáveis morfológicas de girassol no estádio V ₁₇ | 58 |
| ANEXO 4 - Análise de variância dos dados referentes às variáveis morfológicas de girassol no estádio R ₁ | 58 |
| ANEXO 5 - Análise de variância dos dados referentes às variáveis morfológicas de girassol no estádio R _{5,5} | 59 |
| ANEXO 6 - Análise de variância dos dados referentes às variáveis morfológicas de girassol no estádio R ₇ | 59 |
| ANEXO 7 - Análise de variância dos dados referentes à partição de matéria seca de girassol no estádio V ₈ | 60 |
| ANEXO 8 - Análise de variância dos dados referentes à partição de matéria seca de girassol no estádio V ₁₇ | 60 |
| ANEXO 9 - Análise de variância dos dados referentes à partição de matéria seca de girassol no estádio R ₁ | 61 |
| ANEXO 10 - Análise de variância dos dados referentes à e partição de matéria seca de girassol no estádio R _{5,5} | 61 |
| ANEXO 11 - Análise de variância dos dados referentes à partição de matéria seca de girassol no estádio R ₇ | 62 |
| ANEXO 12 - Análise de variância dos dados referentes aos teores de macro e micronutrientes em folhas de girassol no estádio R ₄ | 62 |

ANEXO 1 - Análise de variância dos dados referentes a população, rendimento de grãos, seus componentes, índice de colheita aparente e teor de óleo nos aquênios.

| Fontes de Variação | Graus de Liberdade | Quadrados Médios | | | | | |
|------------------------------|--------------------|------------------|------------------------|-----------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------|
| | | População | Rendimento de grãos | Índice de colheita aparente | Massa de 1000 aquênios | Aquênios por capítulo | Teor de óleo nos aquênios |
| Blocos | 3 | 0,11 | 5823,27 ^{ns} | 0,000 ^{ns} | 7,72 ^{ns} | 1169,12 ^{ns} | 0,72 ^{ns} |
| Tratamentos | 5 | 0,18 | 59853,08 ^{ns} | 0,003 ^{ns} | 9,53 ^{ns} | 3633,78 ^{ns} | 0,80 ^{ns} |
| Erro | 15 | 0,11 | 20431,07 ^{ns} | 0,001 ^{ns} | 31,34 ^{ns} | 3266,40 ^{ns} | 1,75 ^{ns} |
| Coeficiente de Variação (%) | | 7,36 | 6,96 | 9,58 | 8,19 | 12,35 | 3,17 |
| Teste de Bartlett - χ^2 | | 3,77 | 1,75 | 4,49 | 4,03 | 7,43 | 3,29 |

^{ns} não significativo em nível de 5% de probabilidade para o teste de F

ANEXO 2 - Análise de variância dos dados referentes às variáveis morfológicas de girassol no estágio V₈.

| Fontes de Variação | Graus de Liberdade | Quadrados Médios | | | | |
|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------------|-----------------------|
| | | Número de folhas | Altura da planta | Diâmetro do caule | Área foliar | Índice de área foliar |
| Blocos | 3 | 0,01 ^{ns} | 3,90 ^{ns} | 0,09 ^{ns} | 50877,00 ^{ns} | 0,01 ^{ns} |
| Tratamentos | 5 | 0,11 ^{ns} | 0,90 ^{ns} | 0,02 ^{ns} | 8924,67 ^{ns} | 0,00 ^{ns} |
| Erro | 15 | 0,23 ^{ns} | 2,44 ^{ns} | 0,09 ^{ns} | 107448,87 ^{ns} | 0,02 ^{ns} |
| Coeficiente de Variação (%) | | 5,68 | 13,10 | 17,05 | 36,90 | 34,46 |
| Teste de Bartlett - χ^2 | | 8,75 | 3,96 | 7,06 | 2,18 | 2,09 |

^{ns} não significativo em nível de 5% de probabilidade para o teste de F

ANEXO 3 - Análise de variância dos dados referentes às variáveis morfológicas de girassol no estágio V₁₇.

| Fontes de Variação | Graus de Liberdade | Quadrados Médios | | | | |
|------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------|
| | | Número de folhas | Altura da planta | Diâmetro do caule | Área foliar | Índice de área foliar |
| Blocos | 3 | 0,17 ^{ns} | 17,16 ^{ns} | 0,52 ^{ns} | 1532129,15 ^{ns} | 0,48 ^{ns} |
| Tratamentos | 5 | 2,07 ^{ns} | 20,79 ^{ns} | 0,65 ^{ns} | 1384040,04 ^{ns} | 0,41 ^{ns} |
| Erro | 15 | 3,33 ^{ns} | 38,49 ^{ns} | 0,87 ^{ns} | 1898423,82 ^{ns} | 0,30 ^{ns} |
| Coeficiente de Variação (%) | | 10,54 | 17,54 | 15,94 | 28,19 | 24,95 |
| Teste de Bartlett - χ^2 | | 2,38 | 4,24 | 4,12 | 4,00 | 3,81 |

^{ns} não significativo em nível de 5% de probabilidade para o teste de F

ANEXO 4 - Análise de variância dos dados referentes às variáveis morfológicas de girassol no estágio R₁.

| Fontes de Variação | Graus de Liberdade | Quadrados Médios | | | | |
|------------------------------|--------------------|---------------------|----------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------|
| | | Número de folhas | Altura da planta | Diâmetro do caule | Área foliar | Índice de área foliar |
| Blocos | 3 | 1,63 ^{ns} | 53,40 ^{ns} | 2,05 ^{ns} | 3024602,54 ^{ns} | 0,81 ^{ns} |
| Tratamentos | 5 | 11,26 ^{ns} | 80,58 ^{ns} | 1,94 ^{ns} | 20202028,91 ^{ns} | 3,90 ^{ns} |
| Erro | 15 | 3,95 ^{ns} | 102,88 ^{ns} | 1,94 ^{ns} | 10207252,91 ^{ns} | 1,78 ^{ns} |
| Coeficiente de Variação (%) | | 7,35 | 16,25 | 15,41 | 29,29 | 27,37 |
| Teste de Bartlett - χ^2 | | 2,97 | 3,94 | 5,83 | 3,85 | 5,28 |

^{ns} não significativo em nível de 5% de probabilidade para o teste de F

ANEXO 5 - Análise de variância dos dados referentes às variáveis morfológicas de girassol no estádio R_{5.5}.

| Fontes de Variação | Graus de Liberdade | Quadrados Médios | | | | | |
|------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------|
| | | Número de folhas | Altura da planta | Diâmetro do caule | Área foliar | Índice de área foliar | Diâmetro do capítulo |
| Blocos | 3 | 5,68 ^{ns} | 12,09 ^{ns} | 6,86 ^{ns} | 6959944,50 ^{ns} | 3,67 ^{ns} | 1,43 ^{ns} |
| Tratamentos | 5 | 5,42 ^{ns} | 18,89 ^{ns} | 6,35 ^{ns} | 7351880,97 ^{ns} | 4,23 ^{ns} | 4,14 ^{ns} |
| Erro | 15 | 4,40 ^{ns} | 14,27 ^{ns} | 4,16 ^{ns} | 19087858,77 ^{ns} | 4,75 ^{ns} | 1,64 ^{ns} |
| Coeficiente de Variação (%) | | 5,57 | 2,33 | 9,46 | 12,91 | 14,33 | 13,36 |
| Teste de Bartlett - χ^2 | | 6,71 | 8,56 | 5,18 | 2,06 | 2,04 | 3,70 |

^{ns} não significativo em nível de 5% de probabilidade para o teste de F

ANEXO 6 - Análise de variância dos dados referentes às variáveis morfológicas de girassol no estádio R₇.

| Fontes de Variação | Graus de Liberdade | Quadrados Médios | | | | | |
|------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------|
| | | Número de folhas | Altura da planta | Diâmetro do caule | Área foliar | Índice de área foliar | Diâmetro do capítulo |
| Blocos | 3 | 17,18 ^{ns} | 28,79 ^{ns} | 2,40 ^{ns} | 25439181,94 ^{ns} | 6,73 ^{ns} | 0,83 ^{ns} |
| Tratamentos | 5 | 4,70 ^{ns} | 43,29 ^{ns} | 4,59 ^{ns} | 10512696,00 ^{ns} | 4,26 ^{ns} | 2,67 ^{ns} |
| Erro | 15 | 6,27 ^{ns} | 25,66 ^{ns} | 2,04 ^{ns} | 9515855,64 ^{ns} | 1,97 ^{ns} | 1,36 ^{ns} |
| Coeficiente de Variação (%) | | 6,86 | 3,19 | 7,17 | 15,11 | 15,27 | 6,83 |
| Teste de Bartlett - χ^2 | | 6,36 | 2,20 | 8,71 | 9,97 | 5,63 | 9,91 |

^{ns} não significativo em nível de 5% de probabilidade para o teste de F

ANEXO 7 - Análise de variância dos dados referentes à partição de matéria seca de girassol no estágio V₈.

| Fontes de Variação | Graus de Liberdade | Quadrados Médios | | | |
|------------------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|
| | | Massa seca de caule | Massa seca de peciolo | Massa seca de folha | Massa seca total |
| Blocos | 3 | 0,01 ^{ns} | 0,001 ^{ns} | 0,03 ^{ns} | 0,05 ^{ns} |
| Tratamentos | 5 | 0,00 ^{ns} | 0,001 ^{ns} | 0,02 ^{ns} | 0,03 ^{ns} |
| Erro | 15 | 0,02 ^{ns} | 0,003 ^{ns} | 0,07 ^{ns} | 0,18 ^{ns} |
| Coeficiente de Variação (%) | | 40,44 | 47,58 | 31,55 | 33,48 |
| Teste de Bartlett - χ^2 | | 5,59 | 5,38 | 5,45 | 4,53 |

^{ns} não significativo em nível de 5% de probabilidade para o teste de F

ANEXO 8 - Análise de variância dos dados referentes à partição de matéria seca de girassol no estágio V₁₇.

| Fontes de Variação | Graus de Liberdade | Quadrados Médios | | | |
|------------------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|
| | | Massa seca de caule | Massa seca de peciolo | Massa seca de folha | Massa seca total |
| Blocos | 3 | 0,55 ^{ns} | 0,20 ^{ns} | 0,32 ^{ns} | 2,63 ^{ns} |
| Tratamentos | 5 | 0,69 ^{ns} | 0,22 ^{ns} | 0,95 ^{ns} | 4,71 ^{ns} |
| Erro | 15 | 1,19 ^{ns} | 0,25 ^{ns} | 2,45 ^{ns} | 9,43 ^{ns} |
| Coeficiente de Variação (%) | | 31,80 | 32,89 | 29,80 | 30,09 |
| Teste de Bartlett - χ^2 | | 3,24 | 1,63 | 4,12 | 3,05 |

^{ns} não significativo em nível de 5% de probabilidade para o teste de F

ANEXO 9 - Análise de variância dos dados referentes à partição de matéria seca de girassol no estádio R₁.

| Fontes de Variação | Graus de Liberdade | Quadrados Médios | | | |
|------------------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| | | Massa seca de caule | Massa seca de peciolo | Massa seca de folha | Massa seca total |
| Blocos | 3 | 3,93 ^{ns} | 0,33 ^{ns} | 2,06 ^{ns} | 14,40 ^{ns} |
| Tratamentos | 5 | 5,57 ^{ns} | 0,65 ^{ns} | 7,12 ^{ns} | 33,35 ^{ns} |
| Erro | 15 | 3,54 ^{ns} | 0,38 ^{ns} | 3,25 ^{ns} | 15,15 ^{ns} |
| Coeficiente de Variação (%) | | 21,71 | 22,37 | 18,60 | 18,39 |
| Teste de Bartlett - χ^2 | | 1,31 | 2,90 | 1,57 | 0,24 |

^{ns} não significativo em nível de 5% de probabilidade para o teste de F

ANEXO 10 - Análise de variância dos dados referentes à e partição de matéria seca de girassol no estádio R_{5.5}.

| Fontes de Variação | Graus de Liberdade | Quadrados Médios | | | | |
|------------------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| | | Massa seca de caule | Massa seca de peciolo | Massa seca de folha | Massa seca de capítulo | Massa seca total |
| Blocos | 3 | 195,86 ^{ns} | 2,36 ^{ns} | 1044,46 ^{ns} | 0,71 ^{ns} | 2014,24 ^{ns} |
| Tratamentos | 5 | 451,22 ^{ns} | 2,24 ^{ns} | 1204,84 ^{ns} | 3,47 ^{ns} | 3345,07 ^{ns} |
| Erro | 15 | 299,45 ^{ns} | 4,33 ^{ns} | 525,91 ^{ns} | 1,52 ^{ns} | 1597,07 ^{ns} |
| Coeficiente de Variação (%) | | 25,18 | 23,24 | 16,74 | 8,79 | 17,46 |
| Teste de Bartlett - χ^2 | | 3,11 | 10,13 | 7,90 | 4,80 | 5,61 |

^{ns} não significativo em nível de 5% de probabilidade para o teste de F

ANEXO 11 - Análise de variância dos dados referentes à partição de matéria seca de girassol no estádio R₇.

| Fontes de Variação | Graus de Liberdade | Quadrados Médios | | | | |
|------------------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
| | | Massa seca de caule | Massa seca de peciolo | Massa seca de folha | Massa seca de capítulo | Massa seca total |
| Blocos | 3 | 31,73 ^{ns} | 6,77 ^{ns} | 237,45 ^{ns} | 44,99 ^{ns} | 454,19 ^{ns} |
| Tratamentos | 5 | 120,27 ^{ns} | 2,21 ^{ns} | 202,53 ^{ns} | 55,91 ^{ns} | 994,51 ^{ns} |
| Erro | 15 | 51,21 ^{ns} | 0,80 ^{ns} | 148,78 ^{ns} | 28,79 ^{ns} | 415,89 ^{ns} |
| Coeficiente de Variação (%) | | 12,59 | 12,26 | 11,96 | 7,89 | 8,71 |
| Teste de Bartlett - χ^2 | | 3,62 | 1,14 | 9,21 | 3,50 | 5,59 |

^{ns} não significativo em nível de 5% de probabilidade para o teste de F

ANEXO 12 - Análise de variância dos dados referentes aos teores de macro e micronutrientes em folhas de girassol no estádio R₄.

| Fontes de Variação | Graus de Liberdade | Quadrados Médios | | | | | | | | |
|------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|
| | | N | P | K | Ca | Mg | Fe | Mn | Cu | Zn |
| Blocos | 3 | 41,23 ^{**} | 0,86 ^{ns} | 6,66 ^{ns} | 0,94 ^{ns} | 0,11 ^{ns} | 341,94 ^{ns} | 255,15 ^{ns} | 8,49 ^{ns} | 22,04 ^{ns} |
| Tratamentos | 5 | 43,76 ^{**} | 1,02 ^{ns} | 4,36 ^{ns} | 2,03 ^{ns} | 0,08 ^{ns} | 149,80 ^{ns} | 1353,74 ^{ns} | 9,74 ^{ns} | 32,64 ^{ns} |
| Erro | 15 | 8,88 ^{ns} | 1,04 ^{ns} | 11,41 ^{ns} | 1,34 ^{ns} | 0,19 ^{ns} | 419,18 ^{ns} | 1199,72 ^{ns} | 7,12 ^{ns} | 23,37 ^{ns} |
| Coeficiente de Variação (%) | | 6,15 | 20,65 | 9,37 | 6,96 | 9,29 | 14,34 | 29,22 | 10,25 | 11,39 |
| Teste de Bartlett - χ^2 | | 2,62 | 3,36 | 5,36 | 10,46 | 3,91 | 8,91 | 7,05 | 5,86 | 8,81 |

^{ns} não significativo em nível de 5% de probabilidade para o teste de F

^{**} significativo em nível de 5% de probabilidade para o teste de F