

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**  
**CIÊNCIA DO SOLO**

**DISSERTAÇÃO**

**Produção de Óleo e Avaliações Metabólicas em  
Genótipos de Girassol (*Helianthus annuus* L.) sob  
Diferentes Manejos e Doses de Nitrogênio**

**Janiélio Gonçalves da Rocha**

**2013**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
CIÊNCIA DO SOLO**

**PRODUÇÃO DE ÓLEO E AVALIAÇÕES METABÓLICAS EM  
GENÓTIPOS DE GIRASSOL (*HELIANTHUS ANNUUS* L.) SOB  
DIFERENTES MANEJOS E DOSES DE NITROGÊNIO**

**Janiélio Gonçalves da Rocha**

*Sob a Orientação da Professora*  
**Sonia Regina de Souza**

*e Co-orientação do Professor*  
**André Marques dos Santos**

Dissertação submetida como  
requisito parcial para obtenção do  
grau de **Mestre em Ciências**, no  
Curso de Pós-Graduação em  
Agronomia, Área de Concentração  
em Ciência do Solo

Seropédica, RJ  
Fevereiro de 2013

635.93399  
R672p  
T

Rocha, Janiélio Gonçalves da, 1980-  
Produção de óleo e avaliações metabólicas em genótipos de girassol (*Helianthus annuus* L.) sob diferentes manejos e doses de nitrogênio / Janiélio Gonçalves da Rocha. – 2013. 87 f.: il.

Orientador: Sonia Regina de Souza.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Ciência do Solo.

Bibliografia: f. 40-45.

1. Girassol – Cultivo - Teses. 2. Girassol – Genética – Teses. 3. Nitrogênio na agricultura – Teses. 4. Nitrogênio – Fixação - Teses. 5. Óleo de girassol – Teses. 6. Óleos vegetais como combustível – Teses. I. Souza, Sonia Regina, 1962- II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Ciência do Solo. III. Título.

É permitida a cópia parcial ou total desta dissertação, desde que seja citada a fonte.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – CIÊNCIA DO SOLO**

**JANIÉLIO GONÇALVES DA ROCHA**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Agronomia e Ciência do Solo, área de Concentração em Ciência do Solo.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 28/02/2012

---

Sonia Regina de Souza. Dr<sup>a</sup>. UFRRJ)  
(Orientadora)

---

Ednaldo da Silva Araújo. Dr. EMBRAPA-Agrobiologia

---

André von Randow de Assis. Dr. UFRRJ

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado saúde, força e sabedoria para chegar até aqui; Agradeço aos meus pais José Benedito Gonçalves e Maria de Fátima Gonçalves da Rocha por todos os sacrifícios que fizeram para que eu realizasse os meus sonhos, aos meus irmãos Janilson, Josan e Jaídson pela confiança e o apoio que eles me deram;

À Camila, minha linda, que esteve do meu lado durante esse período, me dando carinho, conselhos e ajuda sempre que precisei;

À Prof<sup>a</sup> Sonia, por ter me acolhido durante este período de mestrado sob a sua orientação, por acreditar no meu trabalho, pelos ensinamentos e acima de tudo o carinho que tem com seus orientados e com a pesquisa;

Ao Prof<sup>o</sup> André Marques, pelas valiosas conversas e sugestões durante o período de desenvolvimento do trabalho;

Ao Prof. Manlio, pelo incentivo e os ensinamentos sobre pesquisa científica;

Ao Prof. Leandro pela amizade, e assessoria na condução dos experimentos;

À Elvia Mariam, pelo incentivo e conselhos durante os trabalhos experimentais;

Aos estudantes de graduação e pós-graduação do Laboratório de Nutrição Mineral e de Bioquímica de Plantas que contribuíram para a realização deste trabalho, que aqui prefiro omitir os nomes para evitar a injustiça de esquecer algum. Agradeço de coração, pelo companheirismo, ajuda na condução dos experimentos, conselhos, brincadeiras, enfim, pela amizade e o carinho de todos;

À UFRRJ pelo acolhimento em todos esses anos que passei aqui;

Ao curso de Pós-graduação em Agronomia - Ciência do Solo, e sua coordenação e secretaria pela atenção com que fui tratado;

A CAPES, PETROBRÁS e ao CNPq pela bolsa concedida e financiamento do trabalho de pesquisa;

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

*Muito Obrigado!*

## **BIOGRAFIA**

Janiélio Gonçalves da Rocha nasceu no município de Felisburgo-MG, no dia 16 de março de 1980. Concluiu o ensino médio em 1999, na Escola Estadual de Felisburgo-MG. Em 2005 ingressou no curso de graduação em Engenharia Agrônoma da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, concluindo-o em 2010. Durante a graduação foi bolsista de Iniciação Científica (PROIC/CNPq) no período de 2008 a 2009 sob a orientação do professor Rubens Nei Busquet do Departamento de Fitotecnia. Em março de 2011 ingressou no mestrado do curso de Pós-Graduação em Agronomia - Ciência do Solo da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, desenvolvendo seu trabalho na área de Bioquímica e Nutrição de Plantas.

## RESUMO

ROCHA, Janiélío Gonçalves da. **Produção de óleo e avaliações metabólicas em genótipos de girassol (*Helianthus annuus* L.) sob diferentes manejos e doses de nitrogênio.** 2013. 72f. Dissertação (Mestrado em Agronomia Ciência do Solo). Instituto de Agronomia, Departamento de Solo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2013.

O girassol (*Helianthus annuus* L) é uma oleaginosa anual, pertencente à família Asteraceae. Apresenta características importantes, como sistema radicular pivotante e bastante ramificado, o que favorece uma considerável reciclagem de nutrientes. Dentre as oleaginosas com importância agroenergética, o girassol tem se destacado como uma opção promissora, pois apresenta elevados teores de óleo nos seus aquênios, com particularidades que possibilitam a sua utilização na indústria de combustível. Uma das limitações na produtividade é o fornecimento de nutrientes, sendo o nitrogênio o mais limitante para o crescimento vegetativo, metabolismo e rendimento do óleo de girassol. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a absorção e o metabolismo do nitrogênio, bem como o rendimento em óleo de três genótipos de girassol cultivados sob diferentes níveis desse nutriente em solução nutritiva e campo. Foram instalados dois experimentos, o primeiro com plantas jovens do genótipo BRS 324 em solução nutritiva e condições controladas em câmara de crescimento, no qual as plantas foram submetidas a duas concentrações de nitrogênio (0,2 e 2,0 mM) sob as formas nítricas ou amoniacais. Foram avaliados os parâmetros cinéticos de absorção ( $K_M$  e  $V_{máx}$ ) e o metabolismo de N na planta. O outro experimento foi conduzido em condições de campo com três genótipos: BRS 324, Catissol 01 e Neon; seis combinações de doses de nitrogênio (0, 10, 30, 50, 90, 130 kg de N ha<sup>-1</sup>) na forma de Uréia, aplicadas no plantio e aos 30 dias após a germinação das plantas. As plantas foram coletadas no estágio de floração (R5) para o estudo metabólico e ao final do ciclo para a extração e caracterização do óleo. No experimento de cinética de absorção as plantas jovens do genótipo BRS 324 apresentaram maior  $V_{máx}$  quando submetidas a concentrações com 2,0 mM de amônio, indicando maior velocidade na absorção deste íon. Entre os tecidos analisados, o caule foi o que mostrou maior concentração de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. No experimento de campo, os três genótipos avaliados apresentaram acúmulo de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> no caule, sendo o Catissol 01 o de maior acúmulo desse íon. O genótipo Neon apresentou maior produção de aquênios. O genótipo BRS 324 produziu maior quantidade de óleo por planta com menor dose de nitrogênio, destacando-se as doses entre 30 e 50 kg N ha<sup>-1</sup> as quais foram as mais adequadas para a produção de óleo, nas condições desse experimento. Para o perfil dos ácidos graxos direcionados à indústria de biodiesel, o ácido oléico foi o de maior rendimento. Dentre os genótipos avaliados, o Catissol 01 e o Neon apresentaram maior produção deste ácido. Desta forma, a Catissol 01 com a dose 50 kg N ha<sup>-1</sup> se torna economicamente a mais indicada na produção de óleo para combustível, com extração do óleo com solvente e plantio nas condições apresentadas nesse trabalho.

**Palavras-chave:** Girassol. Doses de nitrogênio e manejo. Produção de óleo.

## ABSTRACT

ROCHA, Janiélis Gonçalves da. **Production of oil and metabolical evaluation of genotypes of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under different managements and nitrogen doses.** 2013. 72p Dissertation (Master Science in Agronomy, Soil Science). Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2013.

The sunflower (*Helianthus annuus* L) is an annual oilseed crop, belonging to the family Asteraceae. It presents important features like tap root system and very branched, which favors a considerable nutrient recycling. From among the oilseeds with agroenergy importance, the sunflower has stood out as a promising option, since it presents high oil content in its achenes, with characteristics that allow usage in the fuel industry. One of the yield limitations is the provision of nutrients, where nitrogen is the most limiting to vegetative growth, metabolism and yield of sunflower oil. The objective of this study was to evaluate the absorption and metabolism of nitrogen and the oil yield of three sunflower genotypes grown under different levels of this nutrient in nutrient solution and in the field. Two experiments were established, the first with seedlings of the genotype BRS 324 in nutrient solution under controlled conditions of a growth chamber, in which the plants were submitted to two concentrations of nitrogen (0.2 and 2.0 mM) as nitric or ammonia form. There were evaluated the uptake kinetics parameters (KM and Vmax) and the N plant metabolism. The other experiment was conducted under field conditions with three genotypes: BRS 324, Catissol 01 and Neon; six combinations of nitrogen (0, 10, 30, 50, 90, 130 kg N ha<sup>-1</sup>) in the form of Urea applied at planting and 30 days after plant emergence. Plants were harvested at flowering (R5) to study metabolic and end of the cycle for the extraction and characterization of oil. In the experiment of absorption kinetics young plants of genotype BRS 324 showed higher Vmax when exposed to concentrations with 2.0 mM ammonium, indicating faster absorption of this ion. Among tissues, the stem was what showed higher concentration of N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. In field experiment, the three genotypes showed accumulation of NO<sub>3</sub>-in the stem, and the Catissol 01 the greater accumulation of this ion. The Neon genotype showed higher production of achenes. The genotype BRS 324 produced a larger amount of oil per plant with the lowest dose of nitrogen, highlighting the doses between 30 and 50 kgN ha<sup>-1</sup> which were the most suitable for the production of oil under the conditions of this experiment. For the fatty acid profile of biodiesel driven industry, oleic acid was the highest yield. Among the genotypes, the Catissol 01 and Neon showed higher production of this acid, and the Catissol 01 responded to the increase in nitrogen levels up to the limit of 50 kg N ha<sup>-1</sup>. Thus, Catissol 01 was more appropriate for the oil production for fuel, under the oil extraction method and planting conditions presented in this study.

**Keywords:** Sunflower. Dosages of nitrogen and handling. Oil Production.



## ÍNDICE DE TABELAS

- Tabela 1.** Percentual de ácidos graxos no óleo de diferentes espécies: canola, dendezeiro e soja (Adaptado de Briscoe et al., 1992), amendoim e oliva (Adaptado de Ramos et al., 2009), girassol (Adaptado Ashrafi & Khorshid, 2010)..... 3
- Tabela 2.** Análise química (0-20 cm de profundidade) de amostra composta do argissolo, localizado na UFRRJ, antes do plantio dos genótipos de girassol. .... 12
- Tabela 3.** Doses de N na forma de Uréia (em Kg ha<sup>-1</sup>) foram aplicadas nos três genótipos de girassol, no plantio e aos 30 dias após a germinação (DAG) das plantas. .... 14
- Tabela 4.** Massa fresca (g vaso<sup>-1</sup>) das folhas, caule, raízes e relação raiz/parte aérea em plantas de girassol (BRS 324) cultivadas em solução nutritiva com diferentes concentrações de N (0,2 e 2,0 mM de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>; 0,2 e 2,0 mM de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), com 24 ou 48 h após supressão de nitrogênio (teste de Tukey a 5% de probabilidade). .... 19
- Tabela 5.** Parâmetros cinéticos Km e Vmáx para o genótipo de girassol BRS 324, sob dois níveis de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ou NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (0,2 e 2,0 mM) em solução nutritiva (teste de Tukey a 5% de probabilidade). .... 19
- Tabela 6.** Matriz de correlação (Pearson): frações solúveis quantificadas na Folha, Caule e Raízes e Massa fresca de Folha, Caule e Raízes de plantas de girassol BRS 324, cultivadas em solução nutritiva com 0,2 e 2,0 mM de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ou N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. .... 22
- Tabela 7.** Matriz de correlação (Pearson): Conteúdo por planta das frações solúveis quantificadas nas Folhas, Pecíolo, Caule e Parte Aérea, e também a produção e a quantidade de óleo dos genótipos de girassol BRS 324, Catissol 01 e Neon, submetidos a diferentes doses de N na forma de uréia (0, 10, 30, 50, 90, 130 kg N. ha<sup>-1</sup>), em área experimental localizada na da UFRRJ..... 30
- Tabela 8.** Conteúdos de N-total (mg. planta seca<sup>-1</sup>), em limbo foliar, capítulo, pecíolo e caule de planta de girassol, coletados na floração (estádio R5) de três genótipos de girassol (BRS 324, Catissol 01 e Neon) cultivados no campo e submetidos a diferentes doses N na forma de uréia. .... 33
- Tabela 9.** Teores de ácidos graxos\* (%) no óleo extraído de sementes de plantas de girassol (genótipos BRS 324, Catissol 01 e Neon) coletadas submetidas a diferentes doses de amônio (0, 10, 30, 50, 90, 130 KgN.ha<sup>-1</sup>), aplicadas aos 30 dias após a germinação das plantas no campo, ao fim da maturação dos aquênios. A determinação foi realizada com base na comparação entre os tempos de retenção das amostras com os obtidos a partir de padrões comerciais (Sigma-Aldrich ®)..... 37

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Reação de transesterificação. Uma molécula de triacilglicerol reagindo com álcool, originando misturas de ésteres graxos e glicerol. O agente catalisador pode ser uma base, um ácido ou uma enzima (Adaptado de CANAKCI & SANLI, 2008). ..... 3
- Figura 2.** Fases de desenvolvimento da planta de girassol conforme apresentada por Schneiter & Miller (1981). Fase Vegetativa (V-E, V-4 e V-18) e fase reprodutiva (R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8 e R9). ..... 6
- Figura 3.** Esquema de condução do experimento com girassol (BRS 324) em Câmara de Crescimento. As setas representam as trocas de solução nutritiva. Foram feitas coletas aos 21 e 22 Dias Após a Germinação (DAG) para avaliar os parâmetros cinéticos de absorção de N e frações solúveis. .... 9
- Figura 4.** Condução do experimento com girassol (BRS 324) em Câmara de Crescimento. a) Germinação das plantas em areia lavada e autoclavada; b) Transplante das plântulas para a solução nutritiva de Hoagland modificada com 2,0 mM de N (1,5 mM de  $\text{NO}_3^-$  e 0,5 mM de  $\text{NH}_4^+$ ) a  $\frac{1}{4}$  da força iônica; c) Visão do sistema hidropônico ligado a um mecanismo de bombeamento de ar; d) coleta das plantas de girassol. .... 10
- Figura 5.** Croqui da área experimental localizada no Departamento de Solos da UFRRJ, em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições, 18 tratamentos em arranjo fatorial 6x3 (6 níveis do fator dose de nitrogênio e 3 níveis do fator genótipo). .... 13
- Figura 6.** Distribuição das plantas de girassol em uma parcela (total de 72 parcelas). O experimento foi delineado em blocos casualizados com quatro repetições 18 tratamentos em arranjo fatorial 6x3 (6 níveis do fator dose de nitrogênio e 3 níveis do fator genótipo). Sendo que 4 plantas centrais foram coletadas na floração para quantificar as frações solúveis, enquanto outras 4 plantas foram cultivadas até a produção para extrair e analisar o óleo. .... 14
- Figura 7.** Condução do experimento com girassol (BRS 324, Catissol 01 e Neon) em condições de campo. a) Germinação das plantas; b) Visão da área experimental, após a primeira capina; c) As plantas com 30 dias após a germinação; d) As plantas se encontravam na floração. .... 15
- Figura 8.** pH na solução nutritiva de cultivo de plantas de girassol BRS 324 supridas com  $\text{NO}_3^-$  ou  $\text{NH}_4^+$  em uma concentração inicial de 0,2 mM ou 2,0 mM de  $\text{N L}^{-1}$ . .... 17
- Figura 9.** Depleção de nitrato e amônio na solução de cultivo de plantas de girassol (BRS 324) com 0,2 e 2,0 mM de  $\text{N-NO}_3^-$  ou  $\text{N-NH}_4^+$ . .... 18
- Figura 10.** Teores de  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_3^-$  nas folhas (A, D e G, J), caule (B, E e H, K) e raízes (C F e I, L) de plantas de girassol BRS 324, cultivadas em solução nutritiva com 0,2 e 2,0 mM de  $\text{N-NO}_3^-$  ou  $\text{N-NH}_4^+$ . .... 20
- Figura 11.** Teores de N-Amino e % de Açúcares solúveis nas folhas (A, D e G, J), caule (B, E e H, K) e raízes (C F e I, L) de plantas de girassol BRS 324, cultivadas em solução nutritiva com 0,2 e 2,0 mM de  $\text{N-NO}_3^-$  ou  $\text{N-NH}_4^+$ . .... 20
- Figura 13.** Conteúdos de nitrato no Pecíolo (A) e Caule (B) coletados na floração (estádio R5) de três genótipos de girassol (BRS 324, Catissol 01 e Neon) cultivados no campo e submetidos a diferentes doses de N na forma de uréia. Letras maiúsculas diferenciam entre doses no mesmo genótipo, letras minúsculas entre doses dos outros genótipos, indicando diferença significativa (teste de Tukey a 5% de probabilidade). .... 24

<b>Figura 14.</b> Conteúdos de amônio no limbo foliar (A), pecíolo (B) e caule (C) coletados na floração (estádio R5) de três genótipos de girassol (BRS 324, Catissol 01 e Neon) cultivados no campo e submetidos a diferentes doses de N na forma de uréia. Letras minúsculas entre doses dos genótipos, indicando diferença significativa (teste de Tukey a 5% de probabilidade). .....	26
<b>Figura 15.</b> Conteúdos de N-Amino no limbo foliar (A), pecíolo (B) e caule (C) coletados na floração (estádio R5) de três genótipos de girassol (BRS 324, Catissol 01 e Neon) cultivados no campo e submetidos a diferentes doses N na forma de uréia. Letras maiúsculas diferenciam entre doses no mesmo genótipo, letras minúsculas entre doses dos outros genótipos, indicando diferença significativa (teste de Tukey a 5% de probabilidade). .....	27
<b>Figura 16.</b> Conteúdos em porcentagem de açúcares solúveis no limbo foliar (A), pecíolo (B) e caule (C), coletados na floração (estádio R5) de três genótipos de girassol (BRS 324, Catissol 01 e Neon) cultivados no campo e submetidos a diferentes doses de N na forma de uréia. Letras maiúsculas diferenciam entre doses no mesmo genótipo, letras minúsculas entre doses dos outros genótipos, indicando diferença significativa (teste de Tukey a 5% de probabilidade). .....	29
<b>Figura 17.</b> Produção de aquênios ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) por genótipos de girassol (BRS 324, Catissol 01 e Neon) com doses crescentes de uréia (0, 10, 30, 50, 90, 130 $\text{Kg N ha}^{-1}$ ) aplicadas no plantio e aos 30 dias após a germinação das plantas no campo.....	34
<b>Figura 18.</b> Quantidade de óleo extraído de sementes de girassol (BRS 324, Catissol 01 e Neon) cultivado com doses crescentes de uréia (0, 10, 30, 50, 90, 130 $\text{Kg N ha}^{-1}$ ) aplicadas no plantio e aos 30 dias após a germinação das plantas no campo.....	35
<b>Figura 19.</b> Temperaturas máximas, mínimas e médias ( $^{\circ}\text{C}$ ) durante o período de cultivo dos genótipos de girassol BRS 324, Catissol 01 e Neon, no campo (de 17 de fevereiro a 20 de maio de 2012). .....	38
<b>Figura 20.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose 0 $\text{kg N ha}^{-1}$ em campo (Bloco 1). .....	46
<b>Figura 21.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose 0 $\text{kg N ha}^{-1}$ em campo (Bloco 2). .....	46
<b>Figura 22.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose 0 $\text{kg N ha}^{-1}$ em campo (Bloco 3). .....	47
<b>Figura 23.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose 10 $\text{kg N ha}^{-1}$ em campo (Bloco 1). .....	47
<b>Figura 24.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose 10 $\text{kg N ha}^{-1}$ em campo (Bloco 2). .....	48
<b>Figura 25.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose 10 $\text{kg N ha}^{-1}$ em campo (Bloco 3). .....	48
<b>Figura 26.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose 30 $\text{kg N ha}^{-1}$ em campo (Bloco 1). .....	49

<b>Figura 27.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose 30 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 2). .....	49
<b>Figura 28.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose 30 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 3). .....	50
<b>Figura 29.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose 50 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 1). .....	50
<b>Figura 30.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose 50 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 2). .....	51
<b>Figura 31.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose 50 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 3). .....	51
<b>Figura 32.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose 90 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 1). .....	52
<b>Figura 33.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose 90 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 2). .....	52
<b>Figura 34.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose 90 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 3). .....	53
<b>Figura 35.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose 130 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 1). .....	53
<b>Figura 36.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose 130 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 2). .....	54
<b>Figura 37.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose 130 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 3). .....	54
<b>Figura 38.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 0 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 1). .....	55
<b>Figura 39.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 0 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 2). .....	55
<b>Figura 40.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 0 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 3). .....	56
<b>Figura 41.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 10 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 1). .....	56

<b>Figura 42.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 10 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 2). .....	57
<b>Figura 43.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 10 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 3). .....	57
<b>Figura 44.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 30 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 1). .....	58
<b>Figura 45.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 30 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 2). .....	58
<b>Figura 46.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 30 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 3). .....	59
<b>Figura 47.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 50 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 1). .....	59
<b>Figura 48.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 50 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 2). .....	60
<b>Figura 49.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 50 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 3). .....	60
<b>Figura 50.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 90 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 1). .....	61
<b>Figura 51.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 90 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 2). .....	61
<b>Figura 52.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 90 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 3). .....	62
<b>Figura 53.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 130 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 1). .....	62
<b>Figura 54.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 130 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 2). .....	63
<b>Figura 55.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 130 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 3). .....	63
<b>Figura 56.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose 0 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 1). .....	64

<b>Figura 57.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose 0 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 2). .....	64
<b>Figura 58.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose 0 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 3). .....	65
<b>Figura 59.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, , cultivado com dose 10 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 1). .....	65
<b>Figura 60.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose 10 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 2). .....	66
<b>Figura 61.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, , cultivado com dose 10 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 3). .....	66
<b>Figura 62.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose 30 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 1). .....	67
<b>Figura 63.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose 30 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 2). .....	67
<b>Figura 64.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose 30 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 3). .....	68
<b>Figura 65.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose 50 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 1). .....	68
<b>Figura 66.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose 50 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 2). .....	69
<b>Figura 67.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose 50 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 2). .....	69
<b>Figura 68.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose 90 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 1). .....	70
<b>Figura 69.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose 90 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 2). .....	70
<b>Figura 70.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose 90 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 3). .....	71
<b>Figura 71.</b> Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose 130 kg N ha <sup>-1</sup> em campo (Bloco 1). .....	71

- Figura 72.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose  $130 \text{ kg N ha}^{-1}$  em campo (Bloco 2). ..... 72
- Figura 73.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose  $130 \text{ kg N ha}^{-1}$  em campo (Bloco 3). ..... 72

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	1
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	2
	Biodiesel.....	2
	A Cultura do Girassol.....	5
3	MATERIAL E MÉTODOS .....	9
	Absorção e Assimilação de Nitrogênio em Plantas Cultivadas na Solução Nutritiva .....	9
3.1	Extração alcoólica do material fresco e dosagem das frações solúveis .....	10
3.2	Análise estatística .....	12
	Plantas Cultivadas sob Diferentes Doses de Nitrogênio em Condições de Campo .....	12
3.3	Extração alcoólica do material fresco.....	15
3.4	Análise estatística .....	15
3.5	Extração do óleo das sementes de girassol .....	16
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
	Absorção e Assimilação de Nitrogênio em Plantas Cultivadas na Solução Nutritiva .....	17
	Plantas Cultivadas sob Diferentes Doses de Nitrogênio em Condições de Campo .....	24
5	CONCLUSÕES .....	39
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	40
7	ANEXOS .....	46



# 1 INTRODUÇÃO

As incertezas e perspectivas futuras relacionadas ao mercado do petróleo, juntamente com as projeções em relação ao aumento da população mundial fundamentam a busca por novas fontes de energia que correspondam à demanda do mercado. O girassol (*Helianthus annuus L*) apresenta-se mundialmente como uma excelente alternativa. A produção mundial de grãos desta cultura, para a safra 2012/13, deverá ser da ordem de 37,6 milhões de toneladas, sendo que o maio produtor é a Ucrânia com 24%, seguido pela EUA com 22% e a Rússia 19% (CONAB, 2012).

Na produção de biocombustíveis, o Brasil ocupa uma posição de destaque, pois apresenta grande diversidade vegetal e considerável área cultivável. No Brasil, o Estado do Mato Grosso correspondente a 62,4% da área nacional plantada, seguido pelo Estado de Goiás com 29,7% (CONAB, 2012).

Dentre as oleaginosas com importância agroenergética, o girassol tem se destacado como uma opção promissora para o cultivo também no semiárido. Um dos principais motivos é sua grande resistência a seca e ao calor quando comparada às espécies cultivadas no Brasil (EMBRAPA, 2006). Entretanto, as cultivares mais produtivas do mercado são importadas, sendo comercializadas a preços entre 20 e 50% maiores que as cultivares nacionais, o que acarreta impactos significativos nos custos da produção (FAGUNDES, 2002; NEVES, 2007). Assim, o desenvolvimento de variedades nacionais adaptadas às especificidades do semiárido, representa um desafio para aperfeiçoar o processo produtivo.

Os fertilizantes nitrogenados são necessários para melhorar a qualidade da produção, correspondendo a um dos maiores custos no sistema de produção de alto rendimento, tornando-se muitas vezes inacessíveis para os agricultores de subsistência. Além disso, tais fertilizantes, quando utilizados de forma indiscriminada, representam risco de contaminação ambiental (GOOD et al., 2004).

Durante a absorção e assimilação do nitrogênio (N), duas rotas enzimáticas atuam de forma coordenada e sucessiva na planta, de maneira que o nitrato é reduzido a amônio. Primeiro, o nitrato é convertido a nitrito pela enzima nitrato redutase (NR) e a seguir o nitrito é translocado do citoplasma para os cloroplastos ou plastídios, onde é reduzido a amônio pela enzima nitrito redutase (NiR).

O nitrogênio é considerado por muitos autores como o “mago verde”, pois além de ser um dos elementos mais absorvidos pelas plantas, também limita a produção dos aquênios.

Espera-se que a maior eficiência de plantas de girassol esteja relacionada a mecanismos de absorção e assimilação de N. Assim, a absorção, remobilização e acúmulo do nitrogênio se dariam de maneira mais eficiente para as menores doses utilizadas.

A hipótese dessa dissertação é que as variações nos níveis de nitrogênio no meio de cultivo exercem influência significativa sobre o metabolismo e parâmetros cinéticos dos genótipos de girassol, afetando a produção de grãos e a produção de óleo visando sua aplicação como biodiesel.

Portanto, este trabalho tem por objetivo avaliar a absorção de nitrogênio, a qualidade e o rendimento em óleo de três genótipos de girassol, cultivados sob diferentes níveis desse nutriente em solução nutritiva e em campo.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### Biodiesel

O primeiro modelo do motor a diesel foi criado por Rudolf Diesel, em Augsburg, Alemanha em 1893. Alguns anos depois, o motor foi apresentado oficialmente na Feira Mundial de Paris, França. O combustível então utilizado era o óleo de amendoim. Entre 1911 e 1912, Rudolf Diesel fez a seguinte afirmação: “O motor a diesel pode ser alimentado por óleos vegetais, e ajudará no desenvolvimento agrário dos países que vierem a utilizá-lo. O uso de óleos vegetais como combustível pode parecer insignificante hoje em dia, mas com o tempo irão se tornar tão importante quanto o petróleo e o carvão são atualmente” (PORTAL DO BIODIESEL, 2004).

Segundo Balat & Balat (2008), após a morte de Rudolf Diesel, a indústria do petróleo criou um tipo de óleo que chamou de "Óleo Diesel" que passou a ser largamente utilizado, por ser mais barato que os demais combustíveis. Com isso, o óleo vegetal, que poderia ajudar o desenvolvimento da agricultura em diferentes países, foi esquecido.

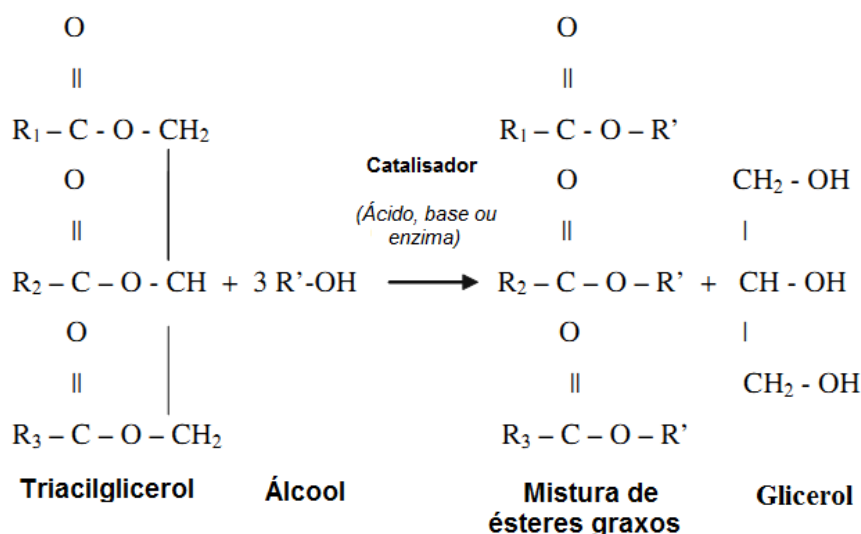
Nos dias atuais, devido ao aumento dos preços e de alto nível na emissão de poluentes derivados do petróleo, os desafios associados com o desenvolvimento de combustíveis alternativos a partir de recursos renováveis voltaram a atrair a atenção não só nas comunidades científicas, mas também das indústrias (KOTWAL et al., 2009).

A maior parte da energia para as necessidades mundial é fornecida através de fontes petroquímicas, carvão e gás natural, com exceção das hidroeletricidades e energia nuclear, essas são finitas e em níveis atuais, serão logo consumidas (MEHER et al., 2006). Desta forma, a crescente preocupação com o ambiente tem levado o mundo científico e industrial a procurar fontes de energias renováveis.

Por definição, o biodiesel é uma alternativa de combustível, a partir de óleos vegetais, gorduras animais e óleos usados na cozinha, sendo obtidos através de um processo químico denominado transesterificação (BALAT & BALAT, 2008). No processo uma molécula de óleo vegetal ou triacilglicerol (formado por três moléculas de ácidos graxos ligados a uma molécula de glicerol) (Figura 1), na presença de catalisador, que pode ser uma enzima, uma base ou um ácido, reage com um álcool (metanol ou etanol), formando glicerol e uma mistura de ésteres de ácidos graxos, também chamado de biodiesel (VAN GERPEN, 2005). Vale ressaltar que as matérias-primas são oriundas de óleos vegetais, tais como soja, girassol, mamona, canola, amendoim, pinhão-mansão, palma (dendê) e outros. As de origem animal podem ser obtidas do sebo bovino, suíno e de aves (SEBRAE, 2012).

Segundo Ramos et al. (2003), o tipo e o teor de ácidos graxos presentes no óleo vegetal afetam a estabilidade do biodiesel. Sendo assim, em temperaturas baixas, pode ocorrer o aumento da viscosidade e a cristalização de ésteres graxos saturados, o que provoca entupimentos de filtros de óleo nos sistemas de injeção do motor. No entanto, a presença de cadeias insaturadas reduz a possibilidade de solidificação do biodiesel (KNOTHE, 2008). O aumento do teor de ácidos graxos, com uma, duas, ou mais dupla ligação, eleva o grau de insaturação total do biodiesel, que de acordo com as especificações de qualidade européia, é medido pelo índice de iodo, que é limitado a 120 g I<sub>2</sub>/100 g de óleo para uso veicular. Este limite está baseado na reação do oxigênio atmosférico com as duplas ligações, cuja reatividade aumenta com o aumento do número de insaturações, formando peróxidos que podem dar origem a materiais poliméricos que provocam a deterioração do motor (DABDOUB, 2009). Contudo, de acordo com Knothe (2008), a qualidade do biodiesel é

afetada positivamente com teores elevados dos ésteres metílicos do ácido oléico, palmitoléico e decanóico nos compostos do material lipídico.



**Figura 1.** Reação de transesterificação. Uma molécula de triacilglicerol reagindo com álcool, originando misturas de ésteres graxos e glicerol. O agente catalisador pode ser uma base, um ácido ou uma enzima (Adaptado de CANAKCI & SANLI, 2008).

Como pode ser observado na Tabela 1, além dos ácidos graxos citados, os óleos das oleaginosas apresentam em sua composição outros componentes majoritários que são os ácidos linolêicos e linolênicos que são necessários na alimentação humana.

**Tabela 1.** Percentual de ácidos graxos no óleo de diferentes espécies: canola, dendezeiro e soja (Adaptado de Briscoe et al., 1992), amendoim e oliva (Adaptado de Ramos et al., 2009), girassol (Adaptado Ashrafi & Khorshid, 2010).

Ácidos Graxos	PERCENTUAL DE ÁCIDOS GRAXOS					
	Canola	Palma	Soja	Girassol	Amendoim	Oliva
Láurico (12:0)	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Mirístico (14:0)	0,1	1,3	0,1	0,1	0,1	0,0
Palmítico (16:0)	3,9	43,9	10,3	2,28	8,0	11,6
Esteárico (18:0)	3,1	4,9	4,7	5,35	1,8	3,1
Oléico (18:1)	60,2	39	22,5	22,35	53,3	75,0
Linoléico (18:2)	21,1	9,5	54,1	68,76	28,4	7,8
Linolênico (18:3)	11,1	0,3	8,3	6,1	0,3	0,6
Eicosanóico (20:0)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,3
Erúcico (22:1)	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

A crescente produção de biodiesel levanta a questão sobre a disponibilidade de matéria-prima na produção energética e o tradicional setor de alimentos. O que traz modificações no mercado agrícola, especialmente em grãos e oleaginosas. Pois, a produção dos biocombustíveis cria uma relação entre os preços agrícolas e o do petróleo. Isto acontece devido ao reflexo do petróleo sobre os preços dos insumos utilizados na agricultura, mas também, esta ligada cada vez mais com a demanda das matérias-primas agrícolas utilizadas na

produção de biocombustíveis (BARBOSA, 2011). Vale dizer que diversas são as oleaginosas para o atendimento da demanda de óleo vegetais e entre esses se destaca o óleo de soja – principal oleaginosa produzida no Brasil – sendo também a mais usada na produção de biodiesel no Brasil, por ser uma cultura tradicional e adaptado no País. Além disso, esta cultura corresponde por 95% do mercado de óleo vegetal brasileiro para alimentação humana (OSAKI & BATALHA, 2008)

No entanto, a produção de biodiesel a partir da soja, é questionada por questões sociais. No ano de 2005, o governo federal criou o Selo Combustível Social, concedido às indústrias de combustíveis vegetais que compram até 30% de sua matéria-prima da agricultura familiar ((PORTAL DO BIODIESEL, 2004). Sendo, que a cultura da soja que não é recomendada ao pequeno produtor, pois requer tecnologias e uma grande extensão em área para ser produzida, perde mercado para outras oleaginosas que apresenta maiores teores de óleo e também adaptabilidade a variações edafoclimáticas como é o caso do girassol. Esta cultura pode ser cultivada o ano inteiro, sendo que o óleo pode ser utilizado como combustível e também na alimentação humana.

Quando se fala em poluição ambiental, a reciclagem vem se mostrando cada vez mais necessária e vantajosa no mundo empresarial, seja por razões ambientais ou mesmo econômica. Segundo Neto & Rossi (2000), parte do óleo vegetal residual oriundo do consumo humano é destinado a fabricação de sabão, e em menor quantidade para a produção de biodiesel. Porém, grande parte deste material lipídico é lançado na rede de esgoto, causando alterações no ecossistema aquático, podendo prejudicando a fauna e a flora, além de elevar os custos no tratamento destas águas para o consumo humano (DABDOUB, 2006).

O Brasil apresenta grande potencial para a produção de biocombustíveis, pois se situa em uma região tropical com uma geografia favorável, terras abundantes, altas taxas de luminosidade, temperaturas medianas, disponibilidade hídrica e regularidade de chuvas em boa parte do país (PRATES et al., 2007). Enfim, torna-se o país com um elevado potencial para produção de energia renovável.

Com base nesse potencial, várias medidas no âmbito político foram tomadas visando o desenvolvimento nacional dessa matriz energética, a principal delas foi à criação, em 2004, do Programa Nacional de Produção e uso do Biodiesel (PNPB). Dentre o conjunto de medidas propostas pelo PNPB está a introdução dos biocombustíveis na matriz energética com, por exemplo, a adição gradual de biodiesel ao óleo diesel, além do incentivo a pesquisas que visam aumentar a produtividade das espécies de plantas com potencial para fornecer matéria-prima (RATHMANN et al., 2005).

A Lei nº 11.097/05, aprovada pelo Congresso Nacional em 13 de janeiro de 2005, introduz o biodiesel na matriz energética. Complementando a regulação, um conjunto de normas, decretos e portarias, estipulam prazos para cumprimento da adição de percentuais mínimos de biodiesel ao diesel mineral. Assim, foi fixado em 2%, em volume, o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel comercial em um prazo de três anos (janeiro de 2008) e de 5% em um prazo de oito anos (janeiro de 2013). Porém, segundo a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2012), desde 1º de janeiro de 2010, o óleo diesel comercializado em todo o Brasil contém 5% de biodiesel. Isto se deve a Resolução nº 6/2009, estabelecida pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), publicada no Diário Oficial da União (DOU) em 26 de outubro de 2009, que determinou obrigatoriamente este percentual na mistura de biodiesel ao óleo diesel. Isto demonstra o sucesso do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel junto com a experiência na produção e no uso em larga escala de biocombustíveis no Brasil.

Assim, o grande mercado energético brasileiro e mundial poderá dar sustentação a um amplo programa de geração de emprego e renda a partir da produção do biodiesel. A

produção de oleaginosas como girassol em lavouras familiares faz com que o biodiesel seja uma alternativa importante para a erradicação da miséria no país (PORTAL DO BIODIESEL, 2004).

Desta forma, pode-se concluir que o biodiesel, além de ser um combustível não poluente ao meio ambiente, também trará vantagens econômicas, pois sua produção e o cultivo de oleaginosas como matérias primas contribuirão para a criação de milhares de novos empregos na agricultura familiar, principalmente nas regiões mais pobres do Brasil.

## **A Cultura do Girassol**

O girassol (*Helianthus annuus L.*) é uma planta originária da América do Norte, dicotiledônea anual, da ordem Asterales, família Asteraceae, subfamília Asteroideae e tribo Heliantheae. Atualmente está sendo cultivada nos cinco continentes, atingindo uma área de aproximadamente 23 milhões de hectares.

O girassol ocupa destaque mundial entre as oleaginosas, sendo considerada a quinta em produção de grãos e a quarta em produção de óleo no mundo (ESTADOS UNIDOS, 2008).

Em termos de produção mundial, a Rússia e a Ucrânia estão no topo dos maiores produtores de girassol. Eles são notados historicamente, por produzir e desenvolver técnicas de melhoramento genético. Entretanto, a China, os Estados Unidos, Índia e Argentina também se destacam como grandes produtores (GOZZALA et al., 2011). Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2012), a produção mundial de grãos foi de aproximadamente 38,9 milhões de toneladas, 14,7 milhões de toneladas de farelo e 13,8 milhões de toneladas de óleo.

A planta de girassol apresenta características agronômicas importantes, como sistema radicular com raiz principal pivotante e bastante ramificado, favorecendo uma considerável reciclagem de nutrientes, e ainda contribuindo com a matéria orgânica deixada no solo após a sua morte. O rendimento é pouco influenciado pela latitude, altitude e fotoperíodo, apresenta ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas, resiste à seca, ao frio e ao calor bem mais do que a maioria das espécies normalmente cultivadas no Brasil (FAGUNDES, 2002; LEITE et al., 2007).

Segundo Castiglioni (1994), esta oleaginosa apresenta inflorescência conhecida como capítulo, cuja forma pode variar de côncavo a convexo. As flores são classificadas em dois tipos: as periféricas unissexuadas (liguladas) e, as do disco hermafroditas (tubulosas). Os frutos são do tipo aquênio, e podem variar de 800 a 1700 por capítulo. Já o caule pode apresentar diferentes curvaturas que são expressas na maturação dos grãos.

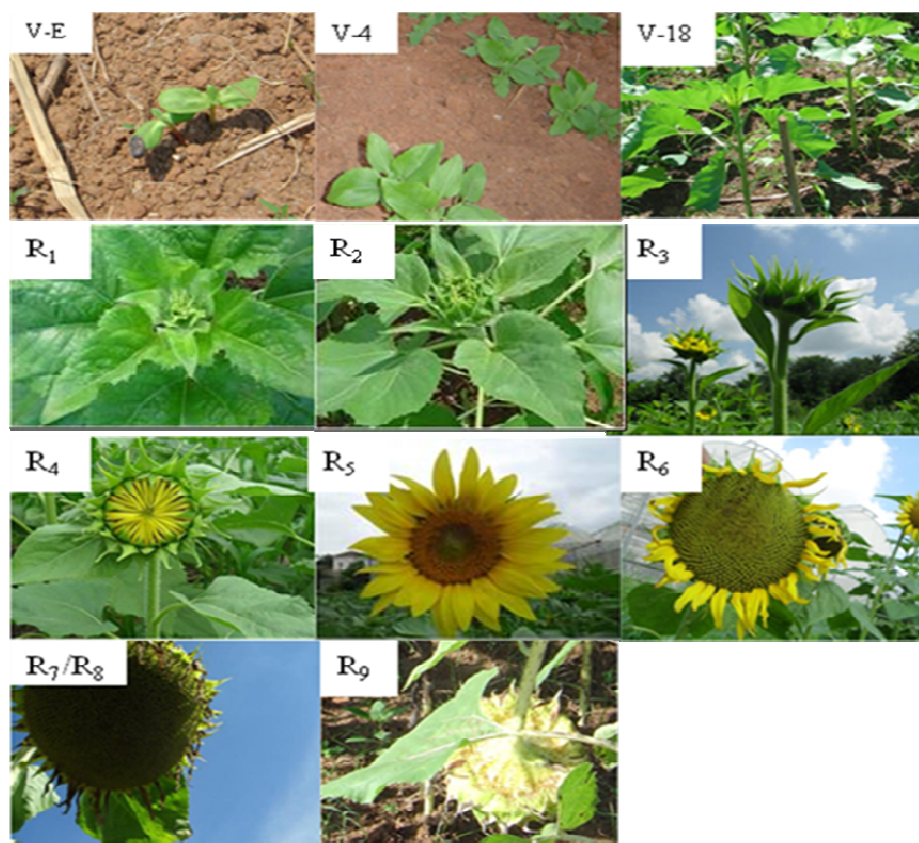
O girassol foi introduzido no Brasil no final do século XIX pelos colonos europeus imigrantes que consumiam suas sementes torradas e fabricavam uma espécie de chá rico em cafeína, o qual substituía o café matinal. No entanto, as primeiras referências sobre o cultivo comercial do girassol datam de 1924, em São Paulo (RIBEIRO, 2008).

Na safra 2011/2012, a área cultivada com girassol foi de 74,6 mil hectares, sendo 50 mil ha em Mato Grosso, correspondendo a mais de 60% da área total semeada com girassol no Brasil (MAPA/ACS, 2012). As últimas estimativas de safra feita pela CONAB mostram que a região Centro-Oeste é a campeã de produtividade, acumulando mais de 90% da produção brasileira. O rendimento médio brasileiro é aproximadamente 1500 kg ha<sup>-1</sup>, no entanto, em lavouras tecnificadas pode chegar a alcançar 2400 kg ha<sup>-1</sup>.

O óleo do girassol, presente nos grãos denominados de aquênios, apresenta alta qualidade para o consumo humano, e também na utilização como biodiesel (LAZZAROTTO et al., 2005). As sementes de girassol possuem em sua composição cerca de 20% de proteínas, 47% de matéria graxa, 20% de carboidratos totais e 4% de minerais. O óleo de girassol é rico

em ácidos graxos insaturados (mais de 80% do total), sendo o de maior destaque o ácido linoleico (60%) (MANDARINO, 2001). Para a produção de combustível, é necessário o uso de aditivos para sua estabilização visando o armazenamento e a formação de estoques logísticos. No entanto, este óleo ainda apresenta preço de mercado acima dos de soja e canola, não sendo a melhor opção como alternativa energética. Porém, pode ser uma alternativa viável para a produção de energia limpa em pequena escala, objetivando o atendimento regional, minimizando a dependência de energia fóssil (SOARES et al., 2008).

Schneiter & Miller (1981) esquematizaram o crescimento e o desenvolvimento da planta de girassol em duas fases: vegetativa (V) e reprodutiva (R): a fase vegetativa (V.E) refere-se ao período entre o plantio até o aparecimento da primeira folha acima dos cotilédones; V-1, V-2,... V-n – Referem-se à fase de formação de folhas, aumentando o número de folha, até o período reprodutivo. A fase reprodutiva está relacionada com o aparecimento do broto floral. R<sub>1</sub>- Fase em que por uma vista de cima da planta se visualiza uma inflorescência semelhante a uma estrela, que é o broto floral. R<sub>2</sub> e R<sub>3</sub> – Fases de alongamento do broto floral, primeira e segunda fase, onde esta última apresenta uma distância maior que 2,0 cm à acima da última folha. R<sub>4</sub>- Início do florescimento, primeiras flores liguladas. R<sub>5</sub> - Fase relacionada à abertura da inflorescência. R<sub>6</sub> - Caracterizada por apresentar todas as flores tubulares abertas e as flores liguladas poucas. R<sub>7</sub> e R<sub>8</sub>– Fases relacionadas ao enchimento de aquênios; e R<sub>9</sub>– Maturação fisiológica (Figura 2).



**Figura 2.** Fases de desenvolvimento da planta de girassol conforme apresentada por Schneiter & Miller (1981). Fase Vegetativa (V-E, V-4 e V-18) e fase reprodutiva (R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8 e R9).

O girassol apresenta características peculiares que permitem o seu cultivo em uma extensa área no Brasil. Dentre elas, a baixa sensibilidade fotoperiódica permite seu cultivo

durante o ano todo em todas as regiões produtoras de grãos. Assim, altas temperaturas verificadas nos períodos de florescimento, enchimento de aquênios e de colheita favorecem o desenvolvimento desta cultura no país (LEITE et al., 2007). Vale ressaltar, que temperaturas elevadas durante a fase de formação e maturação das sementes podem ocasionar redução no seu teor de óleo (SMIDERLE, 2000).

As informações sobre a nutrição mineral de girassol no Brasil, principalmente em condições de campo, ainda são poucas. Os trabalhos de absorção de nitrogênio nas formas nítricas ou amoniacais para esta cultura foram desenvolvidos em sua maioria na década de 1980, com genótipos diferentes dos atuais (SFREDO et al., 1983a, b; ZOBIOLE et al., 2010).

De forma geral, a fertilidade do solo adequada à cultura do girassol apresenta características semelhantes das requeridas para a soja ou para o milho. Porém, a cultura do girassol é sensível à acidez do solo, devendo ser cultivado em solos corrigidos sem a presença de alumínio (LEITE et al., 2007).

Em varias partes do mundo, a adubação nitrogenada em girassol está sendo a mais estudada. Segundo Ozer et al. (2004), a deficiência de N retarda e até paralisa os processos de crescimento da planta, enquanto o excesso pode ocasionar decréscimo no teor de óleo, podendo também aumentar o risco de pragas e doenças, afetando diretamente a produção de grãos, além de causar poluição ambiental no solo e nas reservas de água (VRANCEANU, 1977; SFREDO et al., 1984; OZER et al., 2004).

Segundo Ordóñez & Company (1990), citado por Lobo et al. (2011), o N é transformado em composto orgânico acumulado inicialmente nas folhas e caules para depois ser transportado aos grãos. Uma adequada nutrição nitrogenada promove um bom desenvolvimento foliar antes da floração.

Durante o período vegetativo, a planta de girassol absorve o N em ritmo mais rápido do que no período reprodutivo, sendo de grande importância encontrá-lo em uma forma facilmente assimilável para que possa acumular nos tecidos jovens (VRANCEANU, 1977; SFREDO et al., 1984). Assim, no período após a formação do botão floral até o final do florescimento, a planta apresenta crescimento mais acelerado e absorve maiores taxas de nutrientes (CASTRO & FARIAS, 2005).

Vale ressaltar que o processo de absorção de nitrogênio pelas plantas ocorre com a translocação do nitrato pela membrana plasmática por um sistema de simporte com dois prótons, enquanto o amônio segue através dessa membrana por um sistema de transporte caracterizado como uniporte (SOUZA & FERNANDES, 2006). Assim, em uma concentração de 1 mM de  $\text{NH}_4^+$  ou  $\text{NO}_3^-$ , as proteínas transportadoras desses íons podem ter maior ou menor afinidade durante o processo de absorção, sendo denominado de HATS (*High affinity transport system*) quando a concentração deste nutriente está abaixo de 1 mM, e LATS (*Low affinity transport system*), quando a concentração esta acima de 1 mM (DECHORGNAT et al., 2011; SANTOS, 2009).

O nitrogênio pode ser encontrado no solo nas formas prontamente disponíveis às plantas ( $\text{NH}_4^+$ ) e ( $\text{NO}_3^-$ ), sendo transportados até as raízes por meio da solução aquosa do solo. Mas, algumas culturas têm preferência pela absorção de N na forma amoniacal (MALAGOLI & DAL CANAL, 2000). As formas amoniacais e nítricas apresentam diferentes efeitos na planta, influencia no crescimento, no vigor do vegetal, produção de biomassa e até na reprodução (LANE & BASSIRIRAD, 2002).

Para algumas famílias de plantas, o íon  $\text{NH}_4^+$  mostra efeito negativo sobre o crescimento da planta, isso é atribuído à necessidade de utilização dos carboidratos produzidos, prioritariamente, para a rápida assimilação do amônio absorvido, evitando seu acúmulo e consequentes problemas de toxicidade relacionados a alterações no pH celular e desbalanços iônico e hormonal, entre outros (BRITTO & KRONZUCKER, 2002).

Silva et al. (2010) trabalhando com girassol em concentração única de (210 mg L<sup>-1</sup> de N) fornecidas em 5 proporções de N (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), verificou que a aplicação de amônio reduz significativamente o pH da solução nutritiva e proporciona menores produções de massa seca da planta. Este resultado foi também mostrado por Hedrich & Schoeder (1989), que concluíram que quando ocorre maiores exposições ao íon NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, as células assimilam o amônio que absorveram gerando acidez fora da célula devido aos prótons (H<sup>+</sup>) que são bombeados, com conseqüente diminuição do pH citoplasmático.

De acordo com Ivanoff et al. (2010), a exigência nutricional entre cultivares da mesma espécie é diferente, mesmo quando cultivados em condições iguais. Assim, o sucesso da cultura do girassol no Brasil, esta relacionado com a redução dos efeitos ambientais sobre os genótipos utilizados. Segundo Porto et al. (2009), no país, essas informações tornam-se importantes, já que a maioria das cultivares comercializadas foram desenvolvidas em outros países, com características de solo e clima diferentes.

Para gerar informações agrônômicas sobre o desempenho do girassol, é importante o estudo dos genótipos nacionais e importados disponíveis no mercado. A Embrapa, no início de 2011, disponibilizou aos produtores uma nova cultivar, BRS 324, uma variedade precoce e com alto teor de óleo. Para as condições do semiárido brasileiro, já existe muitos trabalhos com a variedade Catissol 01, que se apresenta com potencial promissor para a região (SILVEIRA et al., 2009). Isso se justifica já que, além do custo menor em relação às sementes híbridas, essas variedades apresentam um ciclo relativamente curto (100 a 120 dias), altas tolerância ao estresse hídrico e ao calor. No entanto, plantas híbridas como o Neon, pertencente à empresa Sembras, não apresentou um bom desempenho em ensaios encomendados pela Embrapa em várias regiões do Brasil, sendo que este genótipo apresentou ciclo acima de 100 dias após a semeadura, altura próxima ou maior de 200 cm, e um baixo teor de óleo quando comparado a outros genótipos avaliados (CARVALHO et al., 2009). Dessa forma, as diferenças dos genótipos modificam aspectos de seu metabolismo, requerendo estudos específicos sobre a interação com fatores bióticos e abióticos.



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### Absorção e Assimilação de Nitrogênio em Plantas Cultivadas na Solução Nutritiva

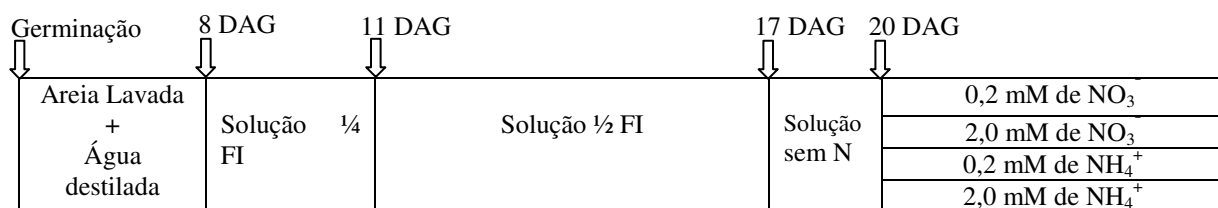
Neste experimento, plantas de girassol BRS 324 foram utilizadas para análise dos parâmetros cinéticos envolvidos na absorção de nitrato e amônio. Foi também avaliada a relação destes parâmetros com diferentes aspectos metabólicos desse genótipo.

O experimento foi realizado em câmara de crescimento do Departamento de Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ. Foi montado um sistema hidropônico específico ligado a um mecanismo de bombeamento de ar acionado por um timer analógico programado para um período de 15 minutos a cada hora. As condições ambientais para cultivo foram: fotoperíodo de 14h/10h (luz/escuro) com luminosidade de  $280 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (fluxo de fótons fotossintéticos), umidade relativa do ar de 70% e temperatura 28/24 °C (diurna/noturna).

As sementes do genótipo BRS 324 utilizadas no ensaio foram cedidas pela Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Elas foram desinfestadas sob agitação em água destilada por 15 minutos, em seguida, em etanol 70% durante 1 minuto e em solução de hipoclorito de sódio 2% por 15 minutos. Após a lavagem das sementes, foi feita a semeadura (25/10/2011) em areia lavada e autoclavada.

Oito dias após a germinação (DAG) três plantas foram transferidas para vasos com capacidade de dois litros contendo solução nutritiva de Hoagland modificada (HOAGLAND & ARNON, 1950) com 2,0 mM de N (1,5 mM de  $\text{NO}_3^-$  e 0,5 mM de  $\text{NH}_4^+$ ) a  $\frac{1}{4}$  da força iônica. A troca da solução nutritiva ocorreu de três em três dias, sendo que a partir da terceira troca foi utilizada solução nutritiva a  $\frac{1}{2}$  da força iônica. Na quarta troca foi colocada solução nutritiva sem nitrogênio. Após três dias sem N foram aplicados os tratamentos com: 0,2 e 2,0 mM de  $\text{NH}_4^+$ ; 0,2 e 2,0 mM de  $\text{NO}_3^-$  (

**Figura 3**), com quatro repetições sendo que cada repetição foi constituída por um vaso contendo três plantas (Figura 4).



**Figura 3.** Esquema de condução do experimento com girassol (BRS 324) em Câmara de Crescimento. As setas representam as trocas de solução nutritiva. Foram feitas coletas aos 21 e 22 Dias Após a Germinação (DAG) para avaliar os parâmetros cinéticos de absorção de N e frações solúveis.

Foram coletadas alíquotas de 1 mL de solução nutritiva, a cada meia hora para as concentrações de 0,2 mM até 24 h, e a cada uma hora para as de 2,0 mM de N até 48h. Vale ressaltar que as coletas não foram efetuadas no período noturno. O teor de nitrato das amostras foi determinado utilizando a metodologia de Cataldo et al. (1975) e o de amônio segundo Felker (1977). Durante a coleta, o pH das soluções foi medido a cada 4 horas.

As plantas foram coletadas ao final dos experimentos conforme os tratamentos aplicados, na concentração de 0,2 mM a coleta ocorreu no dia 18/11/2011, enquanto no tratamento com 2 mM ocorreu no dia 19/11/2011. Durante a coleta, as plantas tiveram suas raízes, caules e folhas separadas e as massas frescas determinadas. Um grama de material fresco foi armazenado em etanol 80% para posterior dosagem das frações solúveis. Os parâmetros cinéticos da absorção ( $V_{max}$  e  $K_m$ ) de  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{NH}_4^+$ , foram determinados, a partir da diminuição na concentração desses íons na solução nutritiva em função do tempo, de acordo com o método descrito por Claassen & Barber (1974). As curvas de depleção desses nutrientes e os cálculos dos parâmetros cinéticos foram realizados por meio de um método gráfico matemático desenvolvido por Ruiz (1985), e em Cometti et al. (2006) com o software CINETICWIN 1.0 (UFV).



**Figura 4.** Condução do experimento com girassol (BRS 324) em Câmara de Crescimento. a) Germinação das plantas em areia lavada e autoclavada; b) Transplante das plântulas para a solução nutritiva de Hoagland modificada com 2,0 mM de N (1,5 mM de  $\text{NO}_3^-$  e 0,5 mM de  $\text{NH}_4^+$ ) a  $\frac{1}{4}$  da força iônica; c) Visão do sistema hidropônico ligado a um mecanismo de bombeamento de ar; d) coleta das plantas de girassol.

### 3.1 Extração alcoólica do material fresco e dosagem das frações solúveis

A extração alcoólica e partição com clorofórmio foram realizadas segundo Fernandes (1984), como descritas a seguir:

Após determinar a massa fresca, um grama de material vegetal foi colocado em 20 mL de etanol 80% e armazenado em frascos do tipo falcon para posterior extração das frações

solúveis. As amostras armazenadas em etanol foram trituradas em um triturador (TECNAL TE-102), e filtrada em camadas de gaze e papel filtro. Posteriormente, foram transferidas para funil de separação onde se adicionou igual volume de clorofórmio. Após agitação suave, permaneceu em repouso por 40 minutos, após a separação, a fração apolar foi descartada. A fração polar (sobrenadante) foi recolhida e elevada a um volume final de 25 mL com etanol 80%, sendo em seguida armazenada para as análises posteriores conforme descrito a seguir.

**a) Determinação dos teores de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>**

A determinação dos teores de N na forma de nitrato foi realizada segundo Cataldo et al. (1975). Uma alíquota de 0,1 mL da solução obtida do extrato alcoólico (diluída quando necessário) foi adicionada a um tubo de ensaio, adicionando-se vagarosamente 0,4 mL da solução de ácido salicílico 5% em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado. A mistura foi deixada em repouso por 20 minutos em temperatura ambiente, acrescentando-se lentamente 9,5 mL de NaOH 2N. Após o resfriamento da amostra, realizou-se a leitura espectrofotométrica utilizando o KNO<sub>3</sub> (0,0; 0,5; 1,0; 2,5; 5; 10; 15; 20; 25 µg de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 0,1 mL<sup>-1</sup>) como padrão.

**b) Determinação dos teores de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>**

A determinação de N na forma de amônio foi realizada pelo método de Felker (1977). Na determinação foram utilizadas duas soluções: A “solução A” constituída de 1% de fenol e 0,005% de nitroprussiato de sódio e a “solução B” composta de 3% de NaOH e 0,062% de dicloroisocianurato de sódio. Uma alíquota de 0,5 mL da solução obtida do extrato alcoólico (diluída quando necessária) foi acrescentada a 2,5 mL de cada solução, após homogeneização e descanso por 1h 30min, as amostras foram lidas em espectrofotômetro. O NH<sub>4</sub>Cl (0,0; 10; 25; 50; 100; 200; 300; 400 nmoles de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> / 0,5 mL) foi utilizado para confecção da curva padrão.

**c) Determinação dos teores de açúcares solúveis**

A determinação dos teores de açúcares solúveis foi realizada segundo Yemm & Willis (1954). Em tubos de ensaio de 2,5 cm de diâmetro imersos em banho de gelo, foram adicionados 5 mL do reagente de antrona (2% em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5:2), e após 5 minutos de repouso, adicionou-se lentamente 1 mL da solução obtida do extrato alcoólico (diluída quando necessário) deixando-se em repouso por 5 minutos a 0°C. Em seguida, as amostras foram colocadas em banho-maria a 100°C por 10 minutos para o desenvolvimento da cor verde característica. Após resfriamento em água corrente, as leituras espectrofotométricas foram realizadas. A glicose (0, 20, 40, 50, 80 e 100µg mL<sup>-1</sup>) foi utilizada como padrão.

**d) Determinação dos teores de N-amino livre**

A determinação foi realizada de acordo com Yemm & Cocking (1955). Em tubo de ensaio foi adicionado 0,5 mL de tampão citrato 0,2 M com pH 5,0; 1 mL da solução obtida do extrato alcoólico (diluída quando necessário); 1,2 mL do reagente metil celossolve 100% + 0,01M KCN + Ninidrina 5%. A mistura foi agitada e todos os tubos foram fechados com papel alumínio e colocados para aquecer em banho-maria a 100°C por 15 minutos. Após esse período, os tubos com as amostras foram resfriados em água corrente por 5 minutos, quando então se adicionou 3 mL de etanol 60%. A mistura foi homogeneizada e levada para a leitura espectrofotométrica. A leucina (0; 0,04; 0,08; 0,16; 0,20; 0,24; 0,32 mM) foi utilizada como padrão.

### 3.2 Análise estatística

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com um genótipo e quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa Sisvar para Windows versão 4.3 (FERREIRA, 2000) e as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey (5%) (PIMENTEL-GOMES, 2000) ou pelo erro padrão. A correlação entre as variáveis analisadas foi feita com o XLSTAT/Excel® 2006

#### Plantas Cultivadas sob Diferentes Doses de Nitrogênio em Condições de Campo

O experimento foi desenvolvido em uma área experimental localizada no Departamento de Solos da UFRRJ. Os genótipos selecionados para este experimento foram com base nas seguintes justificativas: BRS 324 chegou ao mercado agrícola no início de 2011, apresentando alto teor de óleo (47-49%), mas ainda tem poucos estudos sobre ele; A Catissol 01 é uma variedade produzida pela empresa CATI (Coordenadoria de Assistência Técnica Integral), que esta no mercado agrícola desde o ano 2000, demonstrando adaptabilidade em várias regiões do País, com grande potencial na produção de óleo (<40%); O Neon, é um híbrido que pertence a empresa SEMBRAS, apresenta poucas informações na literatura do cultivo deste genótipo no Brasil, sendo que em alguns trabalhos feito pela Embrapa, ele mostra ser promissor na produção de óleo (39 a 43%).

O preparo do solo (Argissolo) foi feito inicialmente com uma aração (20-30 cm) seguida de duas gradagens. A adubação de semente realizada conforme a análise de solo (Tabela 2) feita no Laboratório de Fertilidade do Departamento de Solos da UFRRJ foi feita manualmente, abaixo e do lado da semente, aplicando-se 40 kg ha<sup>-1</sup> de Potássio (Cloreto de potássio 46% K); 60 kg ha<sup>-1</sup> de Fósforo (Super Simples 20% P). O plantio ocorreu em 17/02/2012, onde foram semeadas de três a quatro sementes por cova espaçadas a 0,25 m x 0,50 m. O desbaste ocorreu aos 20 dias após a emergência, permanecendo apenas uma planta por cova.

**Tabela 2.** Análise química (0-20 cm de profundidade) de amostra composta do argissolo, localizado na UFRRJ, antes do plantio dos genótipos de girassol.

pH (H <sub>2</sub> O)	Concentração de elementos no solo						
	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				mg dm <sup>-3</sup>		
	AL <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H+AL <sup>+3</sup>	K	Na	P
5,6	0,0	2,8	1,0	3,6	29,0	0,0	11,0

Segundo CASTRO et al. (1996), da emergência até 30 dias (aparecimento do botão floral) o crescimento da planta é lento, consumindo pouca água, no entanto, a partir desse período até o final do florescimento, o crescimento é rápido, aumentando o consumo de água e de nutrientes pela cultura. Para o Estado de São Paulo, faz-se a aplicação de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N, sendo 10 kg ha<sup>-1</sup> no plantio 40 kg ha<sup>-1</sup> em cobertura aos 30 dias após a emergência (QUAGIO; UNGARO, 1997). Baseado nestas informações, o experimento foi delineado em blocos casualizados (DBC), constituído por 6 doses, 3 genótipos de girassol, 4 blocos (Figura 5) , 8 plantas (quatro foram cultivadas até a produção de aquênios para extrair e analisar o óleo, e as outras quatro foram coletados na fase de florescimento (R5)) (Figura 6). A 4ª folha contando do ápice para a base de cada planta, juntamente com o pecíolo e o caule, foi utilizada para análise das frações solúveis.

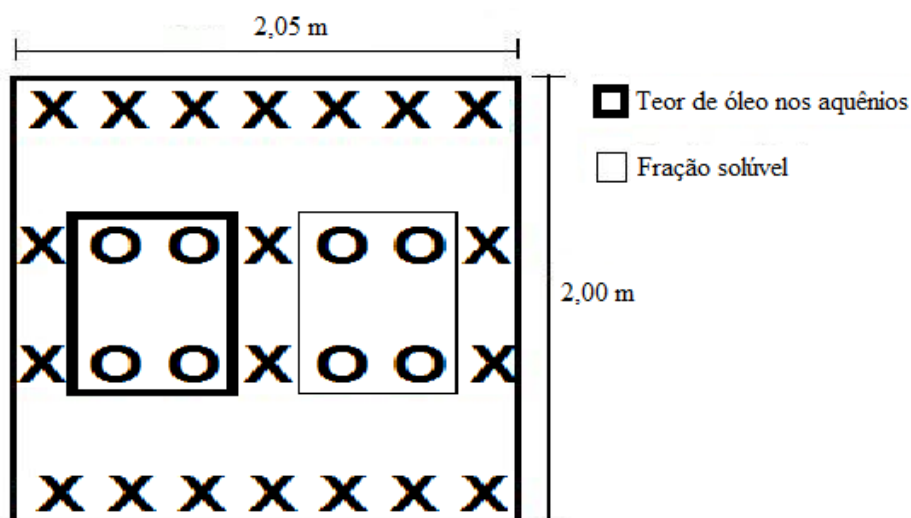
Casa de Vegetação



Instituto de Floresta



**Figura 5.** Croqui da área experimental localizada no Departamento de Solos da UFRRJ, em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições, 18 tratamentos em arranjo fatorial 6x3 (6 níveis do fator dose de nitrogênio e 3 níveis do fator genótipo).

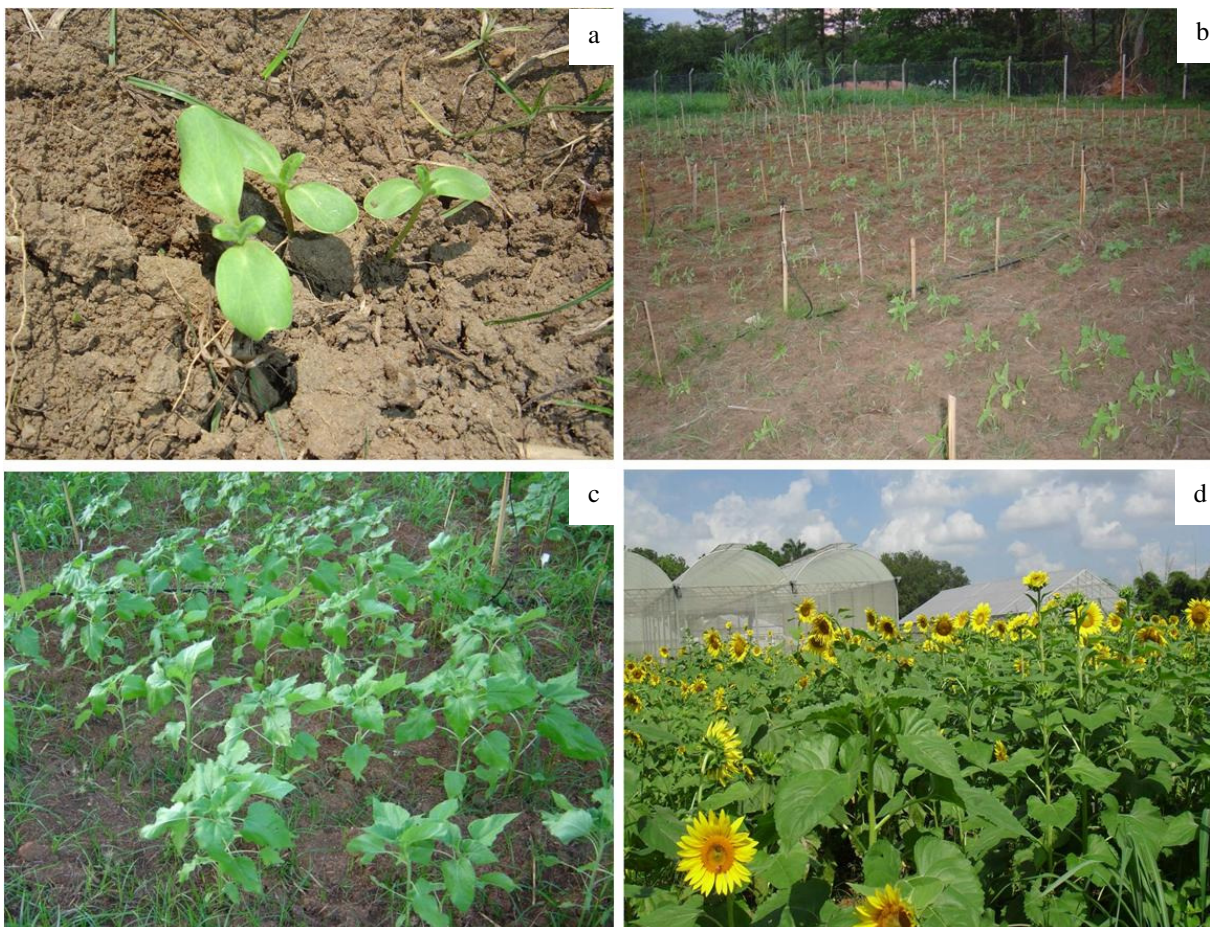


**Figura 6.** Distribuição das plantas de girassol em uma parcela (total de 72 parcelas). O experimento foi delineado em blocos casualizados com quatro repetições 18 tratamentos em arranjo fatorial 6x3 (6 níveis do fator dose de nitrogênio e 3 níveis do fator genótipo). Sendo que 4 plantas centrais foram coletadas na floração para quantificar as frações solúveis, enquanto outras 4 plantas foram cultivadas até a produção para extrair e analisar o óleo.

Aos 30 dias após a germinação das plantas (20/03/2012), em cada parcela, foram aplicados os tratamentos com uréia conforme especificados na Tabela 3. Ao final do ciclo as plantas tiveram seus grãos coletados secos e pesados. Na Figura 7, pode ser observado as principais fases de desenvolvimento das plantas de girassol no campo.

**Tabela 3.** Doses de N na forma de Ureia (em Kg ha<sup>-1</sup>) aplicadas nos três genótipos de girassol, no plantio e aos 30 dias após a germinação (DAG) das plantas.

Tratamentos	Doses de N na forma de Ureia (em Kg ha <sup>-1</sup> )		
	Plantio	30 DAG	Total
1	0	0	0
2	10	0	10
3	10	20	30
4	10	40	50
5	10	80	90
6	10	120	130



**Figura 7.** Condução do experimento com girassol (BRS 324, Catissol 01 e Neon) em condições de campo. a) Germinação das plantas; b) Visão da área experimental, após a primeira capina; c) As plantas com 30 dias após a germinação; d) As plantas se encontravam na floração.

### 3.3 Extração alcoólica do material fresco

Foi realizado conforme descrito no item **3.1.1**

### 3.4 Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o delineamento em blocos casualizados constituído por quatro repetições, 18 tratamentos em arranjo fatorial 6x3 (6 níveis do fator dose de nitrogênio e 3 níveis do fator genótipo). Os diferentes tratamentos de natureza qualitativa foram comparados por meio do teste de Tukey com 5% de probabilidade, enquanto para os dados de natureza quantitativa foi feito o estudo de regressão, sendo selecionados os modelos matemáticos que apresentaram melhores níveis de significância e maior valor de coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Foi utilizado para as análises estatísticas o software SiSvar para Windows versão 4.3 (FERREIRA, 2000).

### 3.5 Extração do óleo das sementes de girassol

Logo após a coleta das plantas de girassol, as sementes foram colocadas em estufa de circulação de ar a 40 °C e depois a massa foi verificada até peso constante. A seguir as sementes foram trituradas em moinho analítico (IKA® A11 basic) e o material obtido foi colocado em extrator de Soxhlet em um cartucho feito com papel filtro, iniciando-se assim a extração durante 4 h com 200 mL de Hexano. A temperatura da manta foi ajustada para 50 °C. Ao final do processo, o conteúdo do balão foi recolhido e colocado em evaporador rotativo (IKA®RV 10 control) por 15 minutos com rotação de 50 rpm e 45 torr. A temperatura permaneceu todo o tempo a 60 °C. O conteúdo que permaneceu no balão foi transferido para um recipiente de vidro aferido antes de receber o óleo. Posteriormente, o peso final foi anotado possibilitando assim, o cálculo da quantidade de óleo obtida.

#### a) Perfil do óleo

Amostras de 15 mg de material lipídico foram submetidas a metilação (Figura 1) em tubo de ensaio, onde foram adicionadas alíquotas de 0,4 mL de hidróxido de sódio em meio metanólico anidro 0,5 N. A seguir, foram levados ao banho-maria a 100° C por aproximadamente 10 minutos, ou até que os glóbulos de gordura fossem dissolvidos na solução.

Com a solução ainda quente, adicionou-se 0,5 mL de BF<sub>3</sub>-metanol e as amostras retornaram ao banho-maria por 2 minutos a 100 °C. Após esfriar, as soluções obtidas foram particionadas com 20 mL de éter de petróleo. Após agitação vigorosa por 1 minuto para a separação das fases, a solução foi deixada em repouso por 30 minutos. Em seguida, a fase aquosa (mais densa) foi descartada e a fase alcoólica foi coletada em balão volumétrico de 1 mL. O volume do balão foi completado com diclorometano e as soluções obtidas foram armazenadas em microtubos de 2,0 mL, sob refrigeração, até o momento da análise cromatográfica (METCALFE et al., 1966). Estas foram obtidas em um aparelho de Cromatografia Gasosa (CG) acoplada ao detector de ionização de chama (DIC), apresentando as seguintes características: Cromatógrafo: HP 5890 – Series II; Temperatura da coluna: 180° C/min- 240°C-0.5°/min-270°C-10°/min-290°C/10min; Detector: 280°C; Injetor: 240 ° C e o Gás de arraste: He Fluxo: 1mL/min Pressão: 12 psi. A mistura de ésteres metílicos de ácidos graxos (FAME MIX) – C14-C22 (Sigma-Aldrich®).

#### b) Análise estatística dos dados de óleo extraído

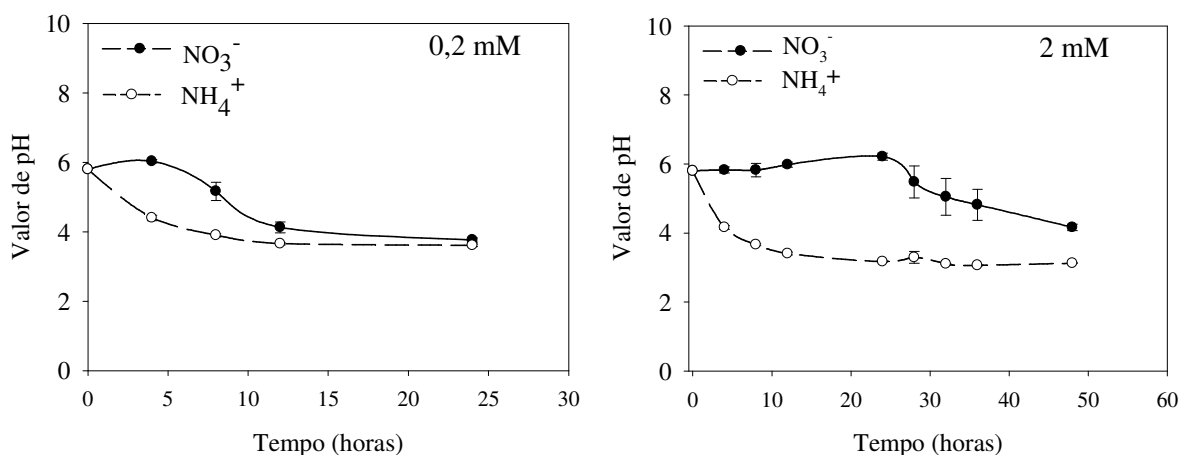
Foi realizado conforme descrito no item 3.2.2



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Absorção e Assimilação de Nitrogênio em Plantas Cultivadas na Solução Nutritiva

Como pode ser observado na Figura 8, a absorção diferenciada de cátions e ânions contribui para as alterações do pH da solução nutritiva. A absorção do  $\text{NO}_3^-$  é um processo ativo secundário, em que um mol de  $\text{NO}_3^-$  é absorvido em co-transporte com dois moles de  $\text{H}^+$ , enquanto a absorção de  $\text{NH}_4^+$  ocorre por um uniporte. Assim, enquanto a absorção de  $\text{NO}_3^-$  favorece o aumento do pH externo, a absorção de  $\text{NH}_4^+$  o reduz (COMETTI et al., 2006).

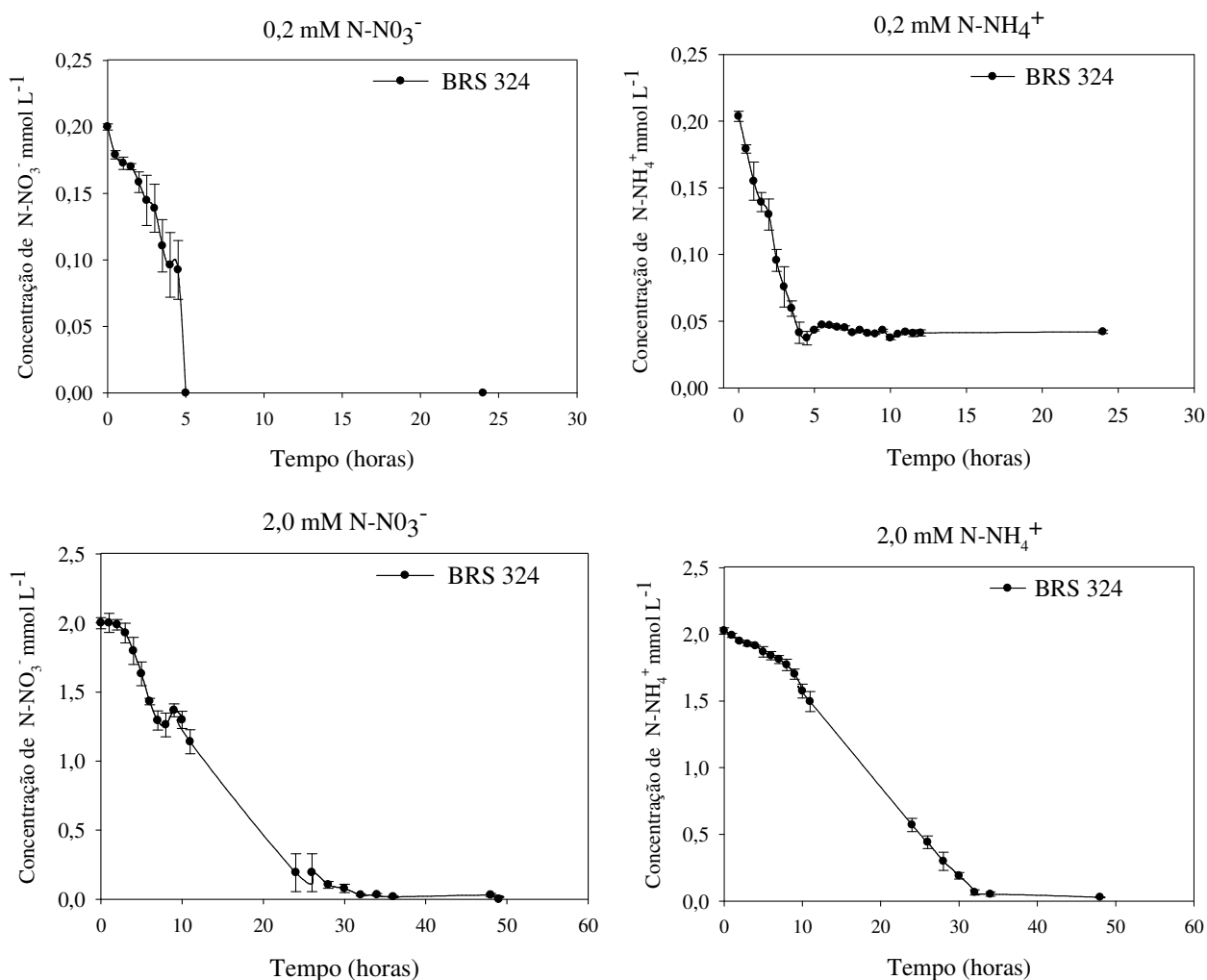


**Figura 8.** pH na solução nutritiva de cultivo de plantas de girassol BRS 324 supridas com  $\text{NO}_3^-$  ou  $\text{NH}_4^+$  em uma concentração inicial de 0,2 mM ou 2,0 mM de  $\text{N L}^{-1}$ .

Na solução com 0,2 mM de nitrato ou amônio (Figura 9), houve o esgotamento do N nas primeiras 5 horas, enquanto nos tratamentos com 2,0 mM, isso ocorreu em torno de 30 horas. Durante o período noturno não foram realizadas coletas. Matt (2001), trabalhando com plantas de tabaco constatou que a absorção de nitrato durante o dia foi 40% maior que a absorção durante a noite.

Quando verificamos as curvas resultantes dos gráficos de pH (Figura 8) na solução nutritiva versus o de depleção de nitrato e amônio na solução (Figura 9), pode-se observar que ocorreu elevação do pH no tratamento com 0,2 mM de nitrato, e assim que esgotou todo o nitrato após 5 h o pH reduziu, o mesmo comportamento foi notado para a concentração de 2 mM de nitrato, apresentando redução no pH, próximo das 30 hs após aplicar o tratamento, que correspondeu com o tempo na curva de depleção. Já nos tratamentos feitos com 0,2 mM e 2,0mM de amônio, não foi possível perceber esta relação com o pH, pois a absorção do amônio é passiva, e acontece através de um transportador do tipo uniporte, sendo que pode ocorrer o bombeamento de  $\text{H}^+$  para o exterior da célula, e causar a redução do pH na solução nutritiva.

A massa fresca das folhas, caule e raízes das plantas de girassol não variou significativamente com as fontes N de cada tratamento, com exceção do tratamento com 2,0 mM de  $\text{NH}_4^+$ , onde houve menor desenvolvimento das raízes (Tabela 4). Segundo Souza & Fernandes (2006), isto acontece devido ao fato da assimilação de  $\text{NH}_4^+$  ocorrer basicamente nas raízes, necessitando de elevadas quantidades de carboidratos.



**Figura 9.** Depleção de nitrato e amônio na solução de cultivo de plantas de girassol (BRS 324) com 0,2 e 2,0 mM de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ou N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

Nos tratamentos com baixa concentração de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (Tabela 5), houve redução da velocidade máxima (V<sub>máx</sub>) e aumento da constante de Michaelis-Menten (K<sub>m</sub>). Segundo Souza e Fernandes (2006), na faixa de absorção do sistema de alta afinidade (HATS), para o tratamento com amônio, ocorre um acompanhamento deles com o aumento dos teores de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> na solução externa.

As plantas submetidas ao tratamento com 2,0 mM de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> apresentaram aumento da V<sub>máx</sub> e uma menor relação raiz/parte aérea, indicando ativação de maiores quantidades de sítios de absorção para esse íon.

As plantas de girassol apresentaram maiores teores de nitrato no caule do que nas outras partes da planta, indicando ser o caule um local de reserva ou mesmo de translocação das raízes para as folhas (Figura 10). Esses resultados mostram que o caule tem uma provável função de armazenamento de íon em plantas de girassol. Da mesma forma, Brito (2012), trabalhando com plantas de crambe em sistema hidropônico, observou que o caule apresentou maiores concentrações de nitrato.

**Tabela 4.** Massa fresca ( $\text{g vaso}^{-1}$ ) das folhas, caule, raízes e relação raiz/parte aérea em plantas de girassol (BRS 324) cultivadas em solução nutritiva com diferentes concentrações de N (0,2 e 2,0 mM de  $\text{N-NO}_3^-$ ; 0,2 e 2,0 mM de  $\text{N-NH}_4^+$ ), com 24 ou 48 h após supressão de nitrogênio (teste de Tukey a 5% de probabilidade).

	Massa fresca ( $\text{g vaso}^{-1}$ )			Raiz/Parte aérea
	Folha	Caule	Raiz	
<b>0,2 mM</b>				
$\text{N-NO}_3^-$	26,29a	10,57a	29,69a	0,80a
$\text{N-NH}_4^+$	26,22a	12,36 a	30,32 a	0,78a
CV%	7,91	10,17	21,13	23,70
<b>2,0 mM</b>				
$\text{N-NO}_3^-$	29,51a	11,07a	38,74a	0,94a
$\text{N-NH}_4^+$	28,62a	12,28a	27,01a	0,66b
CV%	7,29	11,21	22,56	20,02

Letras minúsculas diferentes nas colunas são significativas.

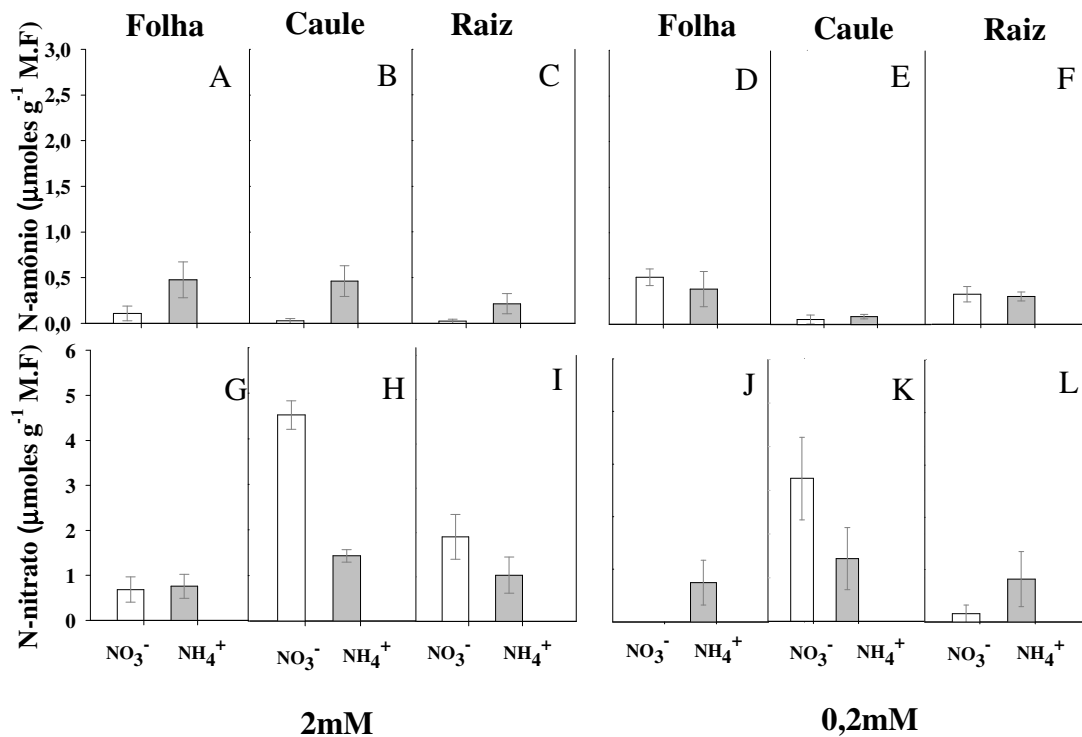
**Tabela 5.** Parâmetros cinéticos  $K_M$  e  $V_{M\acute{a}x}$  para o genótipo de girassol BRS 324, sob dois níveis de  $\text{NO}_3^-$  ou  $\text{NH}_4^+$  (0,2 e 2,0 mM) em solução nutritiva (teste de Tukey a 5% de probabilidade).

	$K_M$ ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ )		$V_{M\acute{a}x}$ ( $\mu\text{mol L}^{-1} \text{h}^{-1}$ )	
	$\text{NH}_4^+$	$\text{NO}_3^-$	$\text{NH}_4^+$	$\text{NO}_3^-$
<b>0,2 mM</b>	110,61a	92,92a	78,99a	78,96a
CV%	35,93		32,37	
<b>2,0 mM</b>	229,03a	258,16a	121,48a	75,39b
CV%	36,43		37,86	

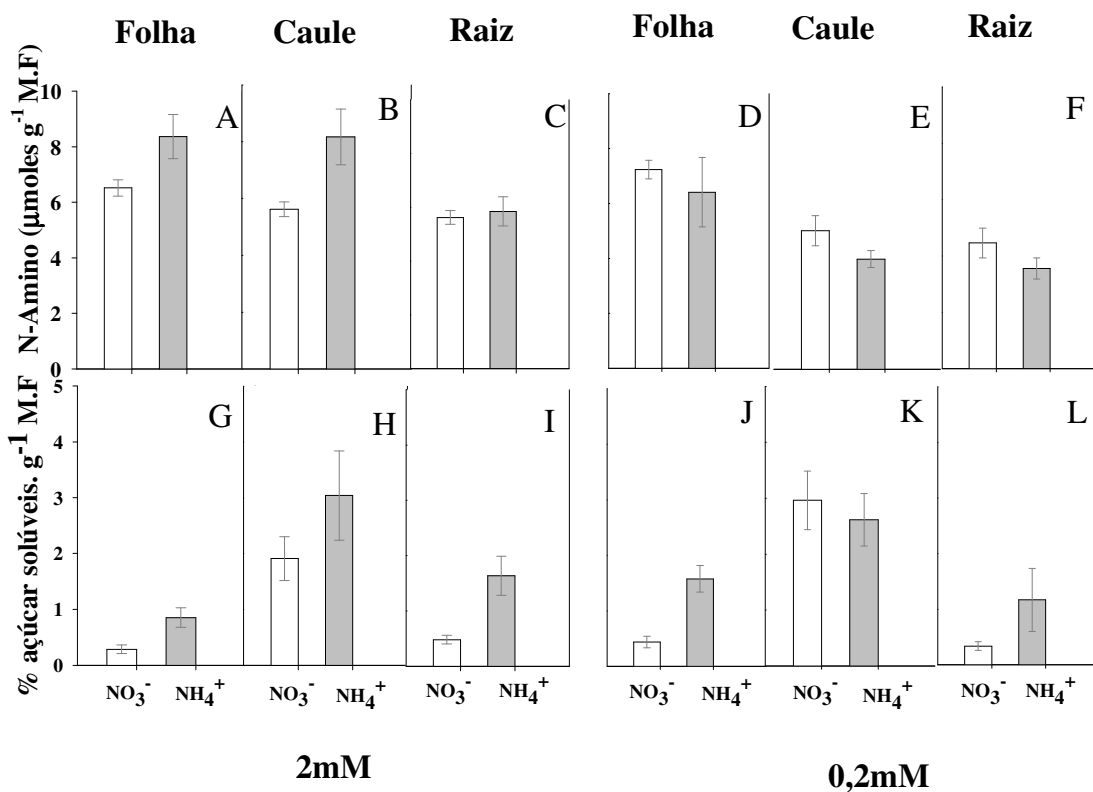
Letras minúsculas diferentes nas colunas são significativas.

Segundo Crawford (1995), várias espécies vegetais apresentam resultados semelhantes, evidenciando um mecanismo adaptativo que permite utilizar a reserva de nitrato para os processos metabólicos, mesmo em baixa disponibilidade do ânion. Embora na solução com o tratamento de 0,2 mM de amônio não tenha sido adicionado nitrato durante as avaliações, no tecido vegetal havia acúmulo de nitrato, nas folhas, caules e raízes. Logo pode ser explicado pelo fato de que antes de efetuar os tratamentos, as plantas estavam sendo cultivadas com uma concentração de 1,5 mM de nitrato e 0,5mM de amônio. No tratamento com 2,0 mM de amônio, foi detectada menor quantidade de amônio nos caules.

Nos tratamentos com 2,0 mM de N, o teor de N-amino nas folhas e caule foi maior quando a fonte era o amônio. As plantas acumularam mais açúcares no caule, independente da fonte de N (Figura 11).



**Figura 10.** Teores de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e NO<sub>3</sub><sup>-</sup> nas folhas (A, D e G, J), caule (B, E e H, K) e raízes (C, F e I, L) de plantas de girassol BRS 324, cultivadas em solução nutritiva com 0,2 e 2,0 mM de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ou N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.



**Figura 11.** Teores de N-Amino e % de Açúcares solúveis nas folhas (A, D e G, J), caule (B, E e H, K) e raízes (C, F e I, L) de plantas de girassol BRS 324, cultivadas em solução nutritiva com 0,2 e 2,0 mM de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ou N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

Como pode ser observado na Tabela 6, houve correlação positiva entre os teores de N- $\text{NH}_4^+$  e N-amino na concentração de 0,2 mM na folha, enquanto, no tratamento com de 2 mM a correlação positiva foi encontrada no caule. Raramente encontram-se valores altos de N- $\text{NH}_4^+$  nos tecidos vegetais devido a sua rápida assimilação. Mas, elevados valores desse íon acumulo nos tecidos, podem provocar estresse na planta. Segundo Souza & Fernandes (2006), elevados níveis de  $\text{NH}_4^+$  favorecem a síntese das amidas asparagina e glutamina que podem responder por mais de 80% do total de N-amino livre, causando aumento de 10 a 20 vezes na relação N-amino/N-amida livre como resposta a toxidez por  $\text{NH}_4^+$ .

Nos teores de N- $\text{NO}_3^-$ , o tratamento com 2 mM, teve uma diminuição nos teores de açúcares, e apresentou uma correlação negativa com N-amino do caule. No tratamento com 0,2 mM de  $\text{NO}_3^-$  os teores acumulados nos tecidos da folha e no caule mostraram correlação positiva com os teores de açúcares solúveis, e não foram significativos para N-amino. Conforme apresentado por Santos (2005), o esgotamento do nitrato na solução nutritiva provavelmente ocasionou uma diminuição gradativa no conteúdo de N presente no *pool* de reserva da planta. Justificando assim, a correlação negativa no tratamento de maior concentração para estes tecidos vegetais analisados, em que as reservas de N certamente não esta esgotadas.

Neste estudo, os dados indicam que nos tratamentos que foi utilizado como fonte de nitrogênio o amônio, ocorreu correlação negativa com a massa fresca da raiz, sendo significativa para a concentração de 0,2 mM. Estes resultados podem ser explicados pela necessidade das plantas de utilizar esqueletos de carbono, ou seja, carboidratos prontamente assimiláveis (açúcares solúveis), que são translocados da parte aérea para raízes de absorção, ou mesmo das próprias raízes, e utilizá-los na assimilação do íon, para evitar acumulo em níveis tóxicos na planta. Assim, a energia gasta pela planta na assimilação do amônio, não contribui no desenvolvimento do sistema radicular.

**Tabela 6.** Matriz de correlação (Pearson): frações solúveis quantificadas na Folha, Caule e Raízes e Massa fresca de Folha, Caule e Raízes de plantas de girassol BRS 324, cultivadas em solução nutritiva com 0,2 e 2,0 mM de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ou N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

<b>0,2 Mm</b>		M.f. F	M.f. C	M.f. R	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> F.	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> C	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> R	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> F	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> C	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> R	N-am. F	N-am. C	N-am. R	açúc. F	açúc. C	açúc. R
M. f.	F	<b>1,00</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M. f.	C	0,62	<b>1,00</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M. f.	R	0,38	0,38	<b>1,00</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	F	-0,44	0,20	-0,05	<b>1,00</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	C	-0,03	-0,33	-0,18	0,21	<b>1,00</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	R	-0,53	0,06	-0,14	<b>0,89</b>	0,14	<b>1,00</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	F	0,08	0,03	0,12	0,47	0,36	0,57	<b>1,00</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	C	-0,41	-0,05	0,61	0,28	-0,35	0,15	-0,14	<b>1,00</b>	-	-	-	-	-	-	-
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	R	-0,04	-0,19	<b>-0,89</b>	-0,14	0,05	0,04	-0,02	<b>-0,81</b>	<b>1,00</b>	-	-	-	-	-	-
N-am.	F	0,56	0,32	-0,03	0,00	0,09	0,06	<b>0,72</b>	-0,53	0,26	<b>1,00</b>	-	-	-	-	-
N-am.	C	-0,34	-0,60	-0,20	-0,26	-0,18	-0,30	-0,06	0,24	0,00	0,02	<b>1,00</b>	-	-	-	-
N-am.	R	-0,34	-0,38	-0,15	-0,26	-0,13	0,19	0,07	-0,12	0,23	-0,01	0,04	<b>1,00</b>	-	-	-
açúc.	F	-0,28	0,30	0,01	<b>0,97</b>	0,29	<b>0,87</b>	0,60	0,17	-0,16	0,19	-0,32	-0,25	<b>1,00</b>	-	-
açúc.	C	-0,16	-0,20	-0,16	0,23	<b>0,83</b>	0,23	0,25	-0,26	-0,04	0,07	-0,17	0,15	0,35	<b>1,00</b>	-
açúc.	R	0,08	-0,62	-0,22	-0,53	0,52	-0,40	0,19	-0,43	0,22	0,31	0,45	0,34	-0,43	0,47	<b>1,00</b>

**Tabela 6-** continuação

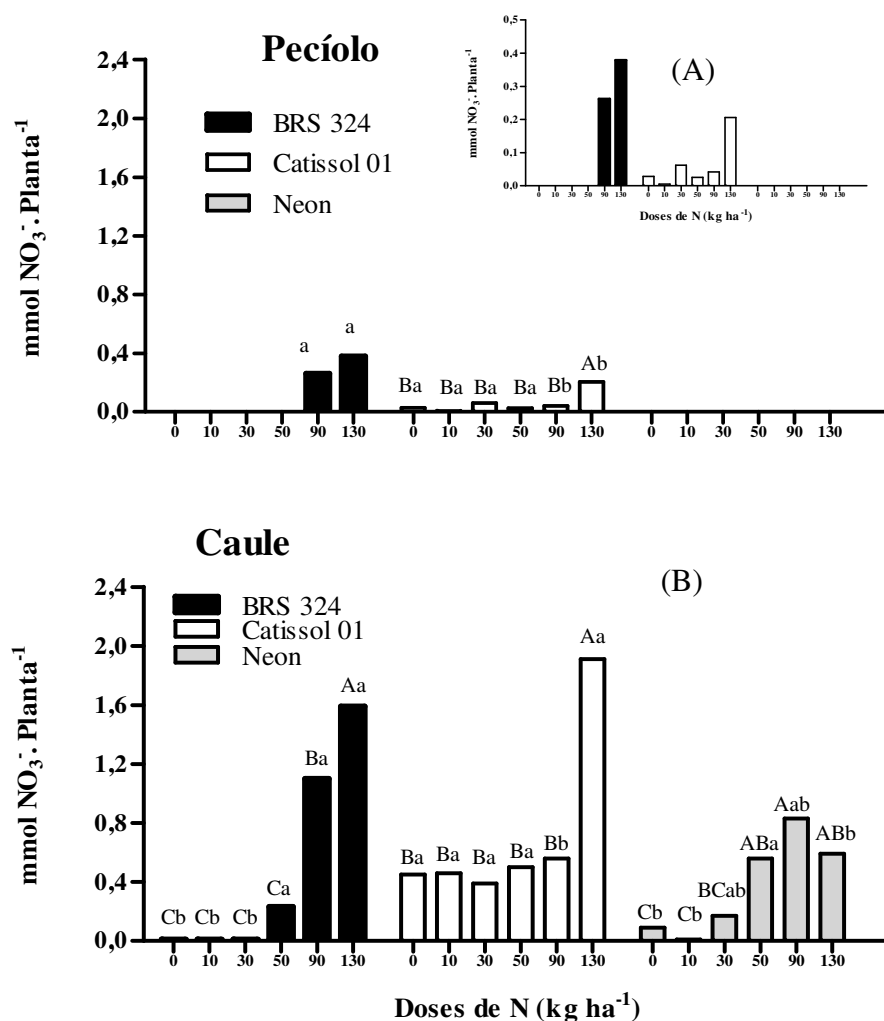
2,0 mM		M.	f.	M.	f.	M.	f.	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-am.	N-am.	N-am.	açúc.	açúc.	açúc.
		F	C	R	F.	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> C	R	F	C	R	F	C	R	F	C	R	F	C
M. f.	F	<b>1,00</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M. f.	C	0,06	<b>1,00</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M. f.	R	0,60	-0,32	<b>1,00</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	F	0,53	-0,07	-0,03	<b>1,00</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	C	0,05	-0,38	0,57	-0,23	<b>1,00</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	R	0,03	-0,12	0,52	-0,62	0,56	<b>1,00</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	F	0,06	<b>0,77</b>	-0,67	0,41	-0,54	-0,56	<b>1,00</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	C	-0,41	0,42	-0,63	-0,20	-0,69	-0,59	0,44	<b>1,00</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	R	-0,25	0,12	-0,31	-0,44	-0,58	-0,04	0,01	0,69	<b>1,00</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
N-am.	F	-0,28	0,26	-0,44	-0,48	-0,64	-0,11	0,16	<b>0,79</b>	<b>0,93</b>	<b>1,00</b>	-	-	-	-	-	-	-
N-am.	C	-0,02	0,48	-0,57	-0,10	<b>-0,78</b>	-0,33	0,55	<b>0,76</b>	<b>0,79</b>	<b>0,88</b>	<b>1,00</b>	-	-	-	-	-	-
N-am.	R	-0,13	-0,32	-0,43	0,21	-0,68	-0,27	0,03	0,26	0,54	0,46	0,48	<b>1,00</b>	-	-	-	-	-
açúc.	F	0,09	0,36	-0,36	0,11	<b>-0,77</b>	-0,02	0,39	0,23	0,53	0,49	0,64	0,69	<b>1,00</b>	-	-	-	-
açúc.	C	-0,48	0,20	-0,37	-0,61	-0,38	0,05	0,02	0,69	<b>0,93</b>	<b>0,85</b>	0,66	0,32	0,35	<b>1,00</b>	-	-	-
açúc.	R	-0,04	0,32	-0,50	-0,13	<b>-0,82</b>	-0,28	0,38	<b>0,73</b>	<b>0,86</b>	<b>0,92</b>	<b>0,97</b>	0,63	0,70	0,69	<b>1,00</b>	-	-

*Os valores em negrito são significativamente diferentes de 0 com um nível de significância alfa=0,05*

M.F= Massa fresca da folha; M.C= Massa fresca do caule(g); M.R.=Massa fresca da raiz (g); NO<sub>3</sub><sup>-</sup> F= N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> da folha μmol g<sup>-1</sup> M.F.; NO<sub>3</sub><sup>-</sup> C=.; N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> do caule μmol g<sup>-1</sup> M.F. NO<sub>3</sub><sup>-</sup> R= N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> da raiz μmol g<sup>-1</sup> M.F.; NH<sub>4</sub><sup>+</sup> F= N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> da folha μmol g<sup>-1</sup> M.F.; NH<sub>4</sub><sup>+</sup> C= N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> do caule μmol g<sup>-1</sup> M.F.; NH<sub>4</sub><sup>+</sup> R= N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> da raiz μmol g<sup>-1</sup> M.F.; N-am. F= N-amino da folha μmol g<sup>-1</sup> M.F.; N-am. C= N-amino do caule μmol g<sup>-1</sup> M.F.; N-am. R= N-amino da raiz μmol g<sup>-1</sup> M.F.; açúc. F=% de açúcares solúveis da folha g<sup>-1</sup> MF; açúc. C= % de açúcares solúveis do caule g<sup>-1</sup> MF; açúc. R= % de açúcares solúveis da raiz g<sup>-1</sup> MF.

## Plantas Cultivadas sob Diferentes Doses de Nitrogênio em Condições de Campo

Não foi detectado nitrato no limbo foliar, mas destaca-se o acúmulo desse íon no pecíolo para os tratamentos com a dose 90 e 130 kg N ha<sup>-1</sup> do genótipo BRS 324. O mesmo foi encontrado em todas as doses utilizadas na Catissol 01 com destaque para o tratamento com 130 kg N ha<sup>-1</sup> (Figura 12A). Para todos os três genótipos no caule houve diferença significativa entre as doses crescentes de nitrogênio (Figura 12 B).



**Figura 12.** Conteúdos de nitrato no Pecíolo (A) e Caule (B) coletados na floração (estádio R5) de três genótipos de girassol (BRS 324, Catissol 01 e Neon) cultivados no campo e submetidos a diferentes doses de N na forma de uréia. Letras maiúsculas diferenciam entre doses no mesmo genótipo, letras minúsculas entre doses dos outros genótipos, indicando diferença significativa (teste de Tukey a 5% de probabilidade).

No pecíolo e caule houve acúmulo de nitrato no tecido vegetal influenciado pelo aumento das doses de N. No entanto, a Catissol 01 aparentemente apresentou maior acúmulo de nitrato no tecido vegetal quando comparados aos outros dois genótipos, fazendo dela uma planta mais eficiente no acúmulo do nitrato. Ao observarmos a parte aérea como um todo, verifica-se o caule como o local preferencial de acúmulo de nitrato (Figura 12).

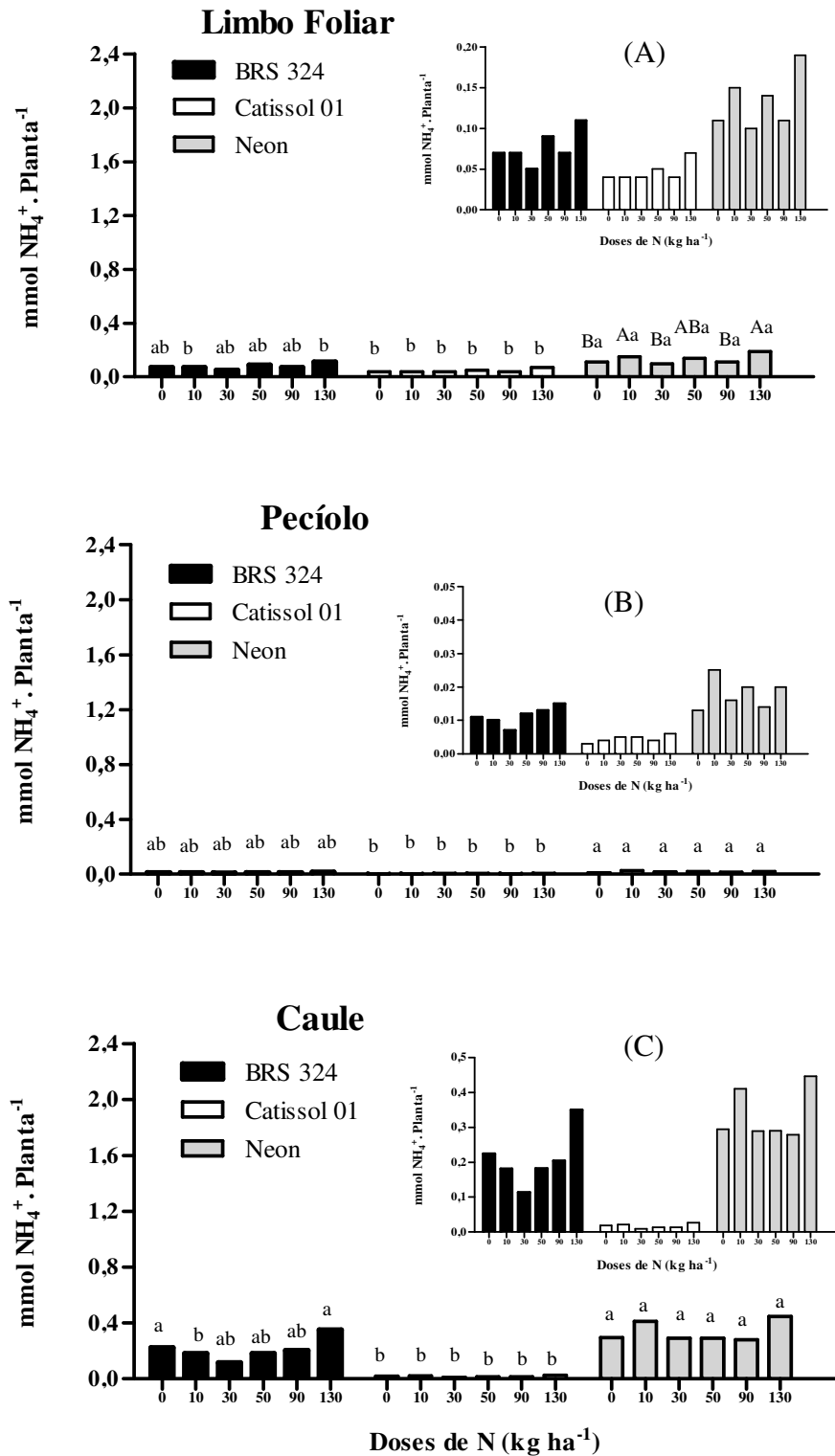


Tanto para o genótipo BRS 324 quanto para Catissol 01, não houve diferença significativa entre as doses utilizadas quanto aos conteúdos de amônio no limbo foliar (Figura 13A). Por outro lado, o genótipo Neon apresentou maiores quantidades de  $\text{NH}_4^+$  nos tratamentos 10 e 130 kg N ha<sup>-1</sup>. Sendo que dentre os três genótipos, a Catissol 01 teve quantidades estatisticamente inferiores aos outros dois em quase todas as doses utilizadas, isto foi visto nas outras partes da planta como no pecíolo (Figura 13 B) e caule (Figura 13 C). O Neon teve destaque estatístico perante os outros dois genótipos avaliados neste trabalho, pois teve maior quantidade de  $\text{NH}_4^+$  acumulado nos tecidos da parte aérea.

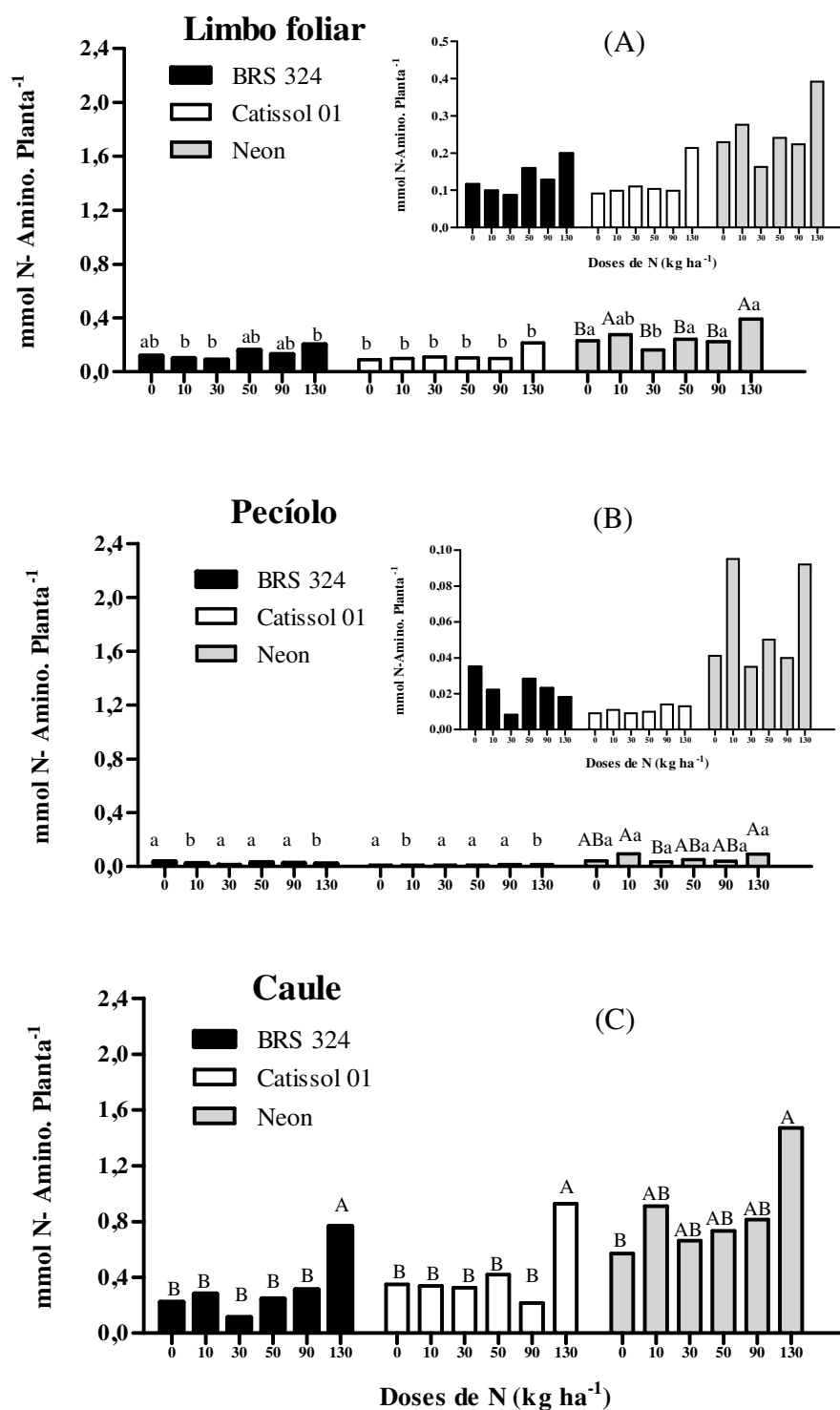
Para os conteúdos de N-amino livre, o Neon acumulou maiores quantidades de aminoácidos do que os outros dois genótipos, apresentando diferenças estatísticas para os tratamentos 10 e 130 kg N ha<sup>-1</sup> no limbo foliar. Nos demais tecidos analisados, pecíolo não apresentou diferença estatística entre as doses, mas o caule destaca-se com a maior quantidade de N-Amino livre na dose de 130 kg N ha<sup>-1</sup> (Figura 14 C).

O Catissol 01 teve os menores conteúdos de N-amino livre, observados entre os três genótipos par o limbo foliar, e algumas doses para o pecíolo. No caule não teve diferença entre os genótipos, mas destaca-se a dose de 130 kg N ha<sup>-1</sup>, com maior conteúdo acumulado (Figura 14).

Quando observada a parte aérea como um todo, percebe-se o acúmulo de N-amino livre em maior quantidade no caule, sendo que na soma de todas as partes analisadas destaca-se maior acúmulo na dose de 130 kg N ha<sup>-1</sup>. No entanto, foram observadas quantidades elevadas para todos os três genótipos analisados, assim, podem está relacionados aos possíveis altos teores disponíveis de  $\text{N-NO}_3^-$  no solo na época em que foram coletadas as amostras. Segundo SCHNEIBLE et al. (1997) o conteúdo de aminoácidos no tecido vegetal geralmente é correlacionado com o fornecimento de nitrogênio.



**Figura 13.** Conteúdo de amônio no limbo foliar (A), pecíolo (B) e caule (C) na floração (estádio R5) de três genótipos de girassol (BRS 324, Catissol 01 e Neon) cultivados no campo e submetidos a diferentes doses de N na forma de uréia. Letras minúsculas entre doses dos genótipos, indicando diferença significativa (teste de Tukey a 5% de probabilidade).



**Figura 14.** Conteúdo de N-Amino no limbo foliar (A), pecíolo (B) e caule (C) na floração (estádio R5) de três genótipos de girassol (BRS 324, Catissol 01 e Neon) cultivados no campo e submetidos a diferentes doses N na forma de uréia. Letras maiúsculas diferenciam entre doses no mesmo genótipo, letras minúsculas entre doses dos outros genótipos, indicando diferença significativa (teste de Tukey a 5% de probabilidade).

Entre os tecidos vegetais, o caule foi o que apresentou maior reserva de açúcares, o mesmo foi observado no cultivo hidropônico feito com o genótipo BRS 324, fazendo deste local a principal fonte de acúmulo de energia para as reações do metabolismo da planta (Figura 15).

No limbo foliar do genótipo Neon, os teores de açúcares solúveis foram significativos entre as doses utilizadas, sendo as maiores porcentagens de açúcar acumulado nas mais altas doses. Já nos outros dois genótipos e nos demais tecidos vegetais, os teores de açúcares solúveis não foram estatisticamente significativos.

Contudo, o Catissol 01 e o BRS 324 diferenciaram estatisticamente do Neon, eles acumularam menores quantidades de açúcares em toda a parte aérea.

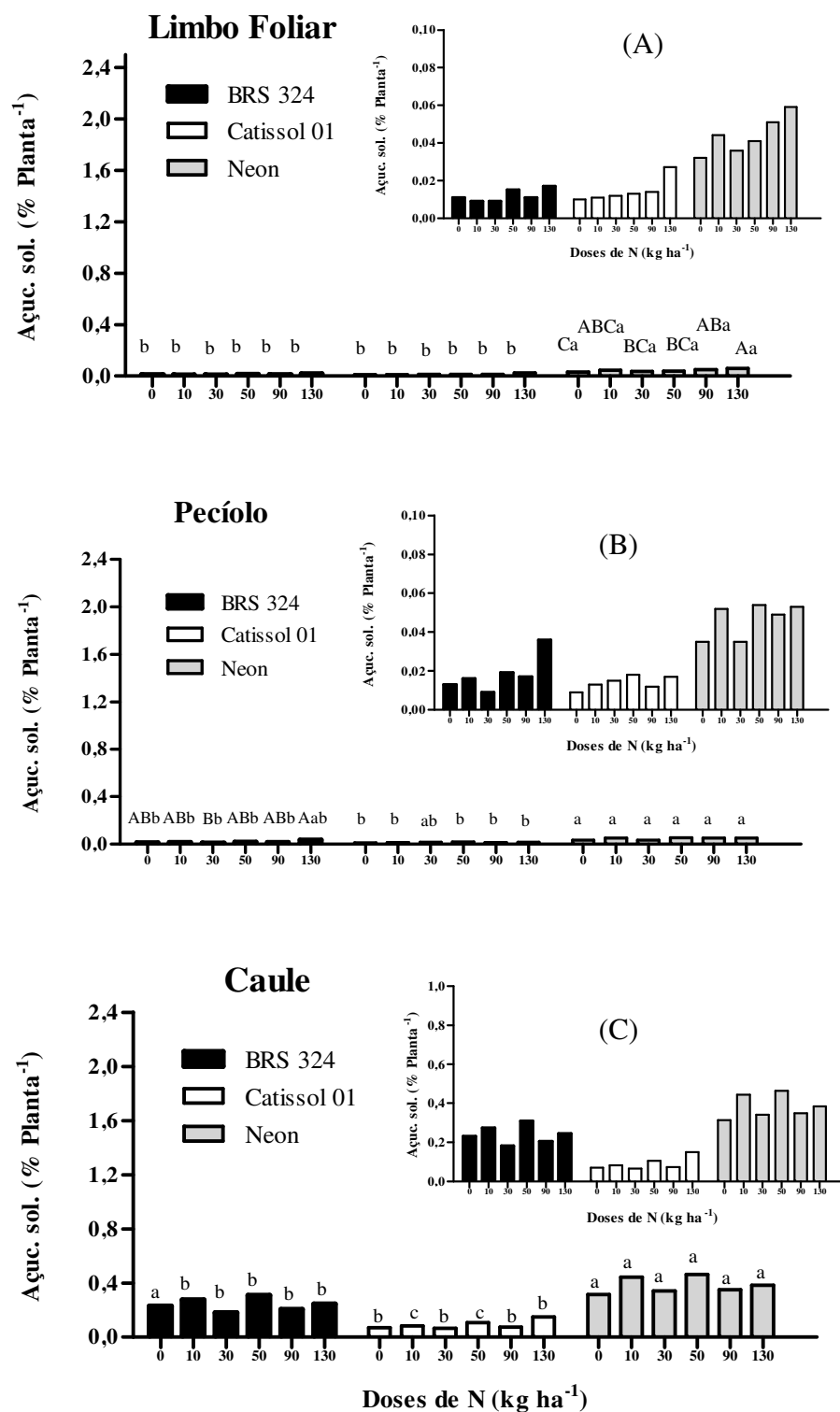
Na Tabela 7, estão apresentadas as correlações das variáveis estudadas nos três genótipos de girassol. Houve correlações positivas entre os conteúdos de  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{NH}_4^+$  acumulado no caule para Catissol 01 e significativa estatisticamente para a BRS 324, indicando que essas plantas absorvem e armazenam o nitrato nos vacúolos do caule com a mesma intensidade que o amônio é utilizado, enquanto o Neon não apresentou esta capacidade, mostrando uma correlação fraca, não significativa estatisticamente. Segundo Santos et al. (2005), somente após a indisponibilidade de N para a planta é que ela começa a remobilizar o  $\text{NO}_3^-$  que está armazenado nos vacúolos, para suprir as necessidades de nitrogênio do vegetal.

Na relação dos aminoácidos com  $\text{NH}_4^+$ , todos os genótipos apresentaram correlação positiva no limbo foliar e no caule, o que pode estar ocorrendo um equilíbrio entre a quantidade de íon absorvido e o incorporado em esqueletos de carbono preexistentes e, possivelmente, utilizado na síntese de diversos aminoácidos. Além disso, a correlação entre N-amino e o nitrato, apresentaram valores elevados no caule.

De acordo com Santos (2009), quantidades altas de N-amino livre podem contribuir para o acúmulo de  $\text{NO}_3^-$  nos tecidos da planta, uma vez que estudos têm demonstrado que o  $\text{NO}_3^-$  e os produtos da sua redução influenciam sua aquisição e redução. Também foi observada correlação positiva e significativa entre teores de N-amino livre e açúcares solúveis no limbo foliar dos três genótipos. Este resultado indica que o aumento no conteúdo de N-amino com consequente aumento no teor de açúcares solúveis é devido à disponibilidade de N para as plantas, e pode também estar relacionado a uma remobilização do  $\text{NO}_3^-$  estocado.

Entre as correlações, foram observados valores positivos para os teores de açúcares do caule com a produção de óleo por planta no genótipo Catissol 01, indicando a ocorrência de uma maior disponibilidade de esqueletos de carbono nesse órgão, correspondendo a um aumento na produção de óleo por planta.

Desta forma pode ser observado que todas as correlações significativas tiveram valores positivos, confirmando a disponibilidade do nitrogênio no solo as plantas, o que nos permitiu dizer que essas plantas ainda estão absorvendo e armazenando o nutriente no tecido vegetal, apresentando um metabolismo alto e com bom desempenho. De acordo com Castro & Farias et al. (2005), as plantas de girassol no período após a formação do botão-floral até o final do florescimento, apresentam crescimento mais acelerado e absorvem maiores taxas de nutrientes.



**Figura 15.** Conteúdos em percentagem de açúcares solúveis no limbo foliar (A), pecíolo (B) e caule (C) na floração (estádio R5) de três genótipos de girassol (BRS 324, Catissol 01 e Neon) cultivados no campo e submetidos a diferentes doses de N na forma de uréia. Letras maiúsculas diferenciam entre doses no mesmo genótipo, letras minúsculas entre doses dos outros genótipos, indicando diferença significativa (teste de Tukey a 5% de probabilidade).

**Tabela 7.** Matriz de correlação (Pearson): Conteúdo por planta das frações solúveis quantificadas nas Folhas, Pecíolo, Caule e Parte Aérea, e também a produção e a quantidade de óleo dos genótipos de girassol BRS 324, Catissol 01 e Neon, submetidos a diferentes doses de N na forma de uréia (0, 10, 30, 50, 90, 130 kg N. ha<sup>-1</sup>), em área experimental localizada na da UFRRJ.

BRS 324

Matriz de correlação (Pearson):

Variáveis		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> P	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> C	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> PA	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> LF	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> P	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> C	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> PA	N-Am. LF	N-Am. P	N-Am. C	N-Am. PA	Aç. LF	Aç. P	Aç. C	Aç. PA	Pr (g)/ plan	(g)ól/ Plan
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	<b>1,00</b>																
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	C	<b>0,93</b>	<b>1,00</b>															
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PA	<b>0,96</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>														
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	LF	0,37	<b>0,50</b>	<b>0,48</b>	<b>1,00</b>													
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	P	0,28	<b>0,52</b>	<b>0,48</b>	<b>0,69</b>	<b>1,00</b>												
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	C	<b>0,65</b>	<b>0,65</b>	<b>0,66</b>	<b>0,68</b>	0,41	<b>1,00</b>											
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PA	<b>0,63</b>	<b>0,66</b>	<b>0,66</b>	<b>0,79</b>	<b>0,52</b>	<b>0,99</b>	<b>1,00</b>										
N-Am.	LF	0,45	<b>0,57</b>	<b>0,55</b>	<b>0,83</b>	<b>0,59</b>	<b>0,59</b>	<b>0,68</b>	<b>1,00</b>									
N-Am.	P	0,02	-0,01	-0,01	0,38	0,05	0,14	0,20	0,22	<b>1,00</b>								
N-Am.	C	<b>0,74</b>	<b>0,72</b>	<b>0,73</b>	<b>0,55</b>	0,29	<b>0,95</b>	<b>0,91</b>	<b>0,51</b>	0,01	<b>1,00</b>							
N-Am.	PA	<b>0,75</b>	<b>0,74</b>	<b>0,75</b>	<b>0,65</b>	0,36	<b>0,96</b>	<b>0,94</b>	<b>0,63</b>	0,10	<b>0,99</b>	<b>1,00</b>						
Aç.	LF	0,29	0,38	0,36	<b>0,62</b>	<b>0,51</b>	0,16	0,27	<b>0,76</b>	0,10	0,10	0,21	<b>1,00</b>					
Aç.	P	<b>0,54</b>	<b>0,69</b>	<b>0,66</b>	<b>0,59</b>	<b>0,60</b>	0,39	0,47	<b>0,63</b>	0,12	0,39	0,46	<b>0,68</b>	<b>1,00</b>				
Aç.	C	-0,21	-0,09	-0,12	0,41	0,43	0,03	0,12	0,42	0,22	-0,08	0,01	<b>0,54</b>	0,35	<b>1,00</b>			
Aç.	PA	-0,12	0,01	-0,02	<b>0,47</b>	<b>0,49</b>	0,08	0,18	<b>0,50</b>	0,23	-0,03	0,07	<b>0,62</b>	0,47	<b>0,99</b>	<b>1,00</b>		
Pr (g)/	plan	-0,07	0,08	0,05	0,29	0,16	-0,03	0,04	0,28	-0,03	0,03	0,07	0,40	0,30	0,33	0,36	<b>1,00</b>	
(g)ól/	plan	-0,19	-0,01	-0,05	0,21	0,14	-0,07	-0,01	0,13	-0,05	-0,06	-0,04	0,22	0,15	0,30	0,31	<b>0,94</b>	<b>1,00</b>

Os valores em negrito são significativamente diferentes de 0 com um nível de significância alfa=0,05

**Tabela 6-** Continuação

Catissol 01

Matriz de correlação (Pearson):

Variáveis		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-Am.	N-Am.	N-Am.	N-Am.	Aç.	Aç.	Aç.	Aç.	Pr (g)/	(g)ól/
		P	C	PA	LF	P	C	PA	LF	P	C	PA	LF	P	C	PA	plan	Plan
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	<b>1,00</b>																
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	C	<b>0,79</b>	<b>1,00</b>															
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PA	<b>0,83</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>														
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	LF	<b>0,56</b>	<b>0,70</b>	<b>0,70</b>	<b>1,00</b>													
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	P	<b>0,57</b>	0,41	0,44	0,10	<b>1,00</b>												
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	C	0,07	0,39	0,36	0,30	-0,29	<b>1,00</b>											
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PA	0,47	<b>0,73</b>	<b>0,71</b>	<b>0,86</b>	-0,02	<b>0,74</b>	<b>1,00</b>										
N-Am.	LF	<b>0,82</b>	<b>0,75</b>	<b>0,77</b>	<b>0,74</b>	<b>0,59</b>	0,24	<b>0,69</b>	<b>1,00</b>									
N-Am.	P	0,22	0,31	0,31	-0,08	0,23	0,24	0,10	0,16	<b>1,00</b>								
N-Am.	C	<b>0,67</b>	<b>0,71</b>	<b>0,73</b>	<b>0,55</b>	<b>0,51</b>	0,42	<b>0,64</b>	<b>0,87</b>	0,25	<b>1,00</b>							
N-Am.	PA	<b>0,70</b>	<b>0,73</b>	<b>0,75</b>	<b>0,58</b>	<b>0,53</b>	0,40	<b>0,66</b>	<b>0,90</b>	0,25	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>						
Aç.	LF	<b>0,68</b>	<b>0,85</b>	<b>0,85</b>	<b>0,75</b>	0,40	0,08	<b>0,59</b>	<b>0,70</b>	0,04	<b>0,60</b>	<b>0,62</b>	<b>1,00</b>					
Aç.	P	0,07	0,14	0,14	<b>0,52</b>	-0,18	-0,16	0,26	0,11	-0,43	0,04	0,05	0,46	<b>1,00</b>				
Aç.	C	<b>0,55</b>	<b>0,75</b>	<b>0,74</b>	<b>0,65</b>	<b>0,48</b>	0,20	<b>0,59</b>	<b>0,68</b>	0,17	<b>0,72</b>	<b>0,73</b>	<b>0,81</b>	0,32	<b>1,00</b>			
Aç.	PA	<b>0,56</b>	<b>0,76</b>	<b>0,75</b>	<b>0,71</b>	0,43	0,16	<b>0,61</b>	<b>0,68</b>	0,09	<b>0,69</b>	<b>0,70</b>	<b>0,87</b>	0,46	<b>0,99</b>	<b>1,00</b>		
Pr (g)/	plan	0,28	0,35	0,35	0,28	0,33	-0,12	0,15	0,36	0,08	0,38	0,38	<b>0,51</b>	0,20	<b>0,69</b>	<b>0,67</b>	<b>1,00</b>	
(g)ól/	plan	0,26	0,26	0,26	0,31	0,18	-0,13	0,15	0,26	0,12	0,25	0,26	0,42	0,42	<b>0,60</b>	<b>0,61</b>	<b>0,87</b>	<b>1,00</b>

Os valores em negrito são significativamente diferentes de 0 com um nível de significância alfa=0,05

**Tabela 6-** Continuação

Neon

Matriz de correlação (Pearson):

Variáveis		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> P	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> C	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> PA	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> LF	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> P	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> C	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> PA	N-Am. LF	N-Am. P	N-Am. C	N-Am. PA	Aç. LF	Aç. P	Aç. C	Aç. PA	Pr (g)/ plan	(g)ól/ Plan
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	<b>1,00</b>																
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	C	<b>0,58</b>	<b>1,00</b>															
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PA	<b>0,73</b>	<b>0,98</b>	<b>1,00</b>														
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	LF	-0,37	-0,26	-0,31	<b>1,00</b>													
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	P	-0,14	0,00	-0,03	0,35	<b>1,00</b>												
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	C	-0,26	-0,26	-0,28	<b>0,91</b>	0,46	<b>1,00</b>											
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PA	-0,30	-0,26	-0,29	<b>0,94</b>	<b>0,48</b>	<b>0,99</b>	<b>1,00</b>										
N-Am.	LF	-0,39	-0,01	-0,11	<b>0,75</b>	<b>0,50</b>	<b>0,72</b>	<b>0,74</b>	<b>1,00</b>									
N-Am.	P	-0,25	0,03	-0,04	<b>0,63</b>	<b>0,80</b>	<b>0,67</b>	<b>0,69</b>	<b>0,68</b>	<b>1,00</b>								
N-Am.	C	-0,25	0,00	-0,06	<b>0,82</b>	<b>0,53</b>	<b>0,82</b>	<b>0,84</b>	<b>0,73</b>	<b>0,79</b>	<b>1,00</b>							
N-Am.	PA	-0,29	0,00	-0,07	<b>0,84</b>	<b>0,57</b>	<b>0,83</b>	<b>0,86</b>	<b>0,81</b>	<b>0,82</b>	<b>0,99</b>	<b>1,00</b>						
Aç.	LF	-0,26	-0,22	-0,25	<b>0,67</b>	0,31	<b>0,62</b>	<b>0,65</b>	<b>0,72</b>	<b>0,48</b>	<b>0,72</b>	<b>0,74</b>	<b>1,00</b>					
Aç.	P	-0,24	-0,30	-0,31	0,45	<b>0,66</b>	0,42	0,45	<b>0,61</b>	<b>0,55</b>	<b>0,50</b>	<b>0,55</b>	<b>0,75</b>	<b>1,00</b>				
Aç.	C	-0,28	-0,43	-0,43	0,43	<b>0,57</b>	0,46	<b>0,48</b>	0,43	0,38	0,39	0,41	<b>0,57</b>	<b>0,83</b>	<b>1,00</b>			
Aç.	PA	-0,29	-0,41	-0,42	<b>0,49</b>	<b>0,59</b>	<b>0,50</b>	<b>0,52</b>	<b>0,51</b>	0,44	0,46	<b>0,49</b>	<b>0,68</b>	<b>0,89</b>	<b>0,99</b>	<b>1,00</b>		
Pr (g)/ (g)ól/	plan	-0,16	-0,43	-0,40	<b>0,52</b>	0,19	0,40	0,44	0,18	0,28	0,46	0,42	<b>0,55</b>	0,38	0,41	0,45	<b>1,00</b>	
	plan	-0,01	-0,32	-0,27	0,30	-0,14	0,20	0,22	-0,01	-0,11	0,22	0,17	0,23	0,00	0,13	0,14	<b>0,77</b>	<b>1,00</b>

*Os valores em negrito são significativamente diferentes de 0 com um nível de significância alfa=0,05*

NO<sub>3</sub><sup>-</sup> P= N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> do Pecíolo mmol Planta<sup>-1</sup>; NO<sub>3</sub><sup>-</sup> C=.; N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> do caule mmol Planta<sup>-1</sup>; NO<sub>3</sub><sup>-</sup> PA= N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> da Parte aérea mmol Planta<sup>-1</sup>; NH<sub>4</sub><sup>+</sup> LF= N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> do limbo foliar mmol Planta<sup>-1</sup>; NH<sub>4</sub><sup>+</sup> P= N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> do Pecíolo mmol Planta<sup>-1</sup>; NH<sub>4</sub><sup>+</sup> C= N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> do caule mmol Planta<sup>-1</sup>; NH<sub>4</sub><sup>+</sup> PA= N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> da Parte aérea mmol Planta<sup>-1</sup>; N-am. LF= N-amino do limbo foliar mmol Planta<sup>-1</sup>; N-am. Pecíolo= N-amino Pecíolo mmol Planta<sup>-1</sup>; C= N-amino do caule mmol Planta<sup>-1</sup>; PA= N-amino do Parte aérea mmol Planta<sup>-1</sup>; açúc. LF=% de açúcares soluveis do limbo foliar g Planta<sup>-1</sup>; açúc. P=% de açúcares soluveis Pecíolo g Planta<sup>-1</sup>; açúc. C= % de açúcares solúveis do caule g Planta<sup>-1</sup>; açúc.PA= % de açúcares solúveis da Parte aérea g Planta<sup>-1</sup>; Pr (g)/ plan= Produção de aquênios em grama por planta; (g) ól/plan= Produção de óleo em grama por planta.



Em relação ao conteúdo de Nitrogênio total nos tecidos vegetais (Tabela 8), pode-se destacar o limbo foliar como o principal local de reserva na planta de girassol, na fase de floração (R5). Sendo que as maiores concentrações foram determinadas no genótipo Neon, mas não houve diferenças significativas entre os tratamentos com a adubação nitrogenada, assim como, os outros dois genótipos analisados. Contudo, fazendo uma relação desta análise de N-total com a quantidade de  $\text{NH}_4^+$  (Figura 13 A) e aminoácidos (Figura 14A) presentes na planta é possível que a maior parte do nitrogênio visto nesta análise esteja incorporado no esqueleto de carbono da planta, já que não foi encontrado nitrato no limbo foliar.

No capítulo e no pecíolo, foram encontradas maiores quantidades de N-Total, no tratamento com  $130 \text{ kg N ha}^{-1}$  para os genótipos Neon e o Catissol 01, sendo que o BRS 324 apresentou o menor valor quando comparado com os outros.

**Tabela 8.** Conteúdos de N-total ( $\text{mg. planta seca}^{-1}$ ), em limbo foliar, capítulo, pecíolo e caule de planta de girassol, coletados na floração (estádio R5) de três genótipos de girassol (BRS 324, Catissol 01 e Neon) cultivados no campo e submetidos a diferentes doses N na forma de uréia.

Trat.	N- TOTAL					
	LIMBO FOLIAR			CAPÍTULO		
	BRS 324	Catissol 01	Neon	BRS 324	Catissol 01	Neon
0	495,49 <b>Aa</b>	498,50 <b>Aa</b>	633,22 <b>Aa</b>	304,52 <b>Aa</b>	325,80 <b>Ba</b>	247,17 <b>Ba</b>
10	498,45 <b>Aab</b>	423,36 <b>Ab</b>	679,09 <b>Aa</b>	266,59 <b>Aa</b>	344,86 <b>Ba</b>	253,44 <b>Ba</b>
30	380,82 <b>Ab</b>	383,59 <b>Ab</b>	626,72 <b>Aa</b>	296,46 <b>Aa</b>	270,73 <b>Ba</b>	298,18 <b>Ba</b>
50	593,82 <b>Aab</b>	414,50 <b>Ab</b>	668,55 <b>Aa</b>	412,26 <b>Aa</b>	300,25 <b>Ba</b>	280,58 <b>Ba</b>
90	418,48 <b>Ab</b>	408,32 <b>Ab</b>	843,69 <b>Aa</b>	384,68 <b>Aa</b>	308,12 <b>Ba</b>	281,09 <b>Ba</b>
130	565,87 <b>Ab</b>	623,91 <b>Aab</b>	796,40 <b>Aa</b>	395,92 <b>Ab</b>	567,96 <b>Aa</b>	427,72 <b>Aab</b>
Méd	492,16 <b>b</b>	458,70 <b>b</b>	707,95 <b>a</b>	343,41 <b>a</b>	352,95 <b>a</b>	298,03 <b>a</b>
CV%	20,28			38,85		

Trat.	PECÍOLO			CAULE		
	BRS 324	Catissol 01	Neon	BRS 324	Catissol 01	Neon
	0	15,86 <b>Aa</b>	16,26 <b>Aa</b>	37,78 <b>Aa</b>	225,74 <b>Aa</b>	204,71 <b>Ba</b>
10	25,40 <b>Aa</b>	24,00 <b>Aa</b>	45,40 <b>Aa</b>	272,08 <b>Aa</b>	203,64 <b>Ba</b>	265,90 <b>Aa</b>
30	13,64 <b>Ab</b>	15,63 <b>Ab</b>	56,77 <b>Aa</b>	200,40 <b>Aa</b>	141,69 <b>Ba</b>	269,53 <b>Aa</b>
50	31,32 <b>Ab</b>	24,88 <b>Ab</b>	70,07 <b>Aa</b>	251,63 <b>Aab</b>	212,35 <b>Bb</b>	351,23 <b>Aa</b>
90	25,39 <b>Ab</b>	26,92 <b>Ab</b>	65,11 <b>Aa</b>	223,47 <b>Aab</b>	180,14 <b>Bb</b>	317,34 <b>Aa</b>
130	43,71 <b>Aa</b>	40,20 <b>Aa</b>	72,80 <b>Aa</b>	200,41 <b>Ab</b>	446,38 <b>Aa</b>	270,48 <b>Ab</b>
Méd	25,89 <b>b</b>	24,65 <b>b</b>	57,99 <b>a</b>	228,96 <b>b</b>	231,49 <b>b</b>	297,93 <b>a</b>
CV%	26,31			22,61		

Letras maiúsculas diferenciam entre doses no mesmo genótipo, letras minúsculas entre doses dos outros genótipos, indicando diferença significativa (teste de Tukey a 5% de probabilidade).

No caule destacou-se o genótipo Catissol 01 com a maior concentração de nitrogênio no tratamento com  $130 \text{ kg N ha}^{-1}$ , apresentando uma concentração significativamente diferente da BRS 324 e igual estatisticamente ao Neon. Estes resultados podem ser relacionados com os encontrados na Figura 12 C, onde a maior concentração do nitrogênio está na forma de nitrato, sendo também destacado o genótipo Catissol 01 na dose de  $130 \text{ kg N ha}^{-1}$ .

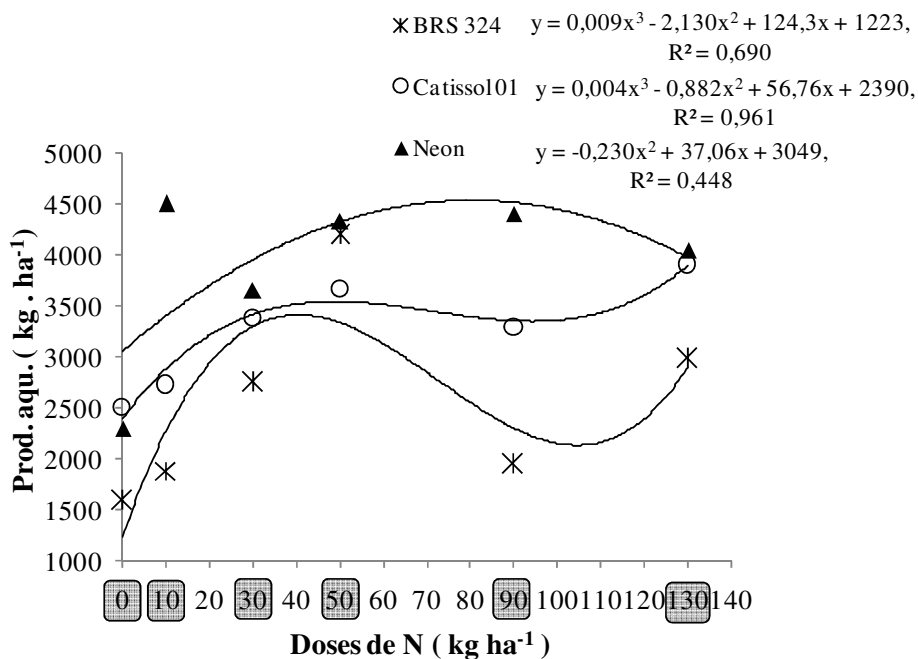
Na produção de aquênios, de acordo com Smiderle (2009), o rendimento de grãos em lavoura de girassol pode ultrapassar  $2500 \text{ kg ha}^{-1}$ , com a tecnologia atualmente disponível. Em áreas experimentais há registro de rendimentos superiores a  $3000 \text{ kg ha}^{-1}$ . Os resultados encontrados na produção com esses três genótipos foram satisfatório, pois apresentaram valores acima da média, e em alguns tratamentos ultrapassaram  $3000 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Houve diferença significativa entre os três genótipos, sendo os maiores valores observados no genótipo Neon (Figura 6). Esse genótipo não respondeu de forma crescente às quantidades de adubação nitrogenada aplicada, mas observa-se o tratamento com 10 kg de N ha<sup>-1</sup>, atingindo uma produção elevada. Lembrando que esta adubação foi apenas na época do plantio. Este resultado pode estar relacionado com a necessidade da planta em desenvolver o sistema radicular, objetivando a absorção de nutrientes em maiores profundidades, mas são necessários maiores estudos sobre este assunto.

Contudo, a maior produção de aquênios apresentada neste genótipo foi com uma dose de 80 kg de N ha<sup>-1</sup>. Esse efeito também foi percebido por Carelli et al (1996), que cultivando a variedade Contisol 711 em vasos com areia lavada e irrigadas com soluções nutritivas em diferentes concentrações de nitrato, obteve a maior produtividade com 110 kg de N ha<sup>-1</sup>. Segundo Lozanovic & Stanojevic (1988) o aumento na dose de nitrogênio afeta positivamente a produção do girassol até 90 kg de N ha<sup>-1</sup>. Isso pode ser explicado por estar ocorrendo um subdesenvolvimento das raízes, por ação depressiva das doses elevadas de nitrogênio.

O rendimento na produção de aquênios para este genótipo, foi acima de 4000 kg ha<sup>-1</sup>, resultado este que foi superior ao encontrado por Oliveira et al (2009) em trabalhos experimentais feito com genótipos de girassol no RS, onde o híbrido Neon apresentou um rendimento médio de aquênios de 3105 kg ha<sup>-1</sup>.

O genótipo BRS 324 aumentou a produção de aquênios com o aumento nas doses de N até próximo a dose de 50 kg N ha<sup>-1</sup>, a partir da qual houve queda da produção de aquênios. Segundo Biscaro et al. (2008), a adubação nitrogenada em cobertura proporciona um acréscimo na produção em comparação ao tratamento sem N, sendo assim, uma prática viável, com bom retorno ao produtor se bem aplicada e na época certa. Estes autores também afirmaram que a melhor produtividade para o genótipo de girassol H 358 da Dekalb, na região de Cassilândia-MS, foi obtida com aplicações de 55 kg ha<sup>-1</sup> de N. Resultado semelhante foi encontrado nesse experimento para o genótipo BRS 324.



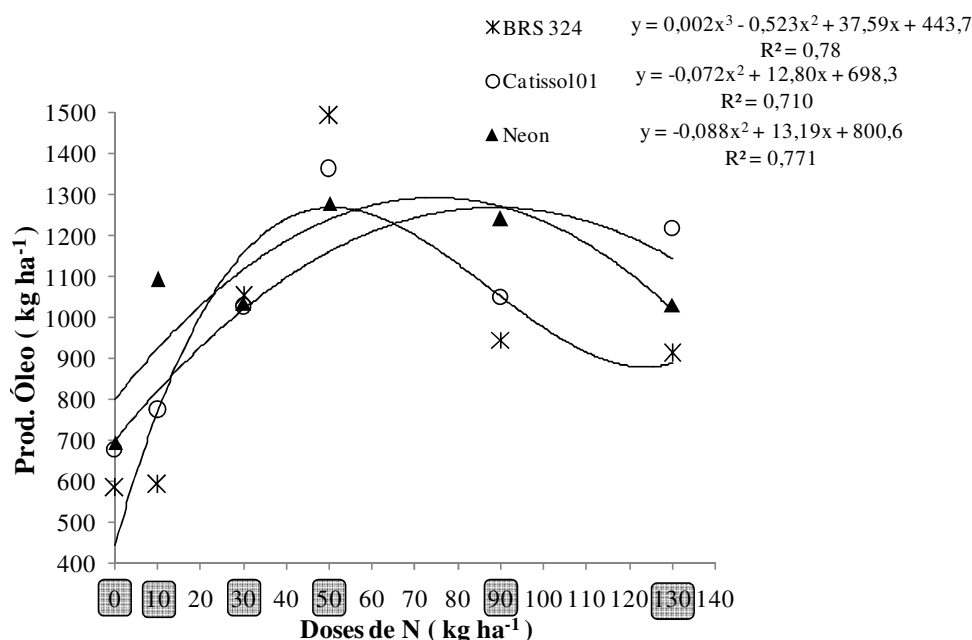
**Figura 16.** Produção de aquênios (kg ha<sup>-1</sup>) por genótipos de girassol (BRS 324, Catissol 01 e Neon) com doses crescentes de uréia (0, 10, 30, 50, 90, 130 Kg N ha<sup>-1</sup>) aplicadas no plantio e aos 30 dias após a germinação das plantas no campo.

Para a Catissol 01, houve diferença significativa entre as doses utilizadas. Observa-se que este genótipo atingiu o valor máximo com a adubação de 73 Kg N ha<sup>-1</sup>, sendo inalterada a produção de aquênios com as doses mais elevada.

Deve ser ressaltado, que doses elevadas de nitrogênio podem proporcionar o desenvolvimento de pragas e doenças, prejudicando a formação e desenvolvimento das sementes.

Quanto à produção de óleo dos genótipos de girassol avaliados (Figura 17) cultivados com variação no suprimento de nitrogênio, se nota que o híbrido Neon, apesar da produção de aquênios elevada para todas as doses superando os outros genótipos, não apresentou alto rendimento na produção de óleo, quando comparado com a sua produção de aquênios. De um modo geral, a relação de alta produção de aquênios e a produção de óleo, não se torna viável a extração do óleo com solvente, pois gastaria maiores quantidade do solvente do que os outros dois genótipos. Assim, observando os aspectos econômicos da extração do óleo, o genótipo Neon seria mais indicado para a produção de grãos.

Por outro lado, o genótipo BRS 324 apresentou uma resposta imediata em maior produção de óleo com baixas doses de nitrogênio, variando de 30 até 50 kg N ha<sup>-1</sup>.



**Figura 17.** Quantidade de óleo extraído de sementes de girassol (BRS 324, Catissol 01 e Neon) cultivado com doses crescentes de uréia (0, 10, 30, 50, 90, 130 Kg N ha<sup>-1</sup>) aplicadas no plantio e aos 30 dias após a germinação das plantas no campo.

Um aspecto importante é a qualidade do óleo de girassol para a industrialização como combustível. Neste contexto destaca-se o perfil dos ácidos graxos que determina se o óleo é de qualidade para a fabricação do biodiesel. Segundo Knothe (2008), os ésteres metílicos provenientes do ácido oléico influenciam positivamente a qualidade do biodiesel, pois dentre seus efeitos está à elevação do índice de cetanos e da estabilidade oxidativa do combustível.

Em relação aos genótipos utilizados no presente estudo, o ácido oléico apresentou resultados elevados quando comparados aos demais ácidos graxos (Tabela 9). De acordo com Castro & Farias (2005), temperaturas baixas durante a germinação podem atrasar a emergência das plântulas, prejudicando o desenvolvimento e prolongando o ciclo da cultura, influenciando negativamente a produção. Por outro lado, temperaturas elevadas durante a

formação dos grãos afetam mais a composição dos ácidos graxos do que o conteúdo de óleo, porém, quando a temperatura ultrapassa os 35 °C, ocorre redução do teor de óleo.

As modificações na qualidade do óleo de girassol podem ser atingidas através da alteração na proporção relativa dos ácidos graxos. As composições são influenciadas pelas condições ambientais, com destaque para as variações de temperatura durante o desenvolvimento das sementes. Em temperaturas elevadas, ocorre aumento nos níveis de ácidos oléicos e diminuição nos níveis de linoléico (OLIVEIRA & VIEIRA, 2004). Assim, quando as variações são reduzidas, conforme a época do ano em que as plantas estão sendo cultivadas há influência no perfil de ácidos graxos (QADIR et al., 2006). Desta forma, a produção de girassol terá propriedades e qualidades diferenciadas para a indústria.

Como pode ser observado na Figura 18, durante a condução do experimento foi registrado temperaturas elevadas na formação dos aquênios influenciando nos altos teores de ácido graxos oléicos, e redução dos linoléicos.

Nos resultados apresentados na Tabela 9, não houve diferenças significativas entre doses e nem entre os ácidos oléicos dos genótipos. Quando se compara as médias das doses, pode ser notada diferença significativa entre o BRS 324 e os outros dois genótipos avaliados, sendo que o BRS 324 apresentou menor quantidade do ácido. Já para o ácido linoléico, o genótipo Neon apresentou valores significativamente maiores nas doses de 30 e 50 kg N ha<sup>-1</sup> em relação aos outros dois genótipos utilizados. Sem a aplicação de nitrogênio (Dose 0), o BRS 324 e o Neon, produziram significativamente mais ac. Linoléico do que a Catissol 01.

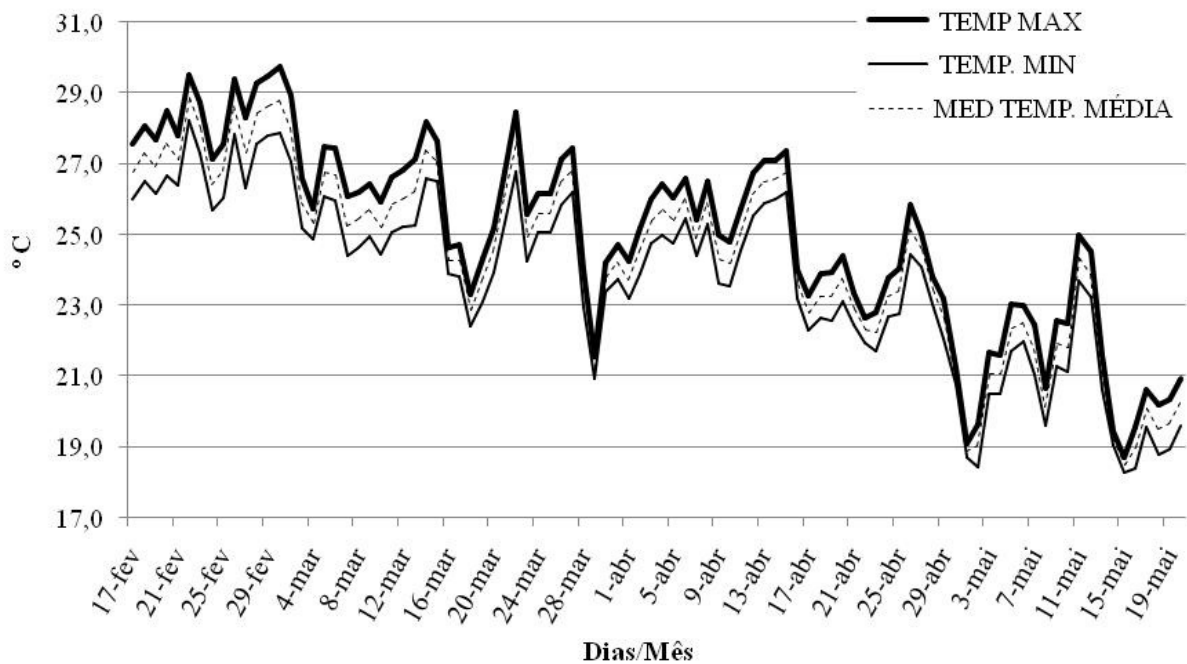
**Tabela 9.** Teores de ácidos graxos\* (%) no óleo extraído de sementes de plantas de girassol (genótipos BRS 324, Catissol 01 e Neon) coletadas submetidas a diferentes doses de amônio (0, 10, 30, 50, 90, 130 KgN.ha<sup>-1</sup>), aplicadas aos 30 dias após a germinação das plantas no campo, ao fim da maturação dos aquênios. A determinação foi realizada com base na comparação entre os tempos de retenção das amostras com os obtidos a partir de padrões comerciais (Sigma-Aldrich ®).

Trat	BRS 324					Catissol 01					Neon				
	Teores de ácidos graxos (%)														
	C14:0	C16:0	C18:1	C18:2	C18:3	C14:0	C16:0	C18:1	C18:2	C18:3	C14:0	C16:0	C18:1	C18:2	C18:3
0	1,4 <b>Ba</b>	3,3 <b>Ba</b>	38,4 <b>Aa</b>	37,2 <b>Aa</b>	2,4 <b>Aa</b>	1,3 <b>Aa</b>	3,7 <b>Aa</b>	42,5 <b>Aa</b>	16,1 <b>Ab</b>	1,8 <b>Aa</b>	1,2 <b>Aa</b>	4,3 <b>Aa</b>	48,0 <b>Aa</b>	35,0 <b>Aa</b>	3,3 <b>Aa</b>
10	1,3 <b>Ba</b>	3,5 <b>Ba</b>	41,8 <b>Aa</b>	38,4 <b>Aa</b>	1,7 <b>Aa</b>	2,2 <b>Aa</b>	3,9 <b>Aa</b>	42,2 <b>Aa</b>	20,9 <b>Ab</b>	2,3 <b>Aa</b>	0,8 <b>Aa</b>	4,3 <b>Aa</b>	46,3 <b>Aa</b>	30,5 <b>Aab</b>	2,9 <b>Aa</b>
30	2,5 <b>Aba</b>	4,9 <b>ABa</b>	25,7 <b>Aa</b>	10,3 <b>Bb</b>	4,4 <b>Aa</b>	2,4 <b>Aa</b>	3,6 <b>Aa</b>	33,1 <b>Aa</b>	19,0 <b>Ab</b>	2,0 <b>Ab</b>	0,9 <b>Aa</b>	3,5 <b>Aa</b>	40,6 <b>Aa</b>	36,5 <b>Aa</b>	2,9 <b>Aab</b>
50	3,9 <b>Aa</b>	4,5 <b>ABa</b>	32,8 <b>Aa</b>	15,0 <b>Bb</b>	2,5 <b>Aa</b>	2,3 <b>Aab</b>	3,9 <b>Aa</b>	46,5 <b>Aa</b>	19,7 <b>Ab</b>	2,2 <b>Aa</b>	1,2 <b>Ab</b>	3,6 <b>Aa</b>	43,9 <b>Aa</b>	34,7 <b>Aa</b>	2,6 <b>Aa</b>
90	3,3 <b>ABa</b>	4,4 <b>ABa</b>	35,8 <b>Aa</b>	13,2 <b>Ba</b>	1,7 <b>Aa</b>	1,7 <b>Aa</b>	4,6 <b>Aa</b>	48,7 <b>Aa</b>	19,8 <b>Aa</b>	2,2 <b>Aa</b>	2,2 <b>Aa</b>	4,0 <b>Aa</b>	44,1 <b>Aa</b>	24,1 <b>Aa</b>	2,7 <b>Aa</b>
130	3,3 <b>ABa</b>	5,9 <b>Aa</b>	34,0 <b>Aa</b>	13,4 <b>Ba</b>	3,1 <b>Aa</b>	1,2 <b>Ab</b>	4,4 <b>Aa</b>	46,2 <b>Aa</b>	24,0 <b>Aa</b>	2,5 <b>Aa</b>	1,6 <b>Aab</b>	4,4 <b>Aa</b>	50,2 <b>Aa</b>	22,2 <b>Aa</b>	2,3 <b>Aa</b>
Méd	3,0 <b>a</b>	4,0 <b>a</b>	35,0 <b>b</b>	21,0 <b>b</b>	3,0 <b>a</b>	2,0 <b>ab</b>	4,0 <b>a</b>	43,2 <b>a</b>	19,9 <b>b</b>	2,2 <b>a</b>	1,3 <b>b</b>	4,0 <b>a</b>	45,5 <b>a</b>	30,5 <b>a</b>	2,7 <b>a</b>
CV%	53,31	21,08	21,61	24,7	46,84	53,31	21,08	21,61	24,7	46,84	53,31	21,08	21,61	24,7	46,84

\*Ácidos graxos: (C14:0- Mirístico; C16:0- Palmítico; C18:1- Oléico; C18:2- Linoléico; C18:3- Linolênico)

Letras maiúsculas diferentes na coluna diferenciam entre doses no mesmo genótipo e letras minúsculas diferentes na linha para a mesma dose e ácido graxo indicam diferenças significativas entre os genótipos (teste de Tukey, 5% de probabilidade).

Os outros ácidos graxos Mirístico; Palmítico; Linolênico, tiveram valores em porcentagens menores do que o oléico e o linoléico, apresentando pouca contribuição para a produção do biodiesel.



Fonte: INMET- Estação Meteorológica Automática da Ecologia Agrícola/RJ.

**Figura 18.** Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) durante o período de cultivo dos genótipos de girassol BRS 324, Catissol 01 e Neon, no campo (de 17 de fevereiro a 20 de maio de 2012).

## 5 CONCLUSÕES

Houve aumento da  $V_{m\acute{a}x}$  e menor relação raiz/parte aérea quando as plantas de girassol do genótipo BRS 324 foram cultivadas com 2,0 mM de N-amônio, indicando maior velocidade de absorção para esse íon.

O caule foi o local preferencial de acúmulo de  $\text{NO}_3^-$ , com destaque para o genótipo Catissol 01 que acumulou as maiores quantidades, podendo ser um indicativo de adaptação desse genótipo para armazenar N.

As plantas da Catissol 01 em geral apresentaram respostas significativas quando se relacionou o conteúdo de óleo por planta com o açúcar acumulado no caule, durante o período de floração.

Com relação ao potencial de produção de aquênios, o genótipo Neon apresentou produção mais elevada quando comparada aos genótipos BRS 324 e Catissol 01. No entanto, apresentou máximo na produção com a dose 80 de kg de N  $\text{ha}^{-1}$ . Enquanto os outros dois atingiram a produção máxima em doses inferiores a esta.

O genótipo BRS 324 produziu maior quantidade de óleo por planta com menor dose de nitrogênio fornecido via adubação. Doses entre 30 e 50 kg de N  $\text{ha}^{-1}$  foram as mais adequadas para a produção de óleo nas condições desse experimento.

Para o perfil dos ácidos graxos direcionados à indústria de biodiesel, o ácido oléico foi o de maior rendimento. O genótipo Catissol 01 e o Neon apresentaram os melhores resultados na produção deste ácido, quando comparado com o BRS 324, sendo que aparentemente doses acima de 50 kg N  $\text{ha}^{-1}$ , não afetam a produção desse ácido graxo para a Catissol 01.

Para a extração de óleo do genótipo Neon submetida a 50 kg N  $\text{ha}^{-1}$  em cobertura, houve maior gasto de solvente com necessidade de quantidades mais elevadas de aquênio, quando comparado ao genótipo Catissol 01. Desta forma, a Catissol 01, nessas condições experimentais, é a mais indicada economicamente para a produção de óleo como combustível.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Disponível em <http://www.anp.gov.br/?pg=60468&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1355402125593>. Acesso em 13/12/2012.
- ASHRAfi, E. • RAZMJOO, K. Effect of Irrigation Regimes on Oil Content and Composition of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Cultivars. J Am Oil Chem Soc (2010) 87:499–506.
- BALAT, M. & BALAT, H. A critical review of bio-diesel as a vehicular fuel. Energy Conversion and Management 49: 2727–2741, 2008.
- BARBOSA. M. Z. Óleos Vegetais para Alimentos ou para Biodiesel? Instituto de Economia Agrícola. Análises e Indicadores do Agronegócio 6 (6): 1-6, 2011)
- BISCARO, G. A; MACHADO, J. R.; TOSTA, M. S. DA; MENDONÇA, V.; SORATTO, R. P.; CARVALHO, L. A. DE. Adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado nas condições de Cassilândia-MS. Ciênc. agrotec., Lavras 32 (5): 1366-1373, 2008
- BRISCOE, B.J.; LUCKHAM, P.F.; REN, S.R. An assessment of a rolling-ball viscometer for studying non-Newtonian fluids. Colloids and Surfaces, v. 62, p. 153–162, 1992.
- BRITO, D.M.C. Metabolismo e Expressão Gênica em *Crambe abyssinica* Hochst. ex. R.E. Fries sob Diferentes Condições de Cultivo Visando Aplicação Industrial. 113p Tese (Doutorado em Química, Bioquímica). Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Química, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.
- BRITTO, D.T.; KRONZUCKER, H.J. NH<sub>4</sub><sup>+</sup> toxicity in higher plants: a critical review. Journal of Plant Physiology, 159: 567– 584, 2002.
- CANAKCI, M. & SANLI, H. Biodiesel production from various feedstocks and their effects on the fuel properties J Ind Microbiol Biotechnol 35: 431–441, 2008.
- CARELLI, M. L.C.; UNGARO, M. R. G.; FAHL, J. I.; Novo, M. do C. de S. S. Níveis de nitrogênio, metabolismo, crescimento e produção de girassol. R.Bras.Fisiol.Veg., 8 (2 ):123-130, 1996.
- CARVALHO, C. G. P. DE; GRUNVALD, A. K.; GONÇALVES, S. L.; TERRA I. M.; OLIVEIRA, A. C. B. DE; RAMOS, N. P; GODINHO, C V. P. DE; AMABILE, R.F.; BRIGHENTI, A. M.. Informes da Avaliação de Genótipos de Girassol 2008/2009 e 2009.
- CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; CASTRO, C.; SILVEIRA, J.M. Fases de desenvolvimento da planta de girassol. Londrina: EMBRAPA, CNPSo, 1994. 24p. (Documentos, 58).
- CASTRO, C. & FARIAS, J.R.B. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R.M.V.B.C.; BRIGHENTI, A.M. & CASTRO, C. Girassol no Brasil. Londrina, p.164-218, 2005.
- CASTRO, C.; CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; LEITE, R. M. V. B. C.; MELLO, H. C.; GUEDES, L. C. A.; FARIAS, J. R. B. A cultura do girassol. Londrina: Embrapa Soja, 1996. 38 p.



- CATALDO, D.; HARRON, M.; SCHARADER, L. E. & YOUNGS, V. L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, New York, v.6: 853-855, 1975.
- CLAASSEN, N. & BARBER, S. A. A. Method for characterizing the relation between nutrient concentration and flux into roots of intact plants. *Plant Physiology*, 54:564-568. 1974.
- COMETTI N. N.; FURLANI, P. R.; RUIZ H. A.; FILHO E. I. F.. Soluções nutritivas: formulação e aplicações. In: FERNANDES, M.S. *Nutrição Mineral de Plantas*. 1 ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 432p., 2006.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento; conjuntura mensal (Disponível em: <http://www.conab.gov.br> ). Acesso em: 25 Agos. 2012.
- CRAWFORD, N.M. Nitrate: nutrient and signal for plant growth. *The plant cell*, v. 7, p. 859-868, 1995.
- DABDOUB, M. J; BRONZEL, J.L.; RAMPIN, M. A. Biodiesel: visão crítica do status atual e perspectivas na academia e na indústria *Quim. Nova* 32 (3): 776-792, 2009
- DABDOUB, M. J., Biodiesel em casa e nas Escolas: Programa coleta de óleos de fritura, 2006. Disponível em <http://www.biodieselbrasil.com.br/Livreto%2002-2006.pdf>. Acesso em 13/12/2012.
- DECHORGNAT, J.; NGUYEN, C.T.; ARMENGAUD, P.; JOSSIER, M.; DIATLOFF, E.; FILLEUR, S.; VEDELEL, F. From the soil to the seeds: the long journey of nitrate in plants. *Journal of Experimental Botany*, 62, (4): 1349-1359, 2011.
- EMBRAPA- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIAS. EMBRAPA SOJA. Indicações para o cultivo de girassol nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás. 2006. Disponível em: ([http://www.cnpso.embrapa.br/download/indicacoes\\_girassol\\_2007.pdf](http://www.cnpso.embrapa.br/download/indicacoes_girassol_2007.pdf)). Acesso em 20/07/2012.
- ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. Oilseeds: world markets and trade. Washington, 2008. 34 p. (Circular Series, FOP 2-08).
- FAGUNDES, M. H., Sementes de Girassol: alguns comentários. MAPA/Conab/Sugof. 2002. Disponível em: (<http://www.conab.gov.br/download/cas/especiais/Semente-de-Girassol.pdf>). Acesso em: 20 Nov. 2011.
- FELKER, P. Micro determination of nitrogen in seed protein extracts. *Analytical Chemistry*, v49, 1980, 1977.
- FERNANDES, M. S. N carriers, light and temperature influences on the free amino acid pool composition of rice plants. *Turrialba*, v.33, n.3, p.297-301, 1984.
- FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sivar para Windows versão 4.3. in.: 45ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria, UFSCar, São Carlos- SP, pp 255-258, 2000.
- GAZZOLA A., FERREIRA JR. C. T. G., CUNHA A. D. BORTOLINI E., PAIAO G. D., PRIMIANO, I. V., PESTANA J., D'ANDRÉ M. S. C., OLIVEIRA M. S. A cultura do girassol. Anotação de aula. Disciplina LPV 0506: Plantas Oleaginosas. Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Departamento de Produção Vegetal, Piracicaba – SP, 2011.)

GOOD, A. G.; SHRAWAT, A. K.; MUENCH, D. G. Can less yield more? Is reducing nutrient input into the environment compatible with maintaining crop production? *TRENDS in Plant Science*, 9 (12) : 597-605, 2004.

HEDRICH, R.; SCHROEDER, J. I. The Physiology of ion channels and electrogenic pumps in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology*, 40: 539-569, 1989.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. The water-culture method for growing plants without soil. *California Agricultural of Experimental Stn. Bull*, v.347, p.1-32, 1950.

IVANOFF, M. E. A.; UCHÔA, S. C. P.; ALVES, J. M. A.; SMIDERLE, O. J.; SEDIYAMA, T. Formas de aplicação de nitrogênio em três cultivares de girassol na savana de Roraima. *Revista Ciência Agronômica*, 41 (3): 319-325, 2010

KNOTHE, G. “Designer” Biodiesel: Optimizing Fatty Ester Composition to Improve Fuel Properties. *Energy & Fuels*, v. 22: 1358-1364, 2008.

KOTWAL, M.S.; NIPHADKAR, P.S.; DESHPANDE, S.S.; BOKADE, V.V.; JOSHI, P.N. Transesterification of sunflower oil catalyzed by flyash-based solid catalysts. *Fuel* 88: 1773–1778, 2009

LANE, D. R.; BASSIRIRAD, H. Differential responses of tallgrass prairie species to nitrogen loading and varying ratios of  $\text{NO}_3^-$  to  $\text{NH}_4^+$ . *Functional Plant Biology*, Victoria, v.29, p.1227- 1235, 2002.

LAZZAROTTO, J. J.; ROESSING, A. C.; MELLO, A. C. Agronegócio do girassol no mundo e no Brasil. In: LEITE, R. M.V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Ed.). *Girassol no Brasil*. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 15-42.

LOZANOVIC, M. & STANOJEVIC, D. Effect of increasing nitrogen doses on important sunflower quantitative, biological, and morphological traits of sunflower. In: *International Sunflower Conference*, 12, Novi Sad, 1988. *Proceedings*, v. 1, p.274-275, 1988.

LEITE, R. M. V. B. DE; CASTRO, C. DE; BRIGHENTI A. M.; OLIVEIRA, F. A.; CARVALHO, C. G.; OLIVEIRA, A. C. B. Indicações para o cultivo de girassol nos Estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Roraima. *Comunicado Técnico 78: ISSN 1517-1752*, 2007.

LOBO, T. F.; GRASSI FILHO, H.; BRITO, I. C. A. EFEITO DO NITROGÊNIO NA NUTRIÇÃO DO GIRASSOL. *Biosci. J.*, Uberlândia, 27 (3): 380-391, 2011.

MALAGOLI, M.; DAL CANAL, S.; QUAGGIOTTI, P.; PEGORARO, A.; BOTTACIN. Differences in nitrate and ammonium uptake between Scots pine and European larch. *Plant and Soil*, Dordrecht, v.221, n.1, p.1-3, 2000.

MANDARINO, J. M. G. Óleo de girassol como alimento funcional. In: LEITE, R. M. V. B. C.; MATT, P.; GEIGER, M.; WALCH-LIU, P.; ENGELS, C.; KRAPP, A.; SITTI, M. The immediate cause of the diurnal changes of nitrogen metabolism in leaves of nitrate-replete tobacco: a major imbalance between the rate of nitrate reduction and the rates of nitrate uptake and ammonium metabolism during the first part of the light period. *Plant Cell and Environment*, 24:170-190, 2001

MEHER, L. C.; SAGAR, D.V.; NAIK, S.N. Technical aspects of biodiesel production by transesterification. *Renew Sustain Energy* 10: 248–68, 2006

METCALFE, L.D. SCHMITZ, A.A. PELKA, J.R. Rapid preparation of fatty acid methyl esters for gas chromatographic analysis. *Analytical Chemistry*, v. 38, n. 3, p. 514-515, 1966.

MAPA/ACS- MAPA-MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Política agrícola brasileira para a triticultura e demais culturas de inverno / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. – Brasília:, 54 p, 2012.

NEVES, I. P. Cultivo de girassol. Rede de Tecnologia da Bahia - Retec, 2007. Dossiê Técnico. Disponível em: (<http://www.respostatecnica.org.br>). Acesso em: 20 abr. 2011.

NETO, P. R. C. & ROSSI, L. F. S. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. Química nova, 23(4): 531-537, (2000).

OLIVEIRA, M. F.; VIEIRA, O. V. Extração de óleo de girassol utilizando miniprensa. Londrina: Embrapa Soja (Documentos 237): 27p, 2004.

OLIVEIRA, A. C. B. DE; CARVALHO, C. G. P. DE; EMYGDIO, M. B.; GRUNVALD A. K. Avaliação de Genótipos de Girassol no RS. Boa Vista: Embrapa Clima Temperado (Pelotas-RS): 12 p, 2009 (Circular técnica, 89).

ORDONEZ, A. A; COMPANY, M. L. El cultivo del girasol, Ediciones Mundi – Prensas – Madrid, 1990.152 p. *Apud* (LOBO, T. F.; GRASSI FILHO, H.; BRITO, I. C. A. EFEITO DO NITROGÊNIO NA NUTRIÇÃO DO GIRASSOL. Biosci. J., Uberlândia, 27 (3): 380-391, 2011.

OSAKI, M; BATALHA, M. O. Produção de biodiesel e óleo vegetal no Brasil: realidade e desafio. XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia Administração e Sociologia Rural (SOBER). Rio Branco – Acre, 2008). Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/9/171.pdf>. Acesso em: 20 jan., 2013.

OZER H., POLAT T., OZTÜRK E. Response of irrigated sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids to nitrogen fertilization: growth, yield and yield components. PLANT SOIL ENVIRON, 50 (5): 205–211, 2004

PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. 14ª ed. Piracicaba – SP: Editora da Universidade de São Paulo, 2000. 477p.

PORTAL DO BIODIESEL. Biodiesel. 2004. Disponível em <http://www.biodiesel.gov.br/>. Acesso em 13/12/2012.

PRATES C. P. T.; PIEROBON E.C.; COSTA R.C. DA. Formação do mercado de biodiesel no brasil. BNDES Setorial, (25): 39-64, Rio de Janeiro 2007

PORTO, W. S.; CARVALHO, C. G. P. DE; PINTO, R. J. B.; OLIVEIRA, M. F. DE; OLIVEIRA A. C. B. DE. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de girassol para a região subtropical do Brasil. Ciência Rural, Santa Maria, 39 (9): p.2452-2459, 2009.

QADIR, G.; AHMAD, S.; HASSAN, F.U.; CHEEMA M. A. Oil and fatty acid accumulation in sunflower as influenced by temperature variation. Pak. J. Bot., 38(4): 1137-1147, 2006.

QUAGGIO, J. A.; UNGARO, M. R. G. Girassol In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO.J.A; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. Campinas: IAC, 1997, 198p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

RAMOS, L. P., KUCEK, K. T., DOMINGOS A. K., WILHELM H. M. Biodiesel: Um projeto de sustentabilidade econômica e sócio-ambiental para o Brasil. Ver. Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento (31): 28-37, 2003.

- RAMOS, M.J. FERNÁNDEZ, C.M. CASAS, A. RODRÍGUEZ, L. PÉREZ, A. Influence of fatty acid composition of raw materials on biodiesel properties. *Bioresource Technology*, v.100: 261–268, 2009.
- RATHMANN, R.; BENEDETTI, O.; PLA, J. A.; PADULA, A. D. SANTOS. Biodiesel: Uma Alternativa Estratégica na Matriz Energética Brasileira? In: II Seminário de Gestão de Negócios, Curitiba, 2005. Biodiesel: Uma Alternativa Estratégica na Matriz Energética Brasileira. Curitiba: UNIFAE v. 1, 2005.
- RIBEIRO, J. L. Manejo da cultura do girassol Meio-Norte do Brasil. Teresina: EMBRAPA, 2008. 9p. (Documentos, 48).
- RUIZ, H.A. Estimativa dos parâmetros cinéticos Km e Vmax por uma aproximação gráfico-matemática. *R. Ceres*, 32:79-84, 1985.
- SANTOS, L. A.; BUCHER, C.A.; SOUZA, S.R.; FERNANDES, M.S. Metabolismo De Nitrogênio Em Arroz Sob Níveis Decrescentes De Nitrato *Agronomia* , 39 (1-2):28 – 33), 2005.
- SANTOS, L.A. Efeito da superexpressão dos fatores de transcrição ZmDof1 e OsDof25 sobre a eficiência de uso de nitrogênio em Arabidopsis. 2009. 81f. Tese (Doutorado em Agronomia, Ciência do Solo). Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.
- SCHEIBLE, W.R.; GONZÁLES-FONTES, A. ; LAUERER, M.; MULLER-ROBER, B.; CANOCHE, M.; AND STITT, M. Nitrate acts as a signal to induce organic acid metabolism and repress starch metabolism im Tobacco. *The Plant Cell*, v.9, p 783-798, 1997.
- SCHNEITER, A.A. & MILLER, J.F. Description of sunflower growth stages. *Crop Sci.*, 21:901-903, 1981.
- SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas-Biodiesel. Disponível em [http://201.2.114.147/bds/BDS.nsf/D170D324C7521915832572B200470F63/\\$File/NT00035116.pdf](http://201.2.114.147/bds/BDS.nsf/D170D324C7521915832572B200470F63/$File/NT00035116.pdf). Acesso em: Dezembro/2012.
- SFREDO, G.J.; SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Absorção de nutrientes por duas cultivares de girassol (*Helianthus annuus*, L.), em condições de campo. I. Concentração de macronutrientes. *An. ESALQ*, 40:1135-1163, 1983a.
- SFREDO, G.J.; SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Absorção de nutrientes por duas cultivares de girassol (*Helianthus annuus*, L.), em condições de campo. III. Acúmulo de macronutrientes. *An. ESALQ*, 40:1189-1217, 1983b.
- SFREDO, G. J.; CAMPOS, R. J.; SARRUGE, J. R. Girassol: nutrição mineral e adubação. Circular técnica, 8. Londrina: EMBRAPA; CNPSo, p. 36, 1984.
- SILVA P. C. C.; COUTO J. L. DO; SANTOS A. R. DOS. Absorção dos íons amônio e nitrato e seus efeitos no desenvolvimento do girassol em solução nutritiva. *Revista de Biologia e Ciências da Terra* 10 (2): 97-104, 2010.
- SILVEIRA, P.S.; PEIXOTO, C.P.; LIMA, V.P.; SILVA, A.P.P.; BLOISI, A.M. BORGES, V.P. Acúmulo de massa de matéria seca e desempenho produtivo de girassol (*helianthus annuus* l.) no recôncavo baiano. *Rev. Bras. de Agroecologia*, 4 (2):, 2009.
- SMIDERLE, O. J. Orientações gerais para o cultivo do girassol em Roraima. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2000 (Embrapa Informa, 08).

SMIDERLE, O. J. Orientações Para Cultivo do Girassol em Área de Cerrado de Roraima. Boa Vista: Embrapa Roraima: 13p, 2009 (Circular técnica, 05).

SOARES, L. H. B. DE; ARAÚJO, E. S. DA; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. Eficiência energética comparada das culturas do girassol e soja, com aptidão para a produção de biodiesel no Brasil. Embrapa 2008. 6p. Seropédica-RJ (Circular técnica, 25).

SOUZA, S.R.; FERNANDES, M.S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M.S. Nutrição Mineral de Plantas. 1 ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 1, p. 215-252, 2006.

VAN GERPEN, J. Biodiesel processing and production. Fuel Processing Technology, n. 86, p. 1097-1107, 2005.

VRANCEANU, A.V. El Girasol. Madrid, Mundi-Prensa, 1977. 379p.

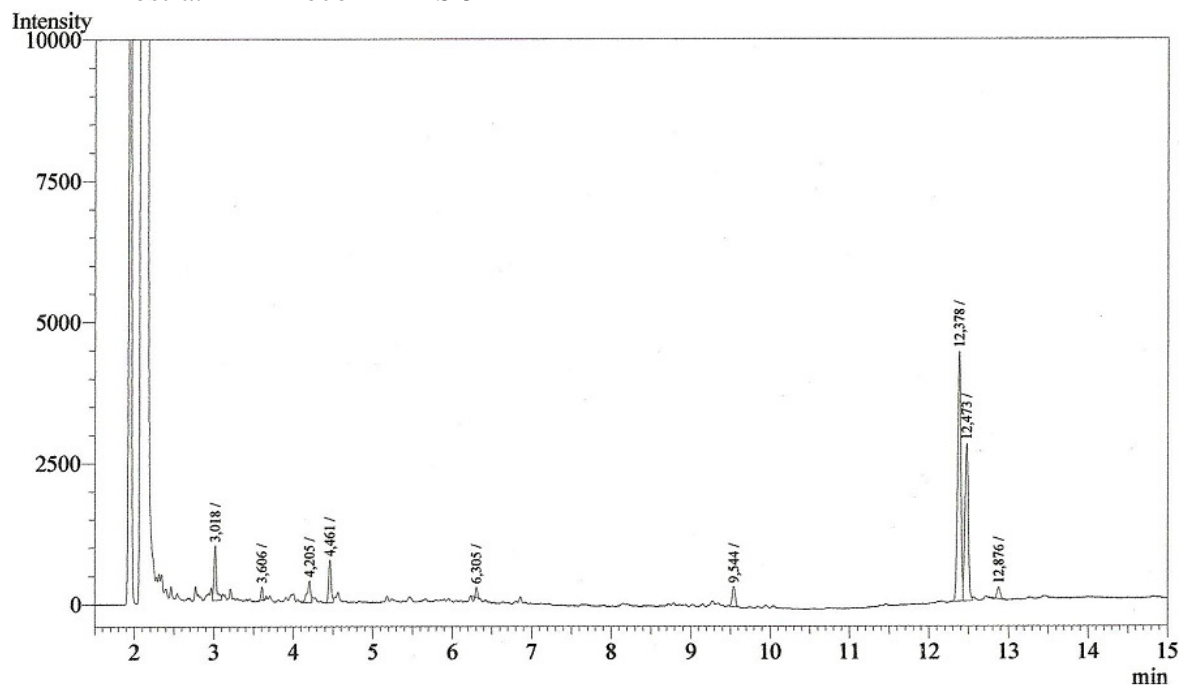
YEMM, E. W.; COCKING, E. C. The determination of amino-acid with ninhydrin. Analytical Biochemistry, 80: p.209-213, 1955.

YEMM, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrate in plants extracts by anthrone. Biochemistry, 57:p.508-514, 1954.

ZOBIOLE L.H., CASTRO C. DE; OLIVEIRA F.A. DE; JUNIOR A. O. DE. Marcha de absorção de macronutrientes na cultura do girassol. R. Bras. ciência do. Solo, 34: 425-433, 2010.

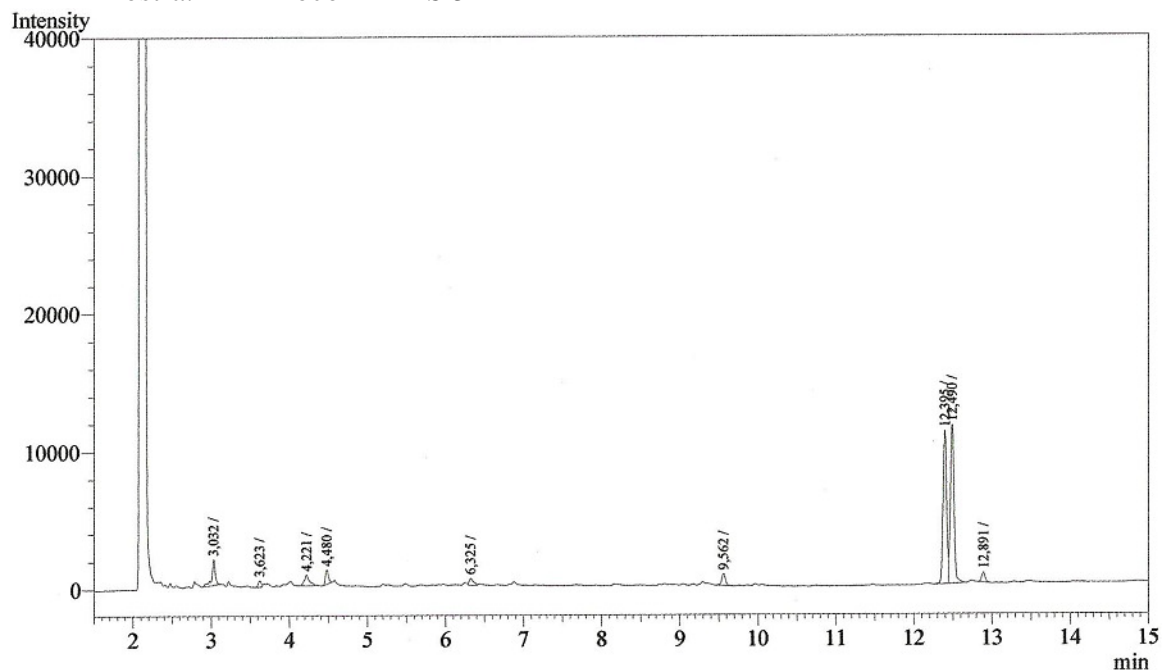
## 7 ANEXOS

Amostra: T 1- Bloco 1- BRS 324



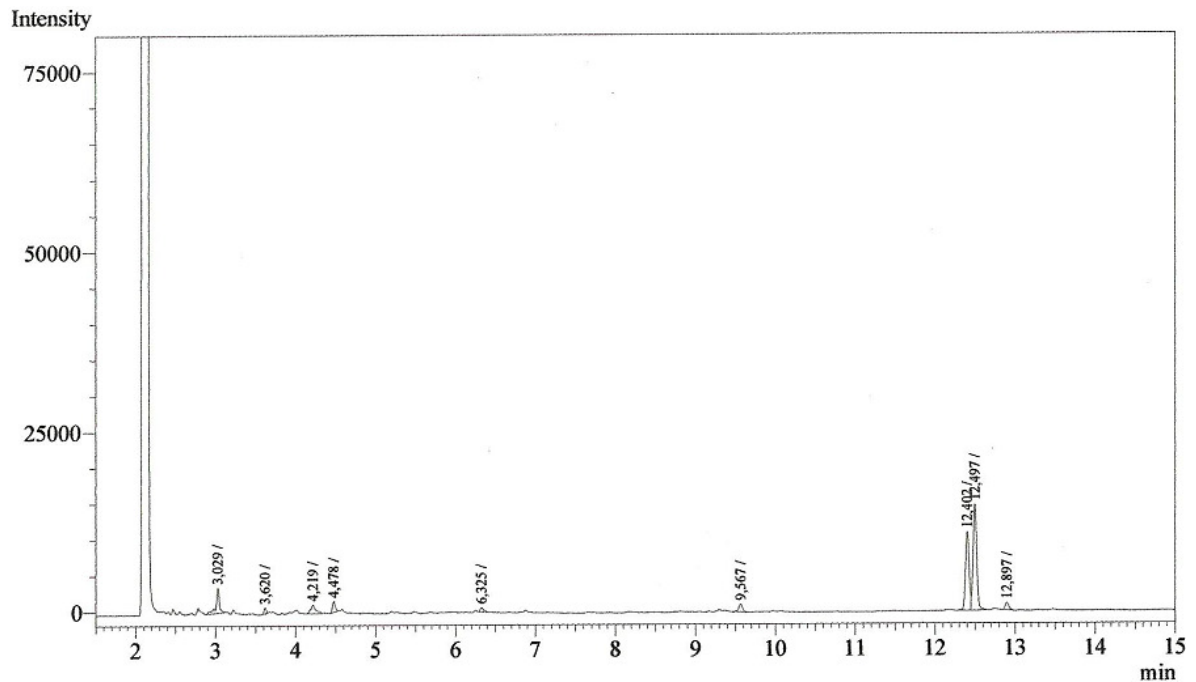
**Figura 19.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose 0 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 1).

Amostra: T 1- Bloco 2- BRS 324



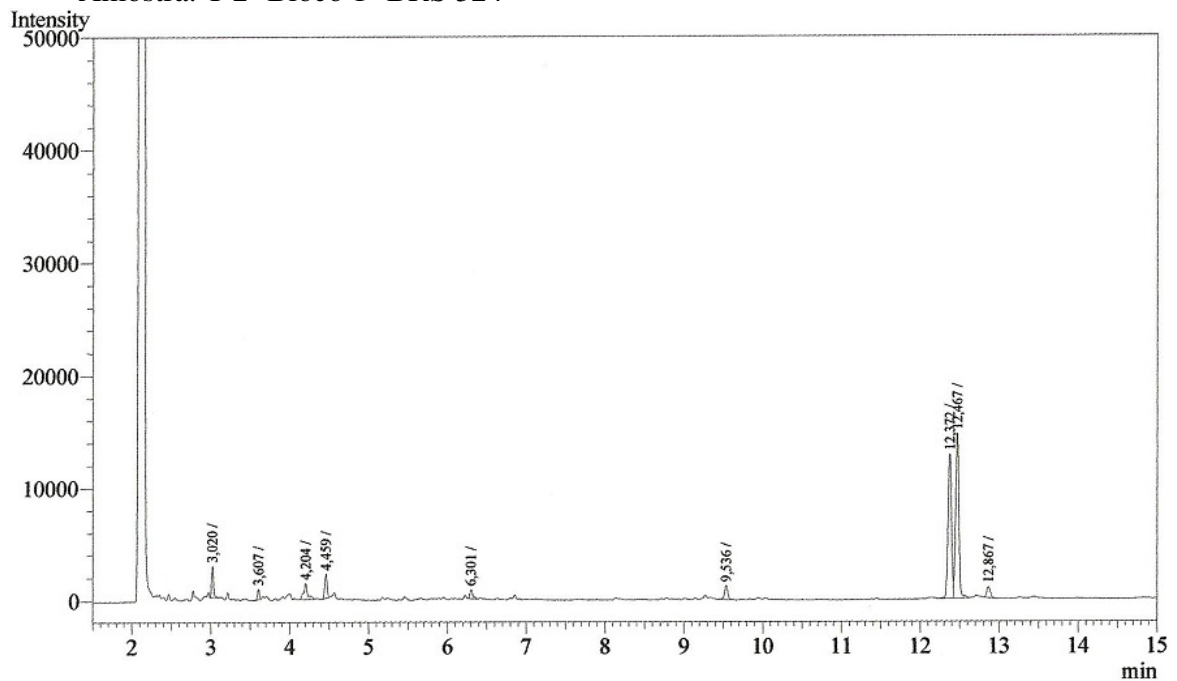
**Figura 20.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose 0 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 2).

Amostra: T 1- Bloco 3- BRS 324

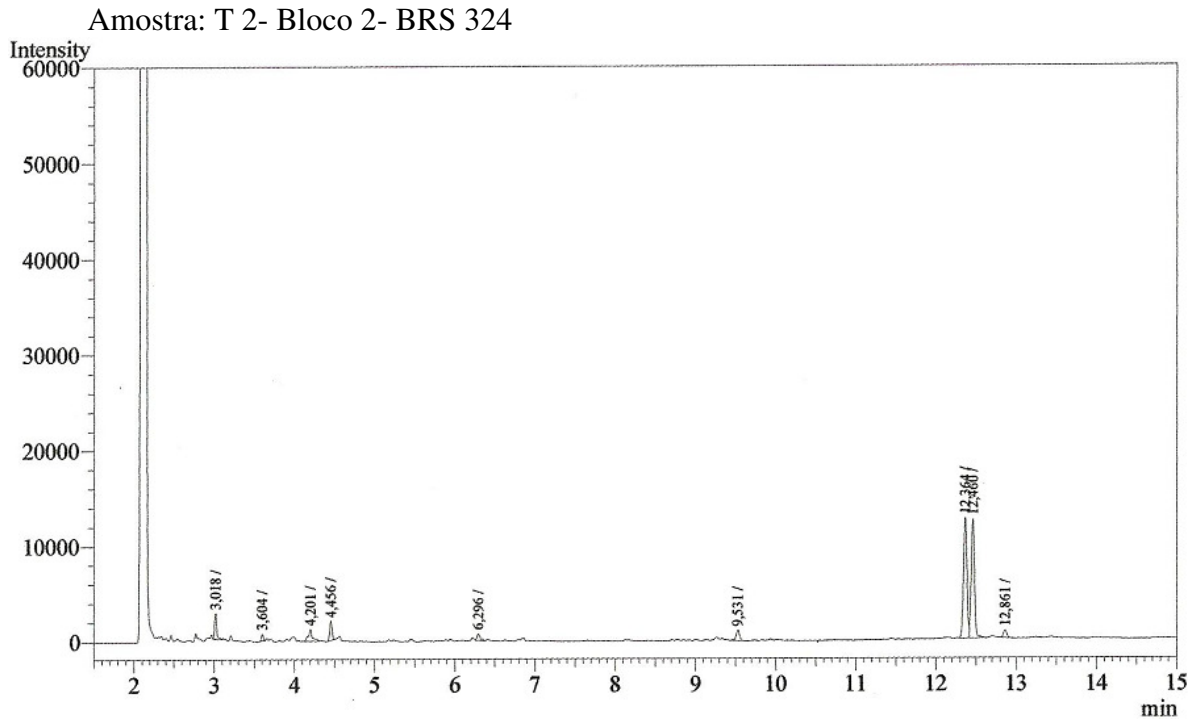


**Figura 21.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose  $0 \text{ kg N ha}^{-1}$  em campo (Bloco 3).

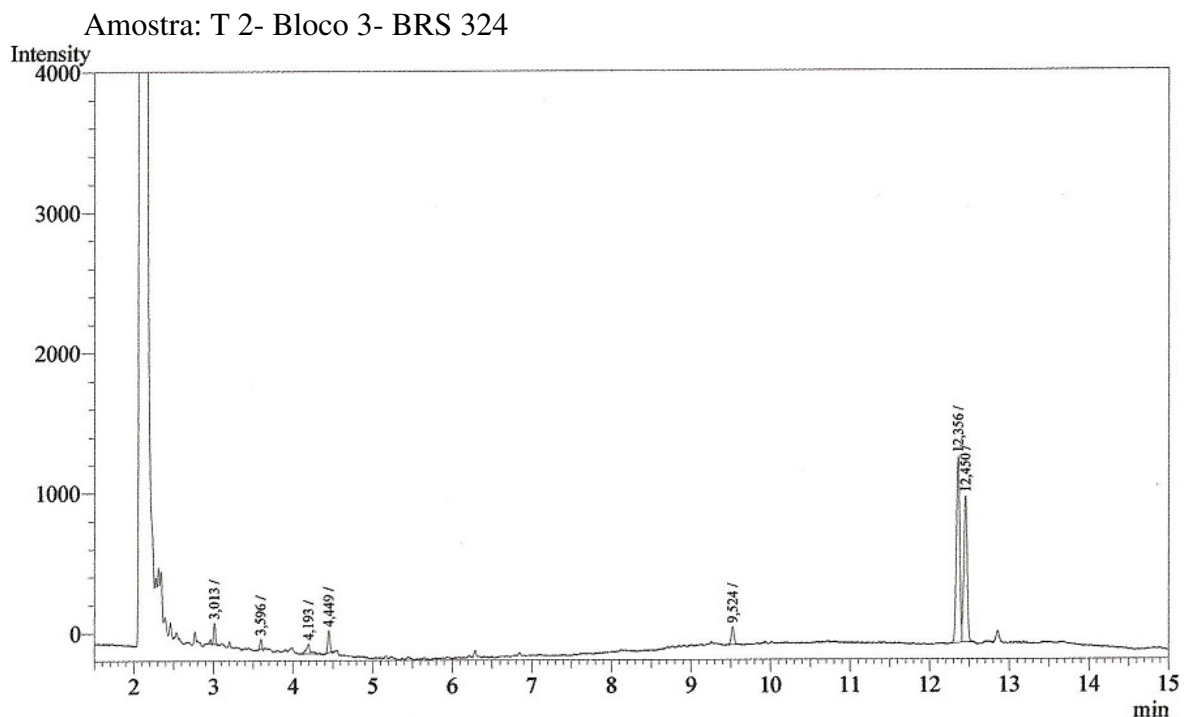
Amostra: T 2- Bloco 1- BRS 324



**Figura 22.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose  $10 \text{ kg N ha}^{-1}$  em campo (Bloco 1).



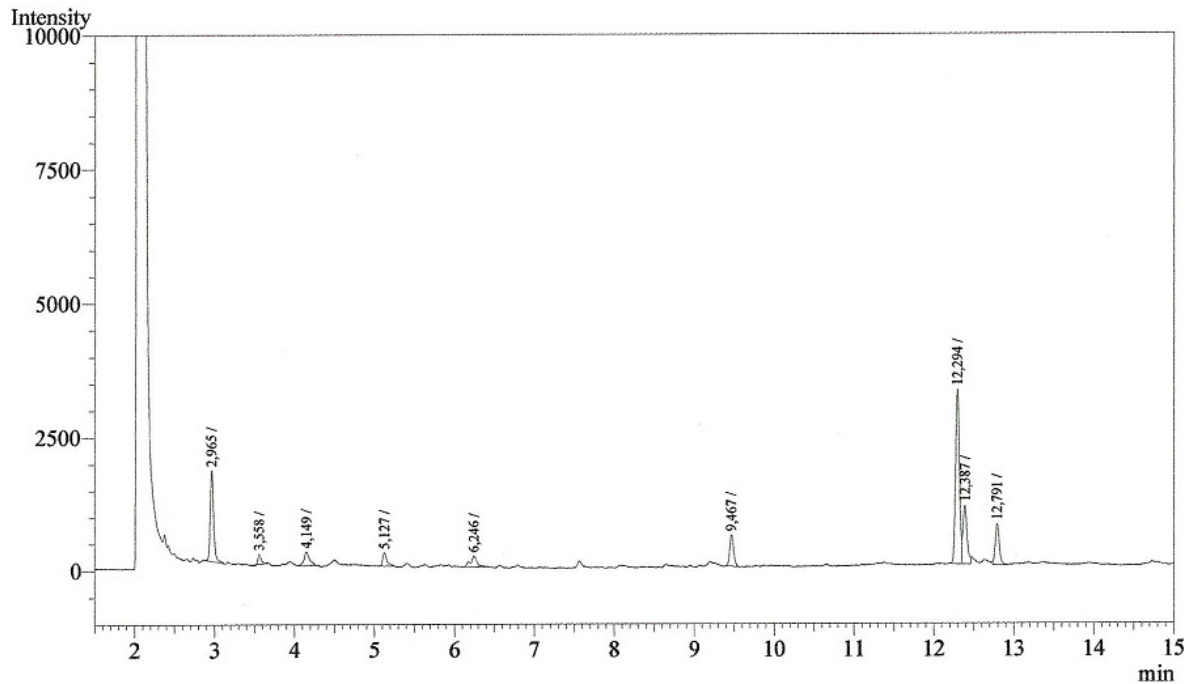
**Figura 23.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose 10 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 2).



**Figura 24.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose 10 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 3).

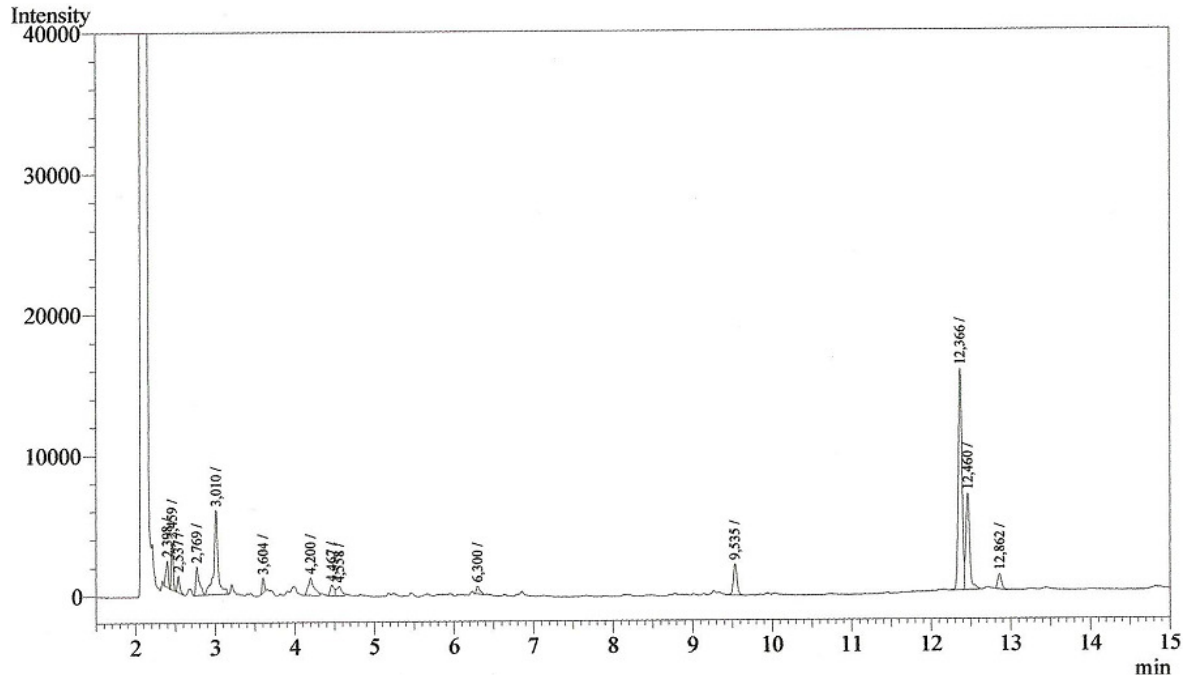


Amostra: T 3- Bloco 1- BRS 324



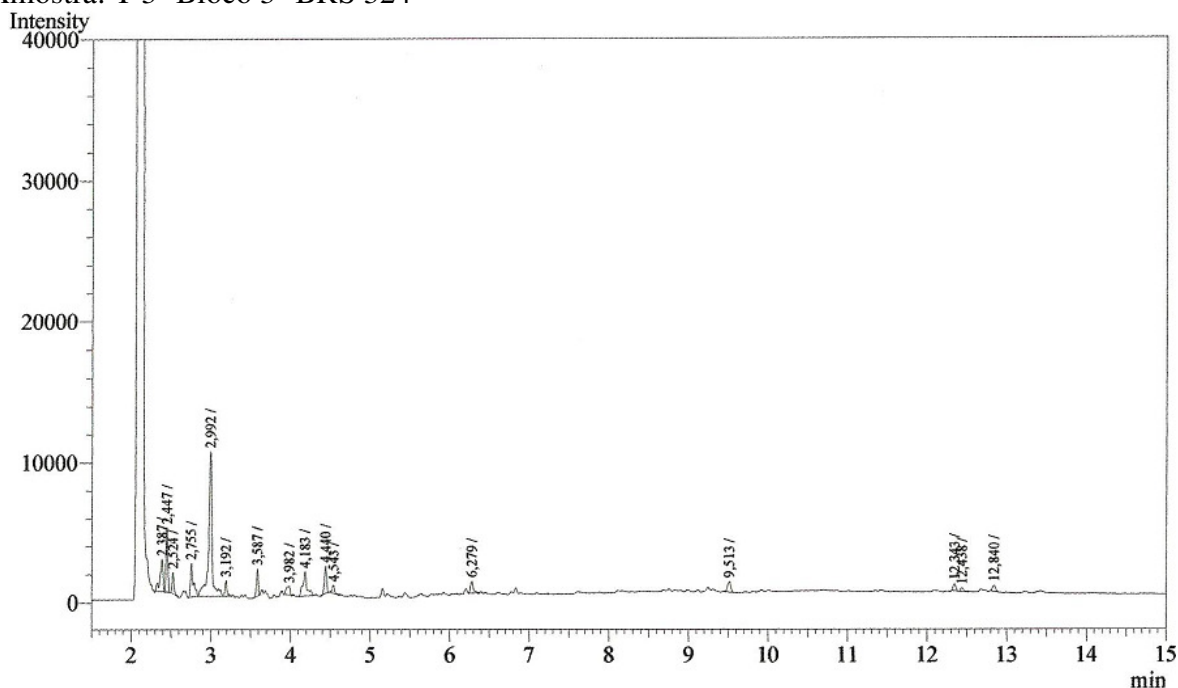
**Figura 25.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose 30 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 1).

Amostra: T 3- Bloco 2- BRS 324



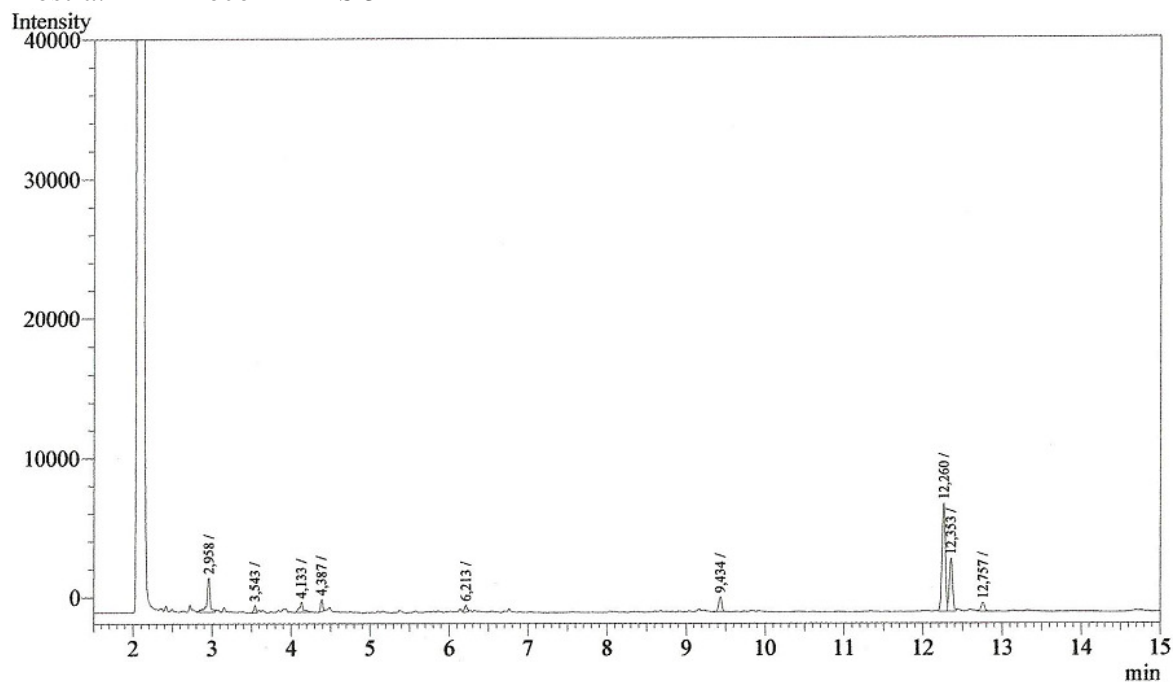
**Figura 26.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose 30 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 2).

Amostra: T 3- Bloco 3- BRS 324



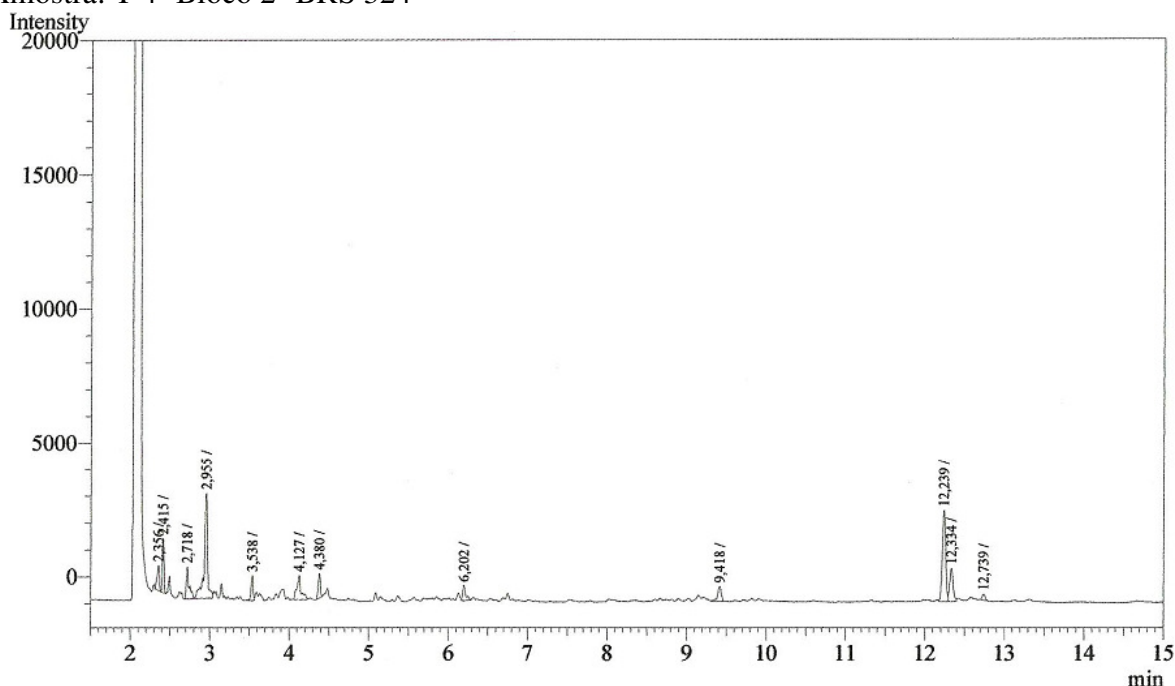
**Figura 27.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose 30 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 3).

Amostra: T 4- Bloco 1- BRS 324



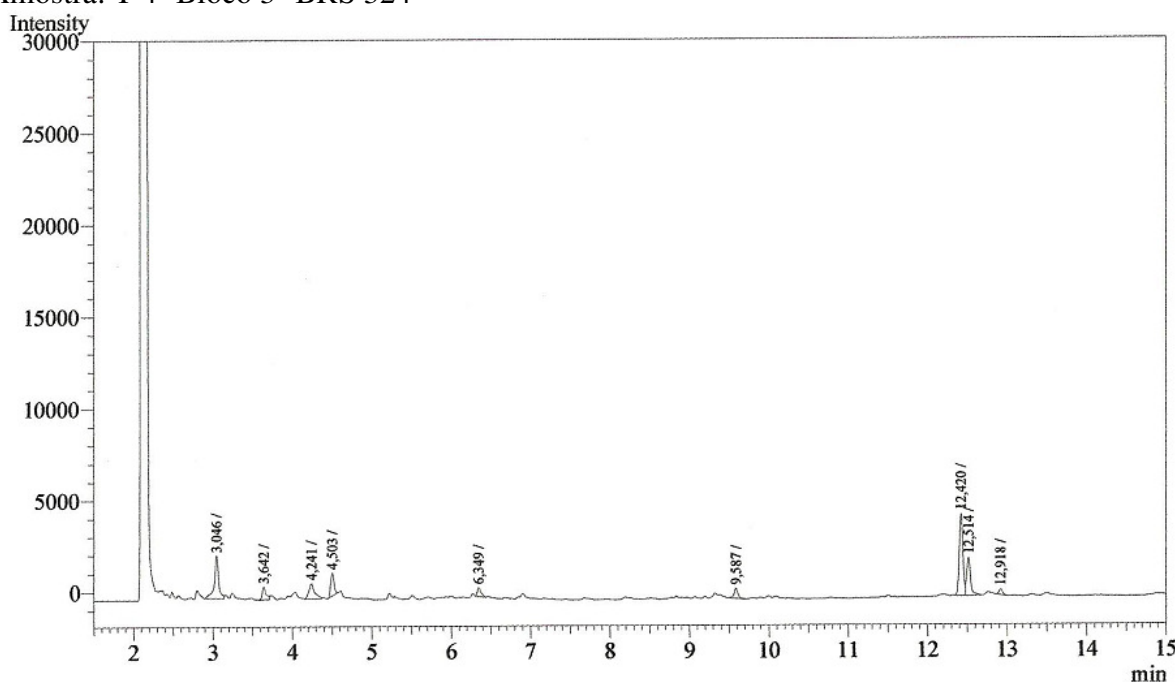
**Figura 28.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose 50 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 1).

Amostra: T 4- Bloco 2- BRS 324



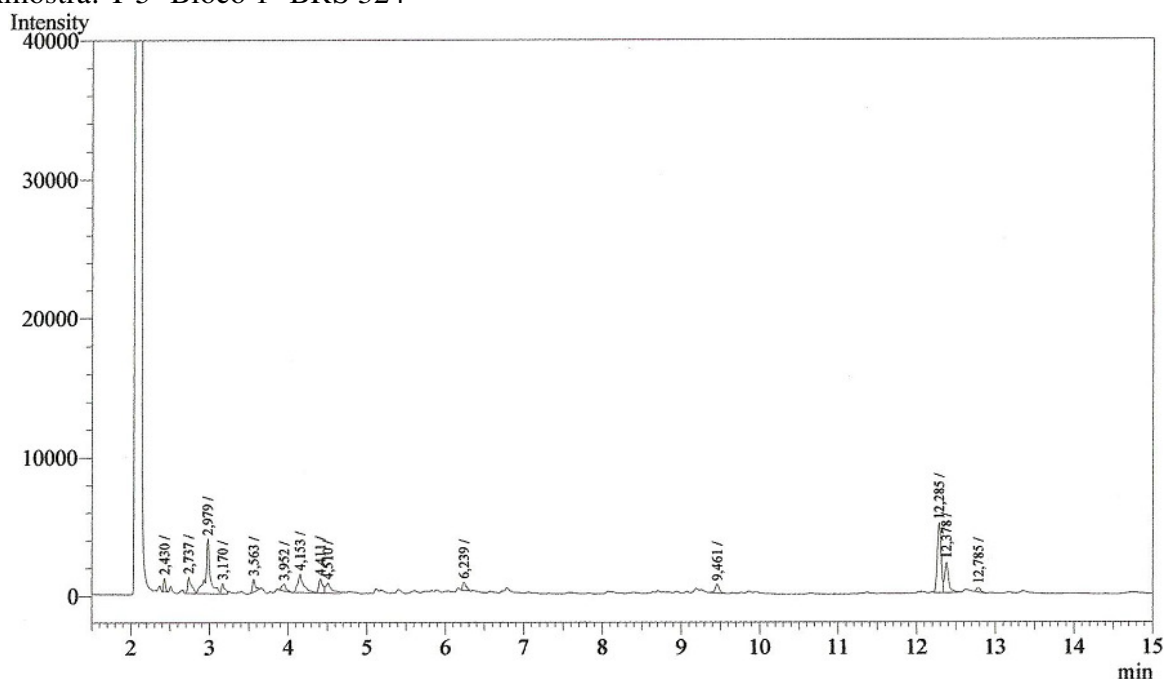
**Figura 29.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose 50 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 2).

Amostra: T 4- Bloco 3- BRS 324



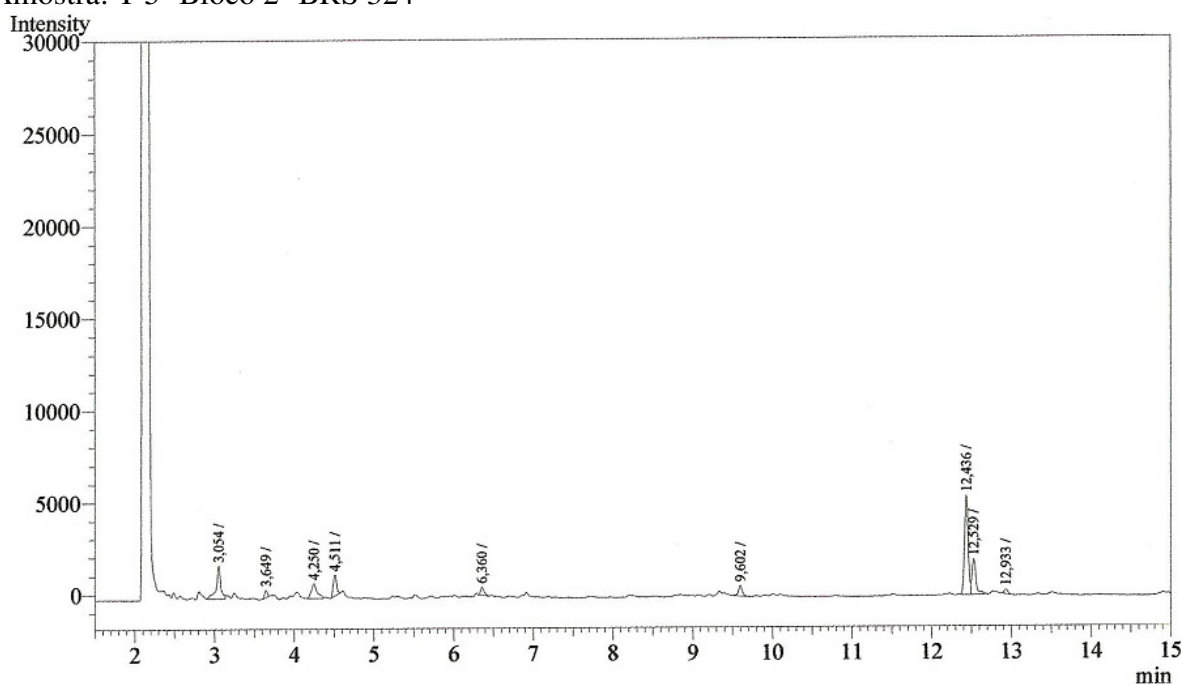
**Figura 30.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose 50 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 3).

Amostra: T 5- Bloco 1- BRS 324



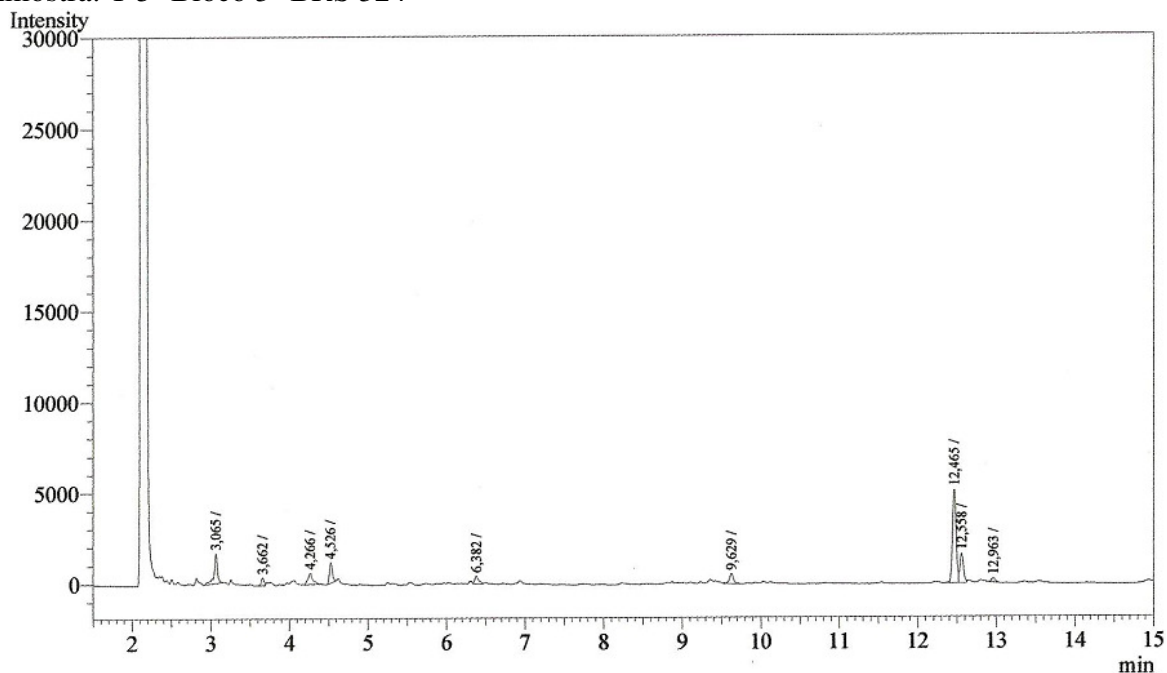
**Figura 31.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose 90 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 1).

Amostra: T 5- Bloco 2- BRS 324



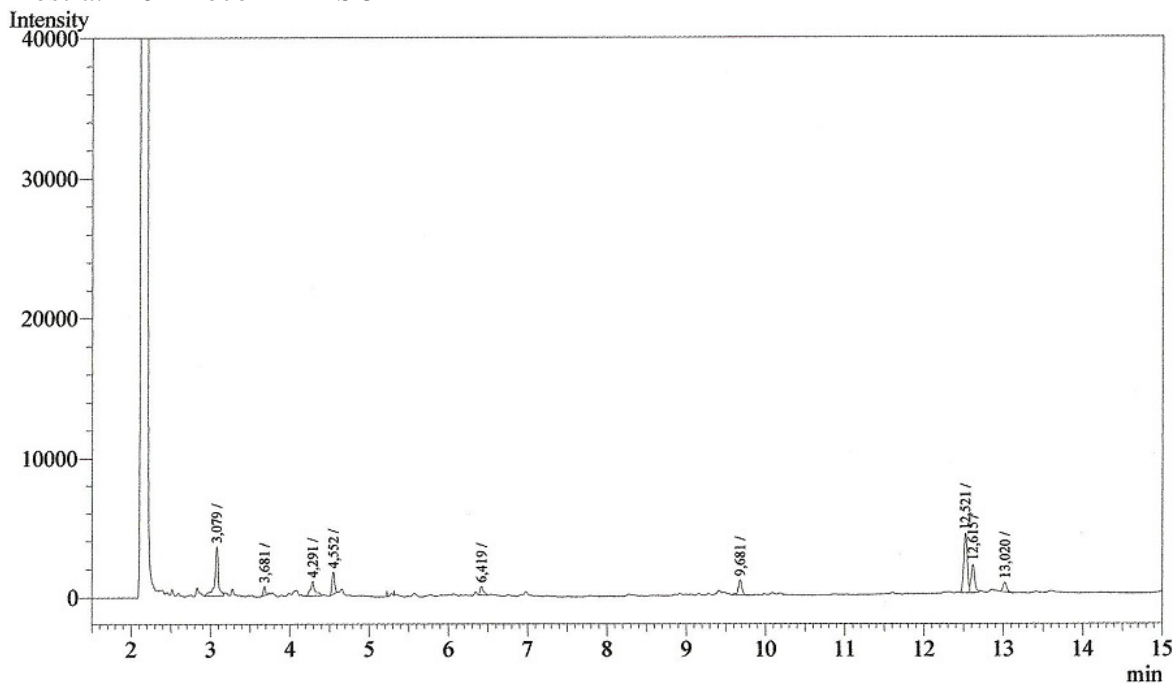
**Figura 32.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose 90 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 2).

Amostra: T 5- Bloco 3- BRS 324



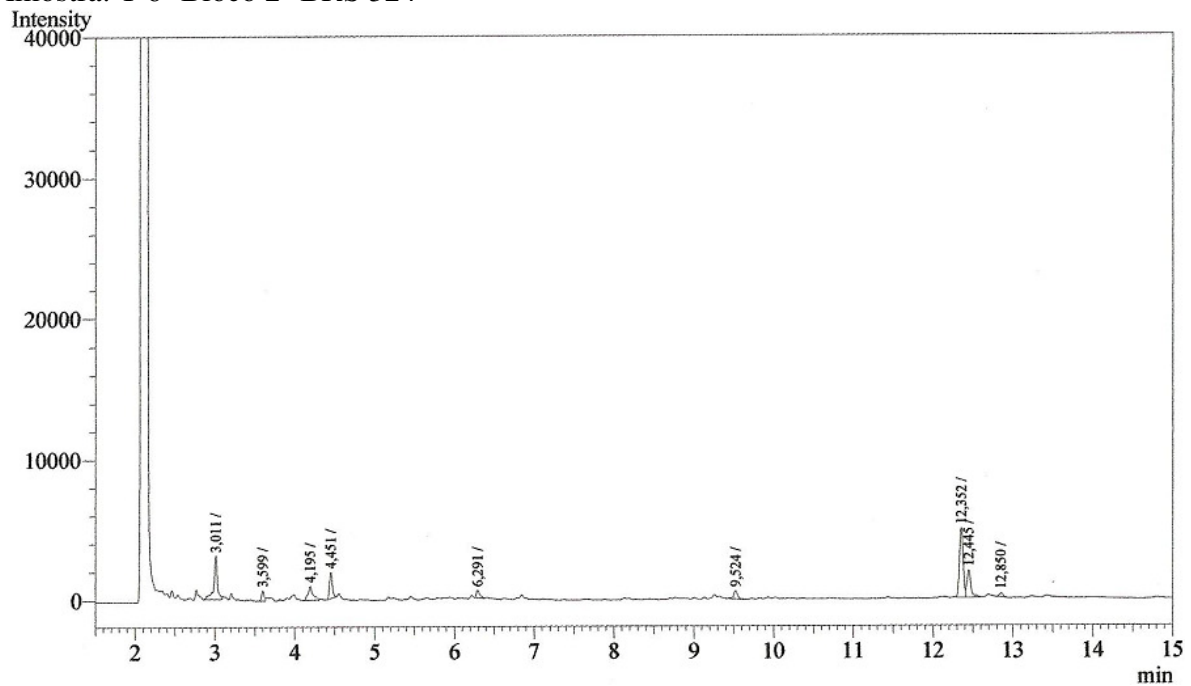
**Figura 33.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose 90 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 3).

Amostra: T 6- Bloco 1- BRS 324



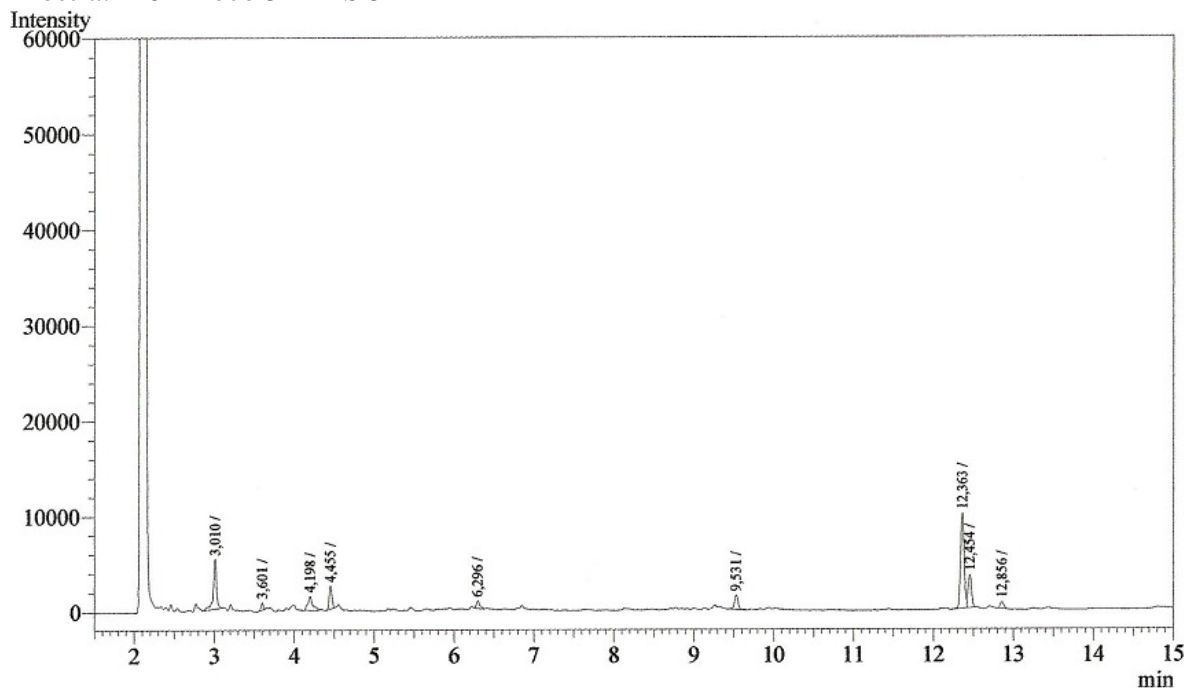
**Figura 34.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose 130 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 1).

Amostra: T 6- Bloco 2- BRS 324



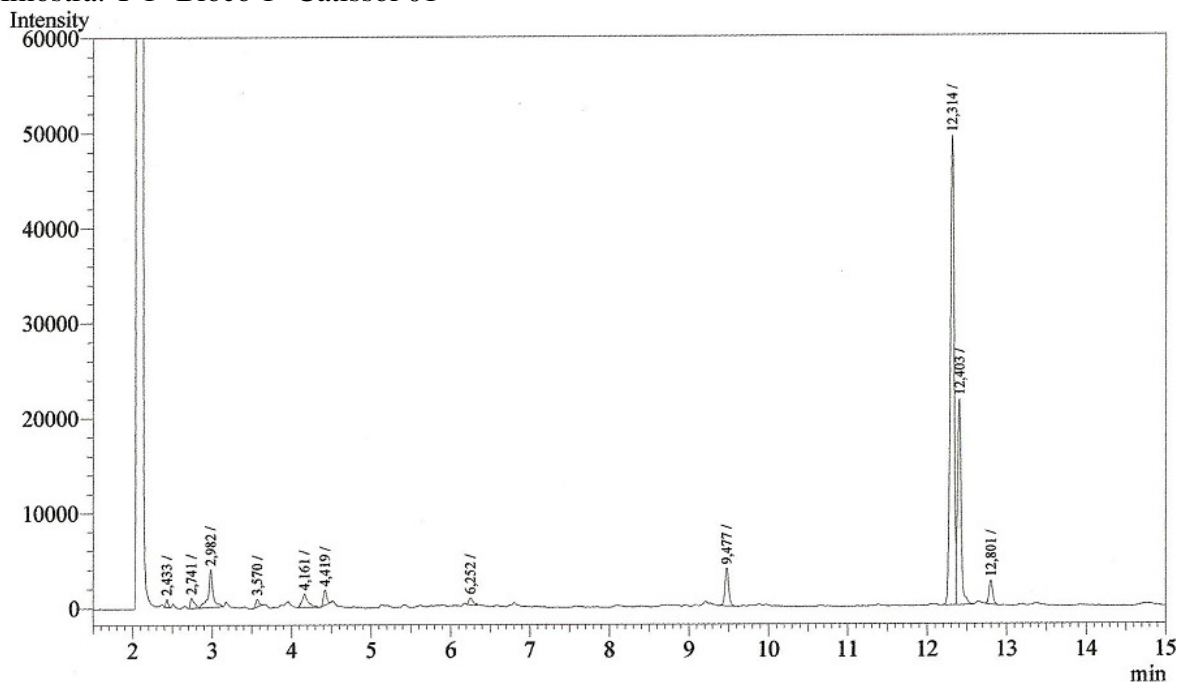
**Figura 35.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose  $130 \text{ kg N ha}^{-1}$  em campo (Bloco 2).

Amostra: T 6- Bloco 3- BRS 324



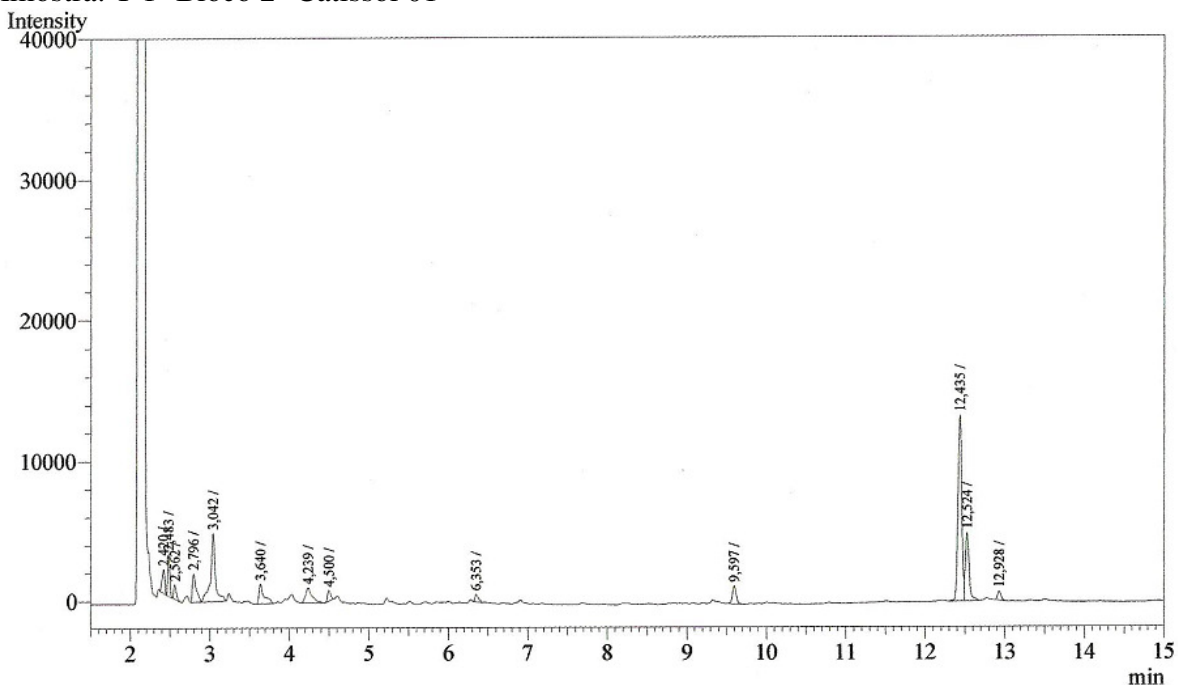
**Figura 36.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo BRS 324, cultivado com dose  $130 \text{ kg N ha}^{-1}$  em campo (Bloco 3).

Amostra: T 1- Bloco 1- Catissol 01



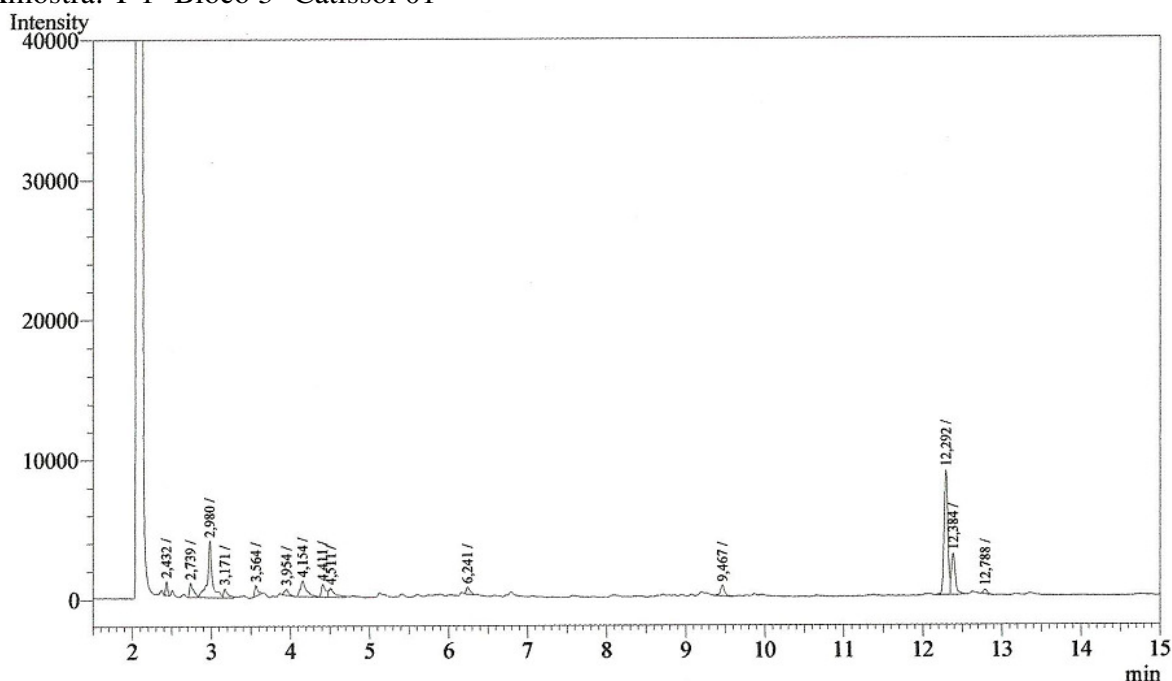
**Figura 37.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 0 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 1).

Amostra: T 1- Bloco 2- Catissol 01



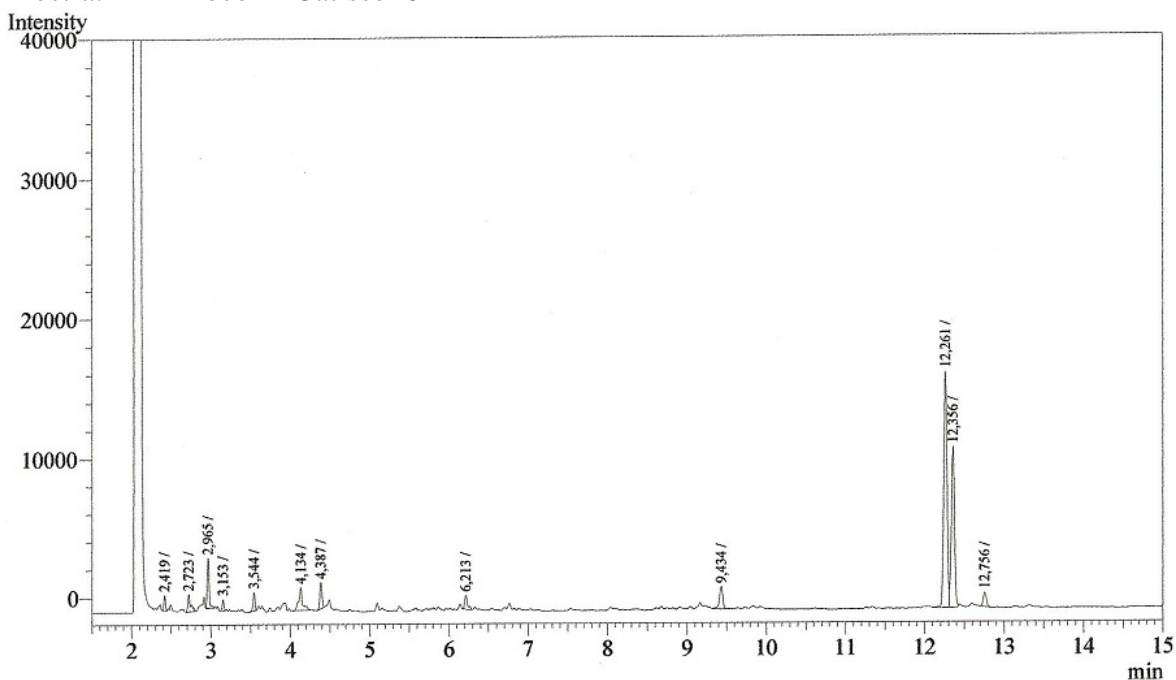
**Figura 38.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 0 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 2).

Amostra: T 1- Bloco 3- Catissol 01



**Figura 39.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 0 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 3).

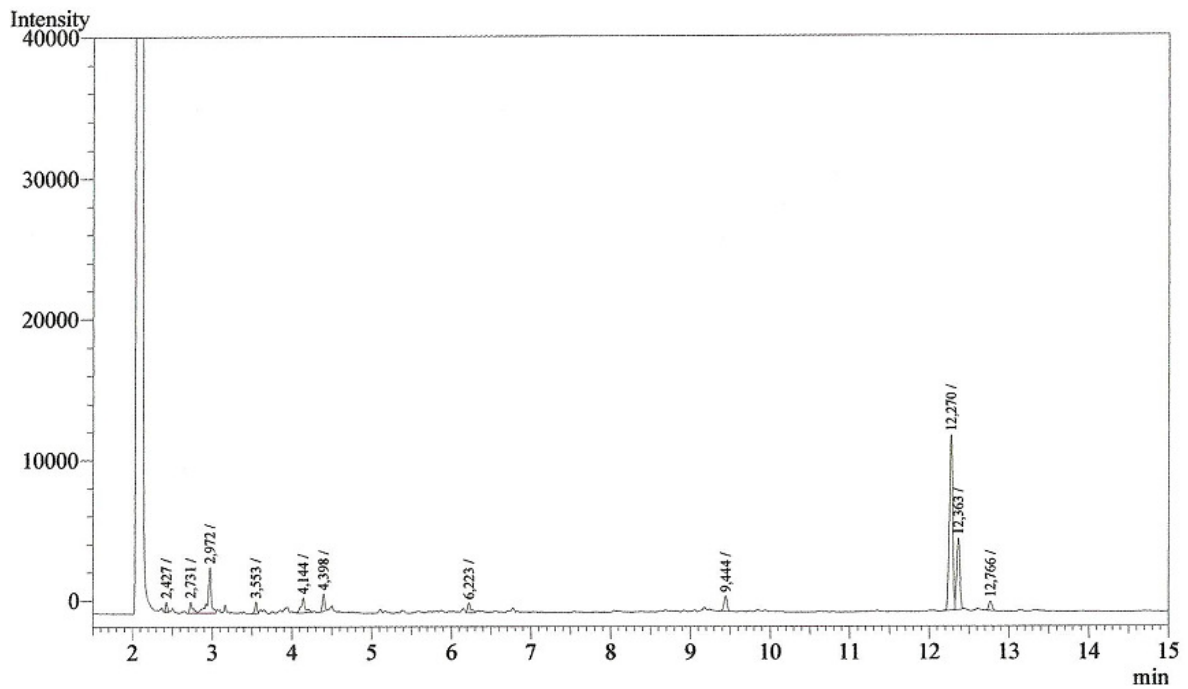
Amostra: T 2- Bloco 1- Catissol 01



**Figura 40.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 10 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 1).

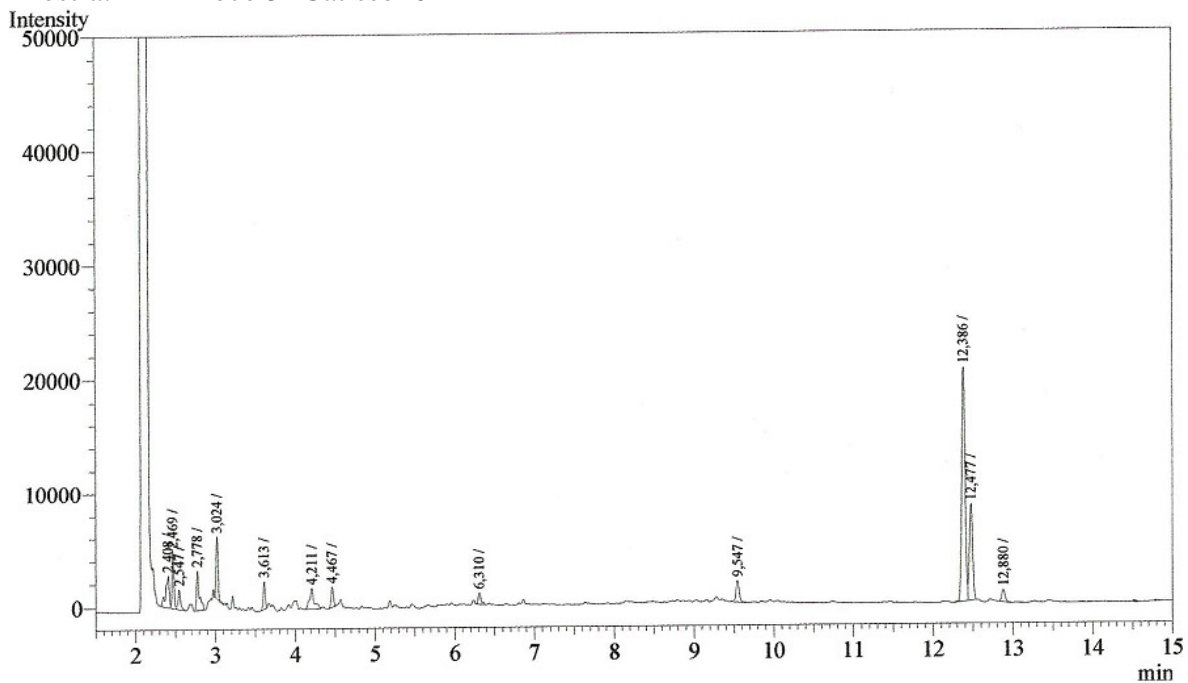


Amostra: T 2- Bloco 2- Catissol 01



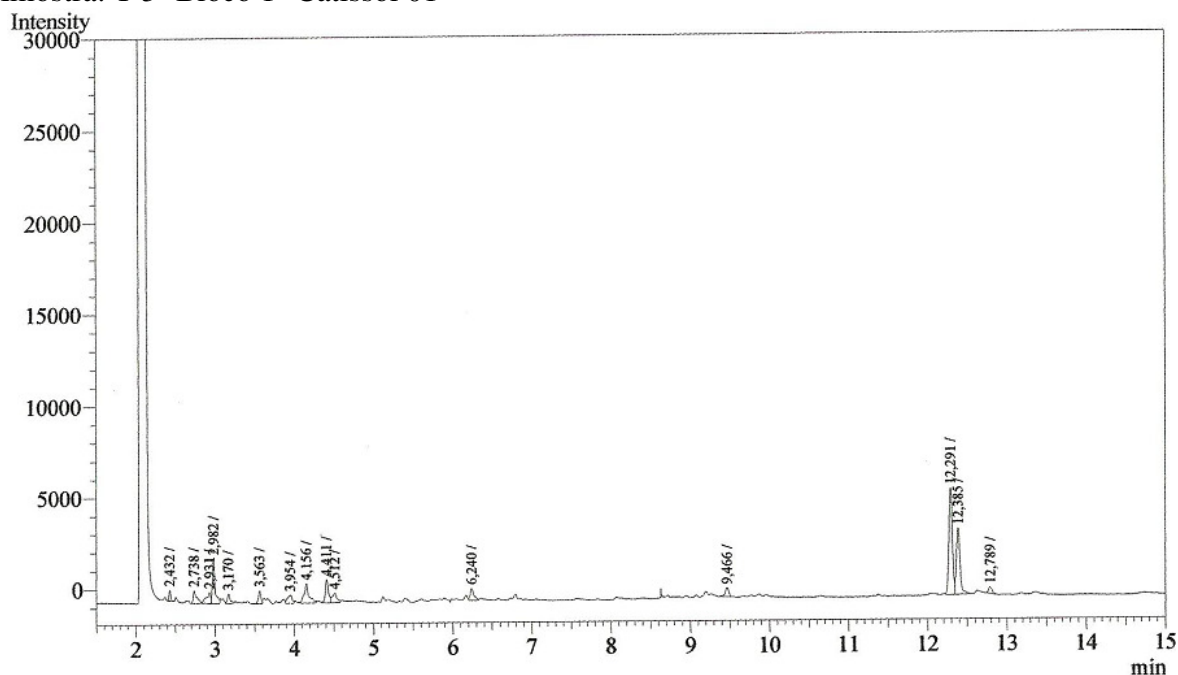
**Figura 41.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 10 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 2).

Amostra: T 2- Bloco 3- Catissol 01



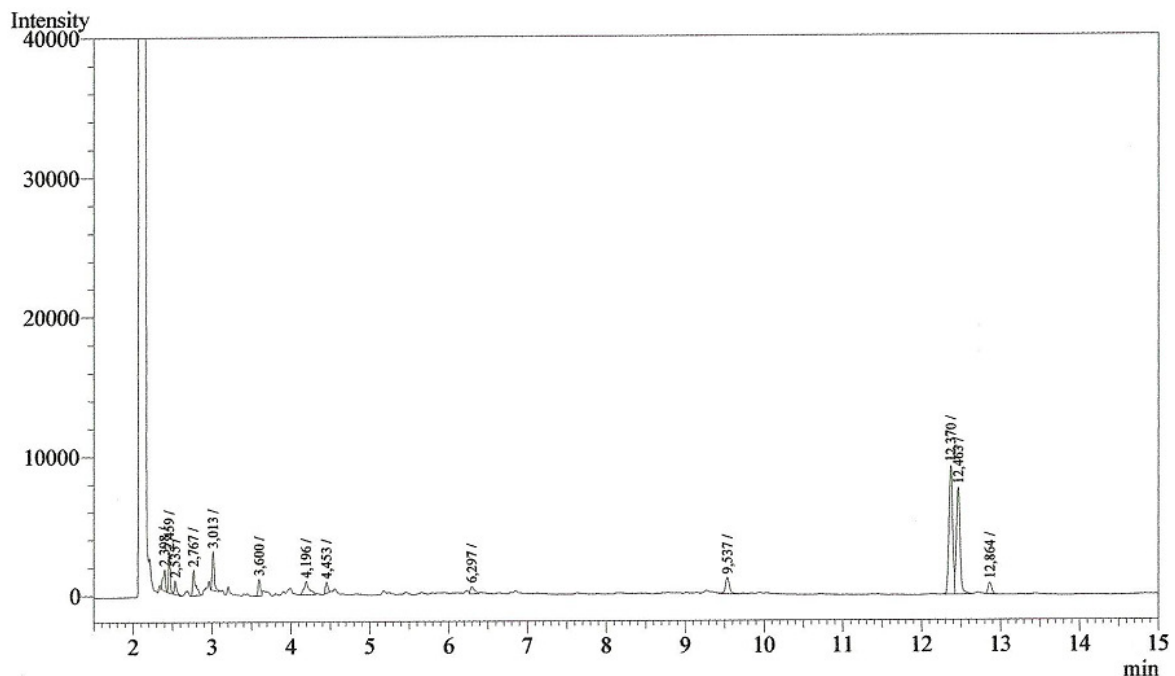
**Figura 42.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 10 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 3).

Amostra: T 3- Bloco 1- Catissol 01



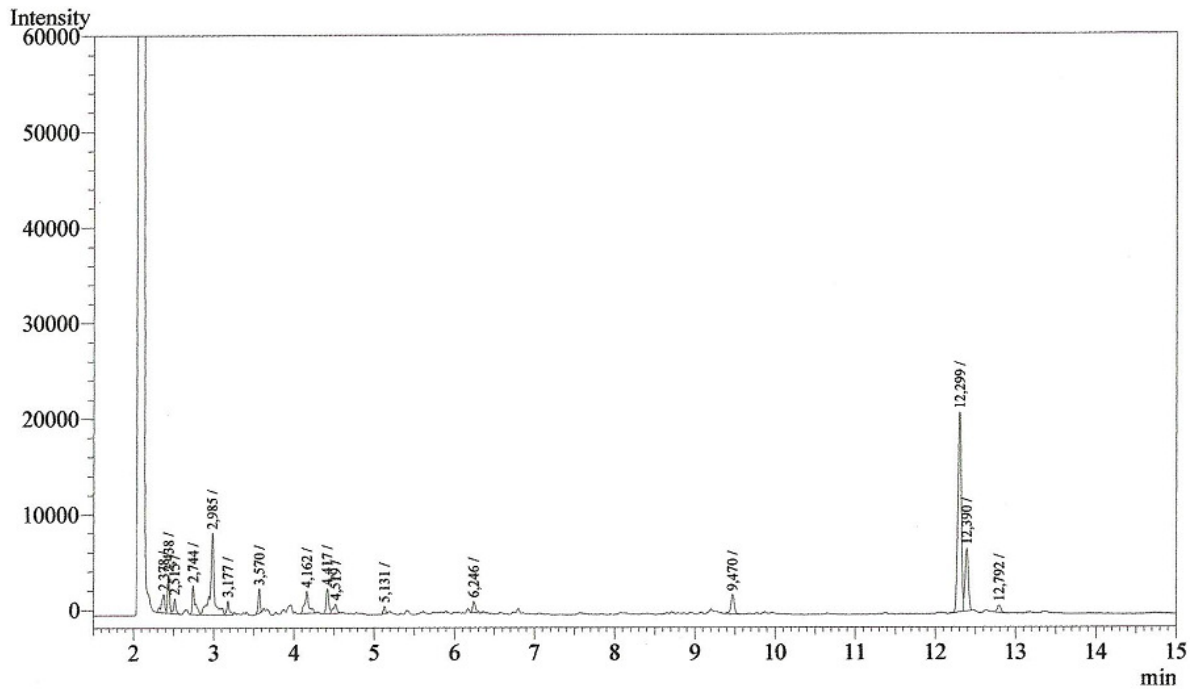
**Figura 43.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 30 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 1).

Amostra: T 3- Bloco 2- Catissol 01



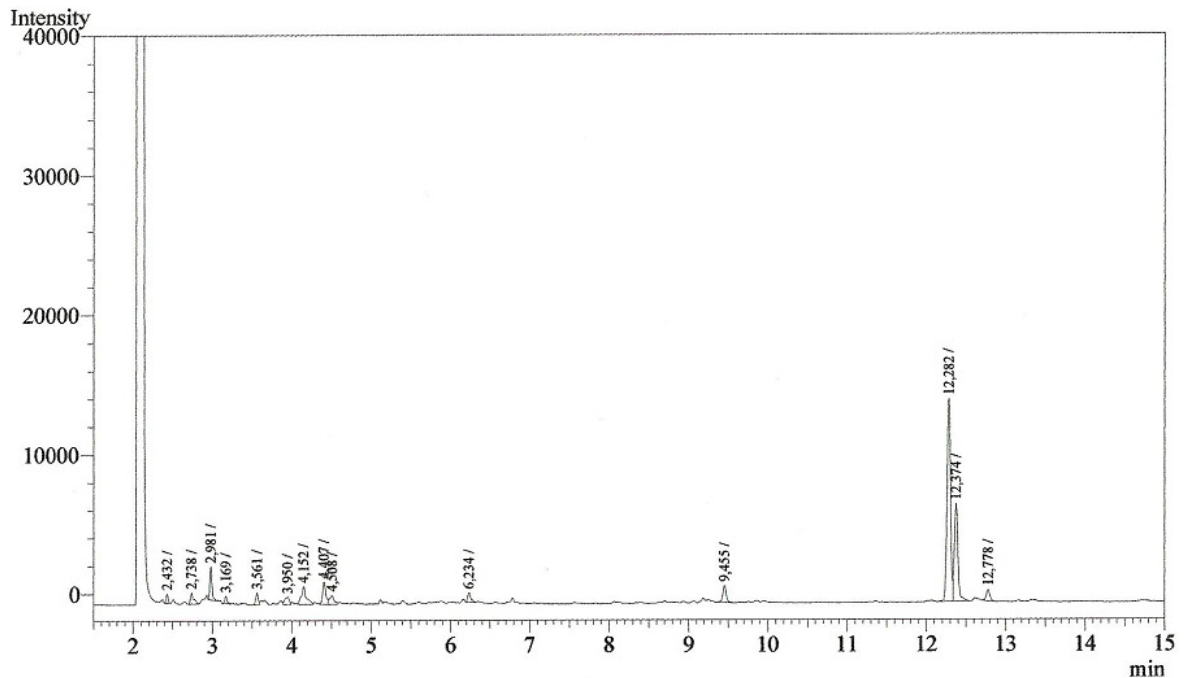
**Figura 44.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 30 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 2).

Amostra: T 3- Bloco 3- Catissol 01



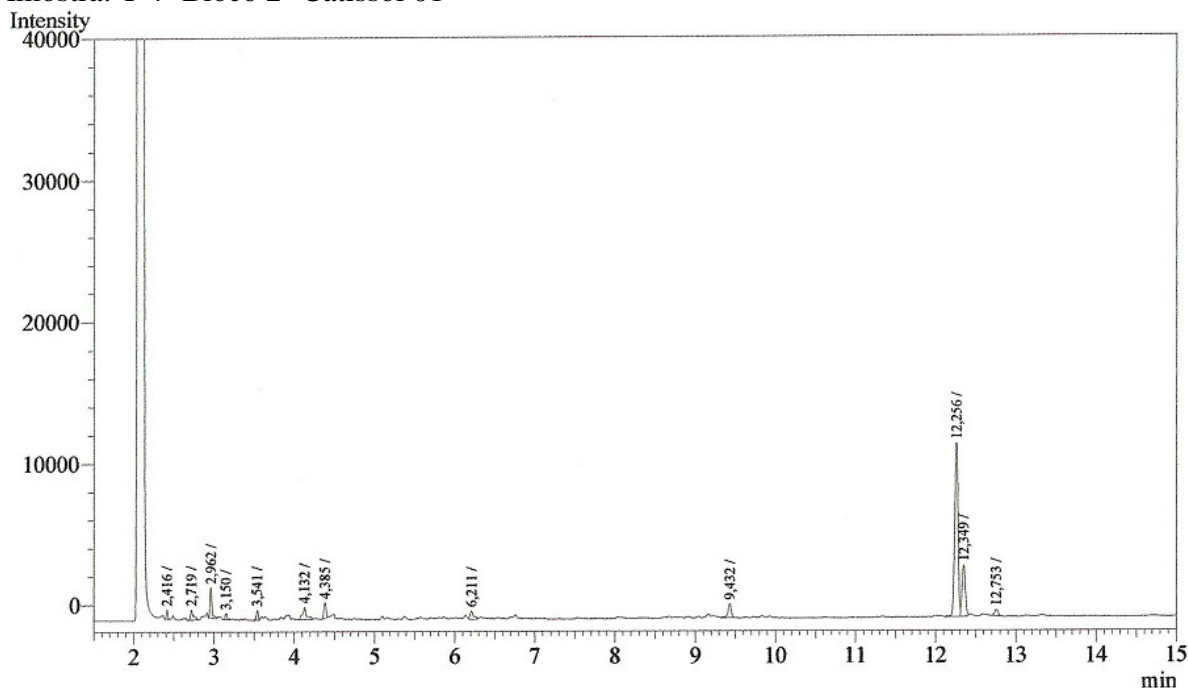
**Figura 45.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 30 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 3).

Amostra: T 4- Bloco 1- Catissol 01



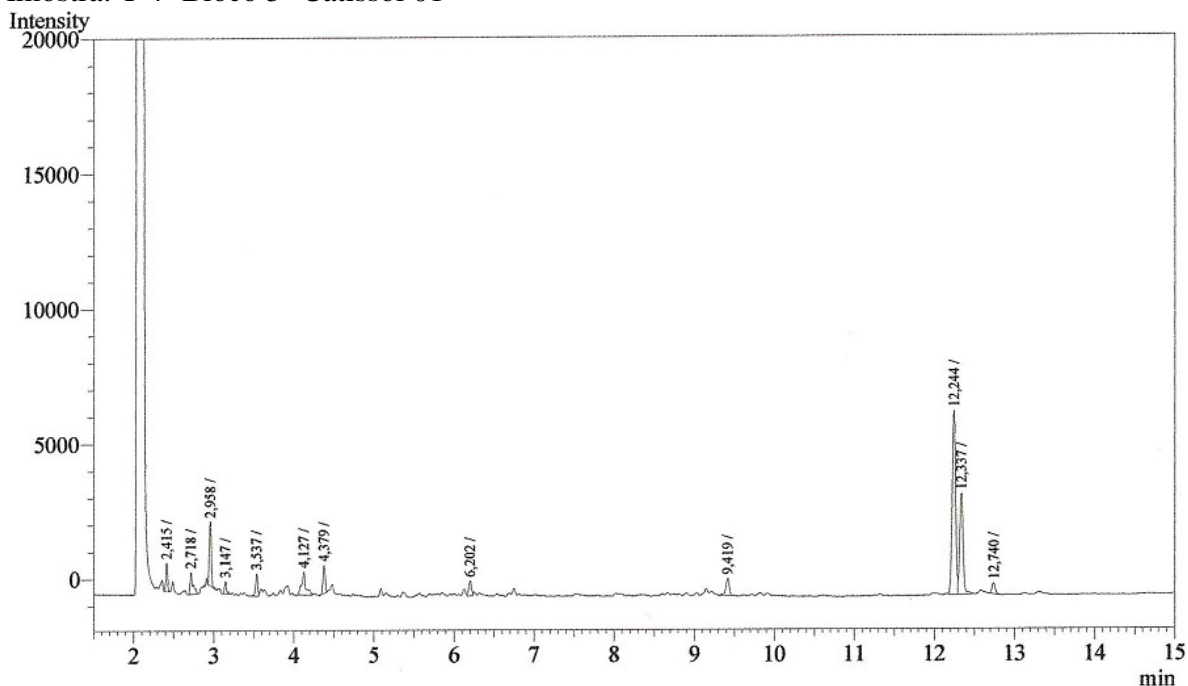
**Figura 46.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 50 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 1).

Amostra: T 4- Bloco 2- Catissol 01



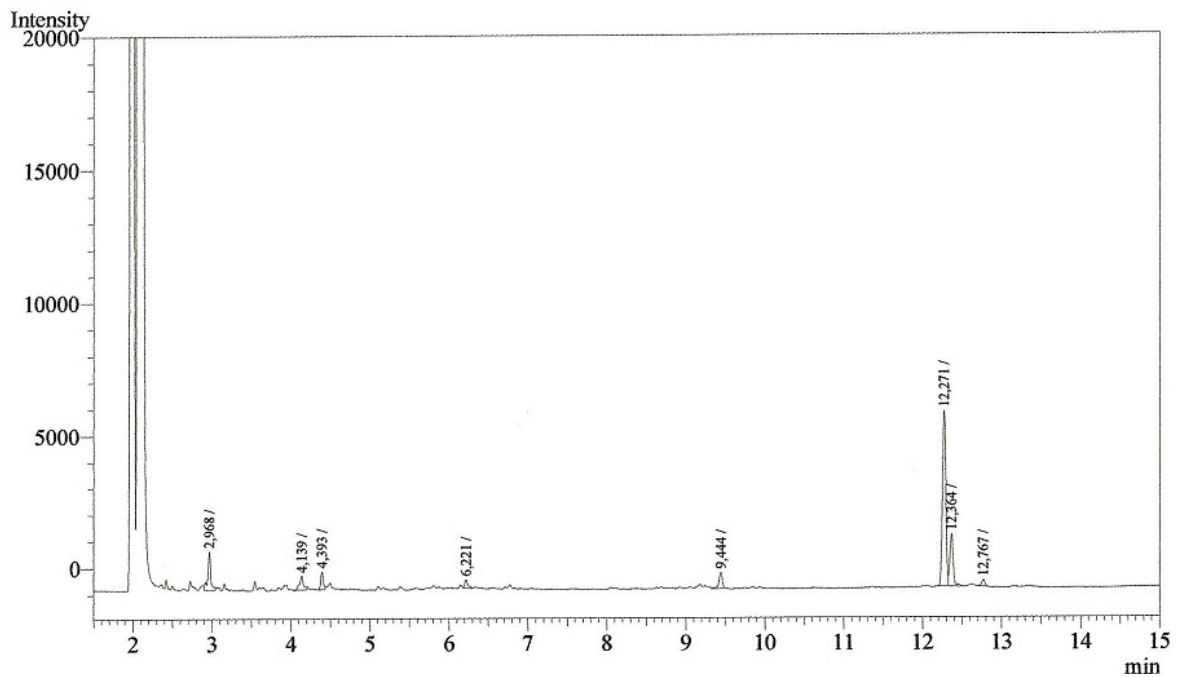
**Figura 47.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 50 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 2).

Amostra: T 4- Bloco 3- Catissol 01



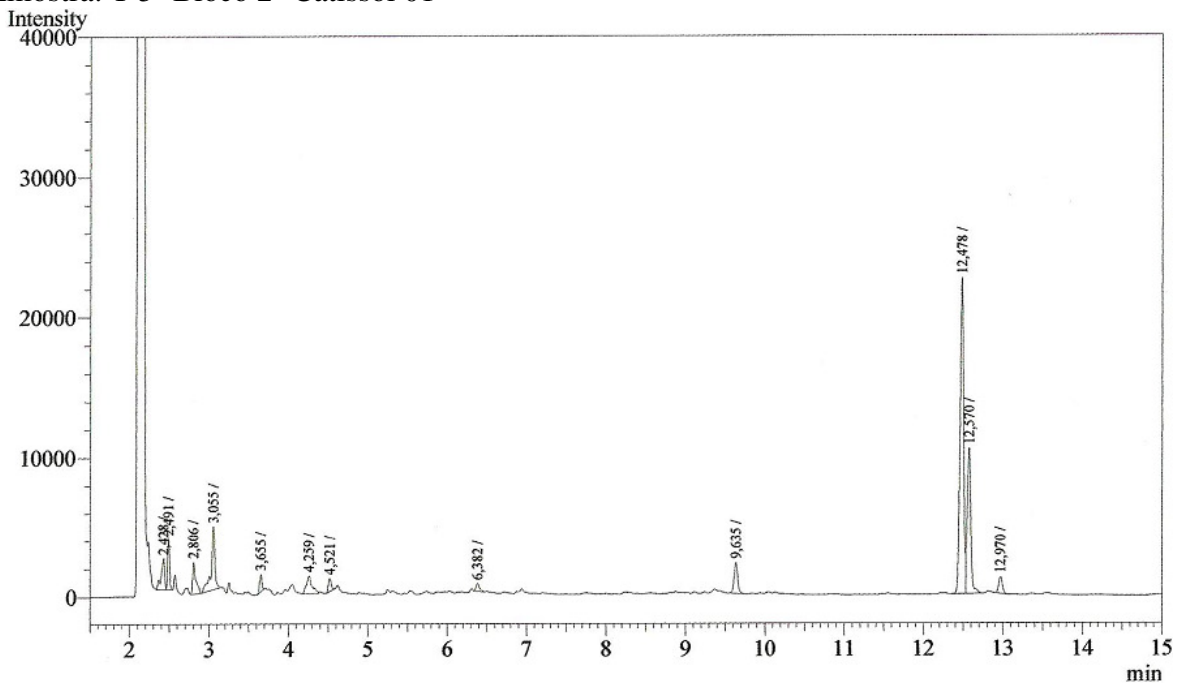
**Figura 48.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 50 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 3).

Amostra: T 5- Bloco 1- Catissol 01



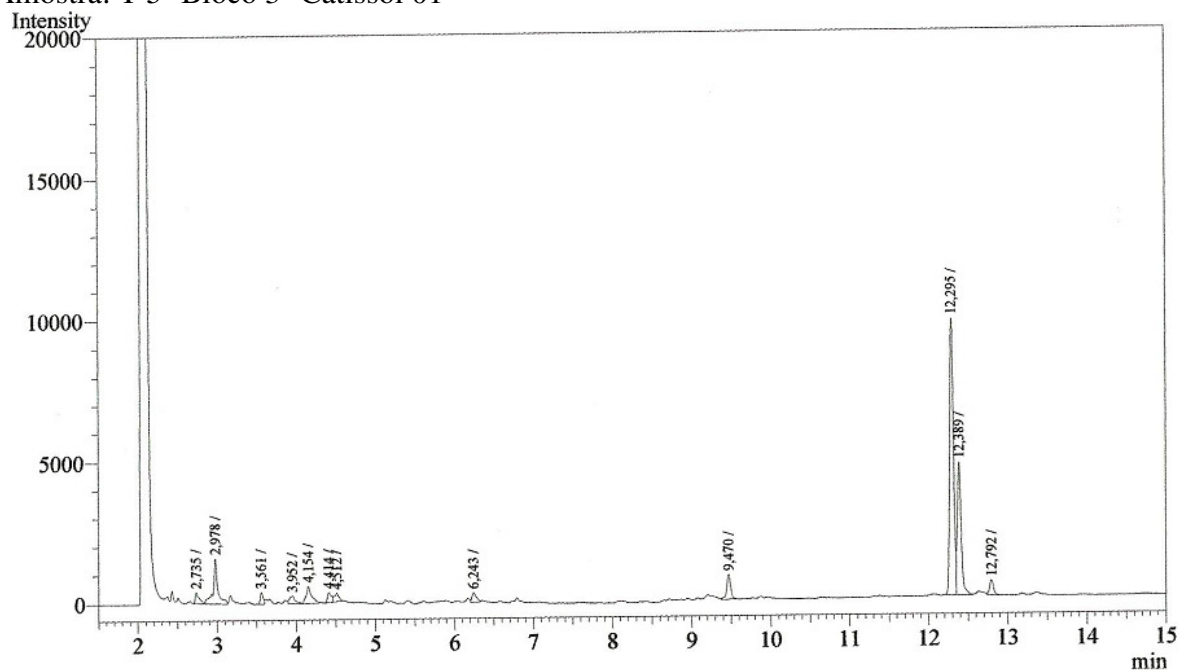
**Figura 49.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 90 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 1).

Amostra: T 5- Bloco 2- Catissol 01



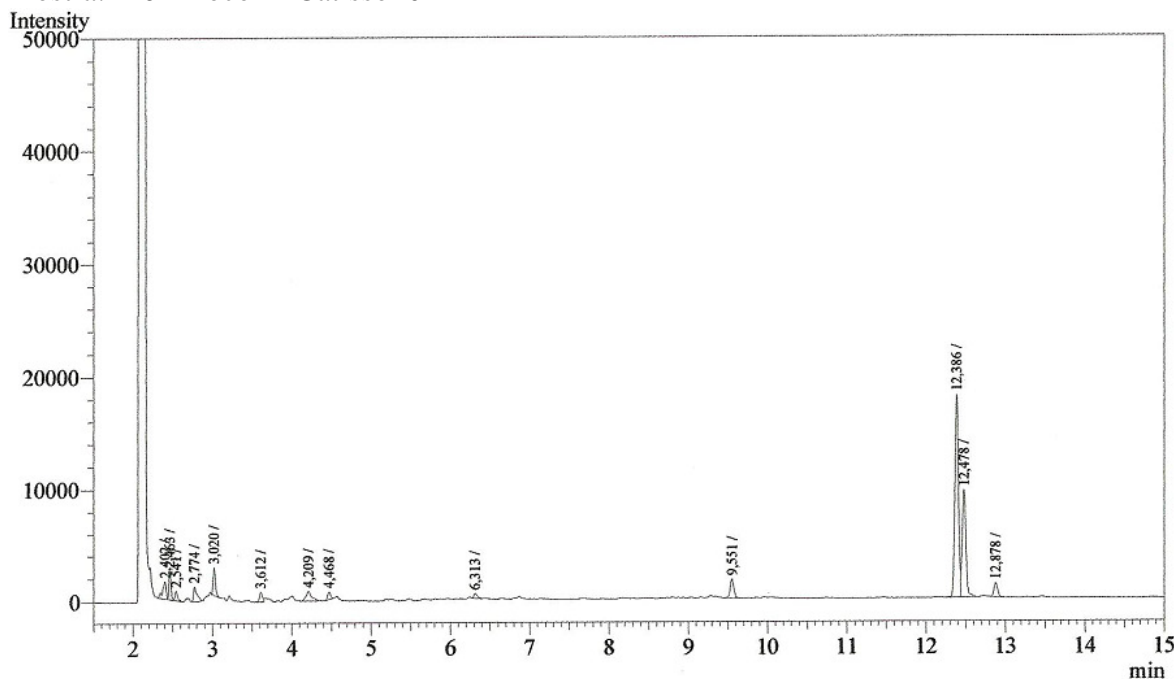
**Figura 50.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 90 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 2).

Amostra: T 5- Bloco 3- Catissol 01



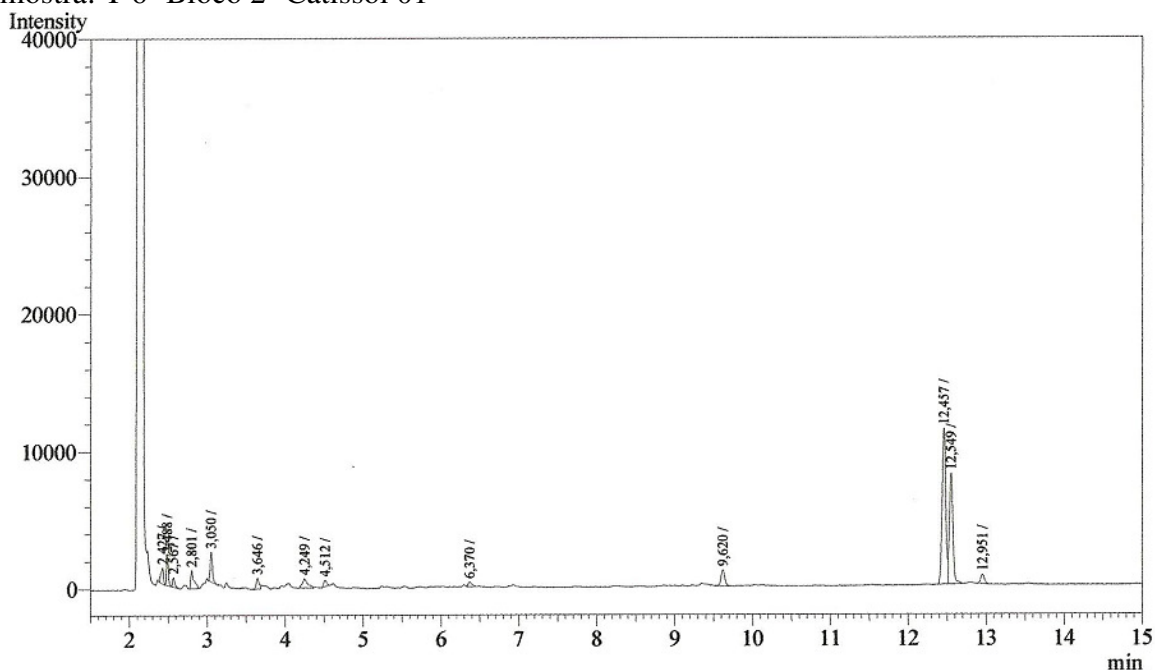
**Figura 51.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 90 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 3).

Amostra: T 6- Bloco 1- Catissol 01



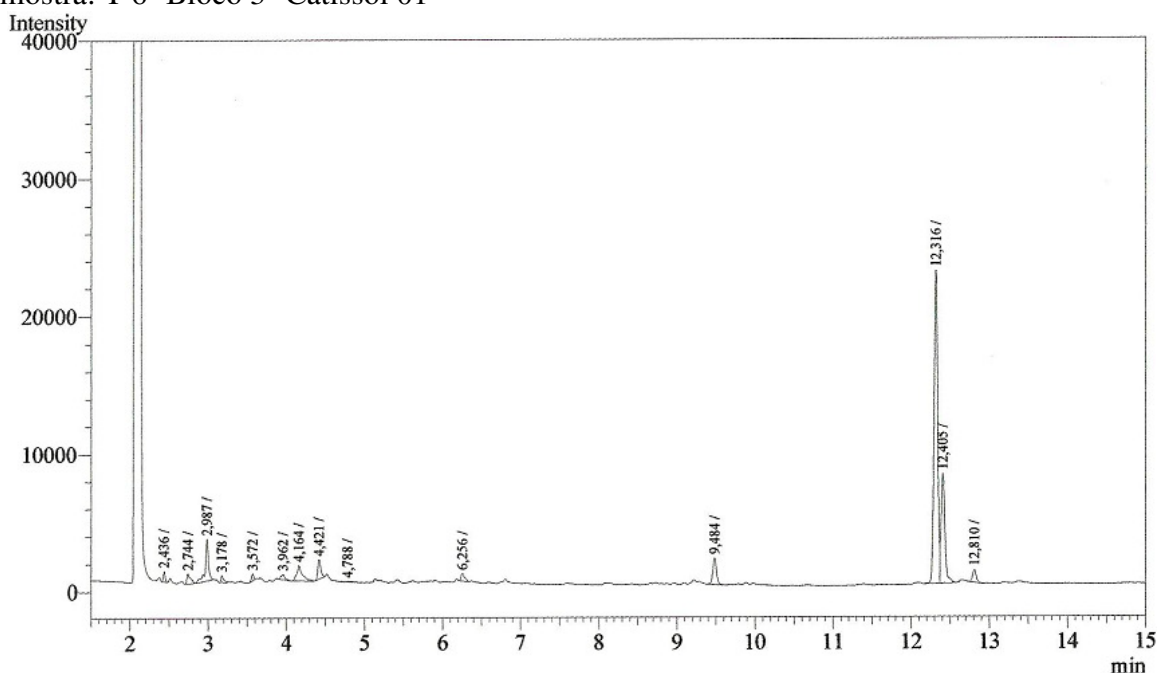
**Figura 52.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 130 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 1).

Amostra: T 6- Bloco 2- Catissol 01



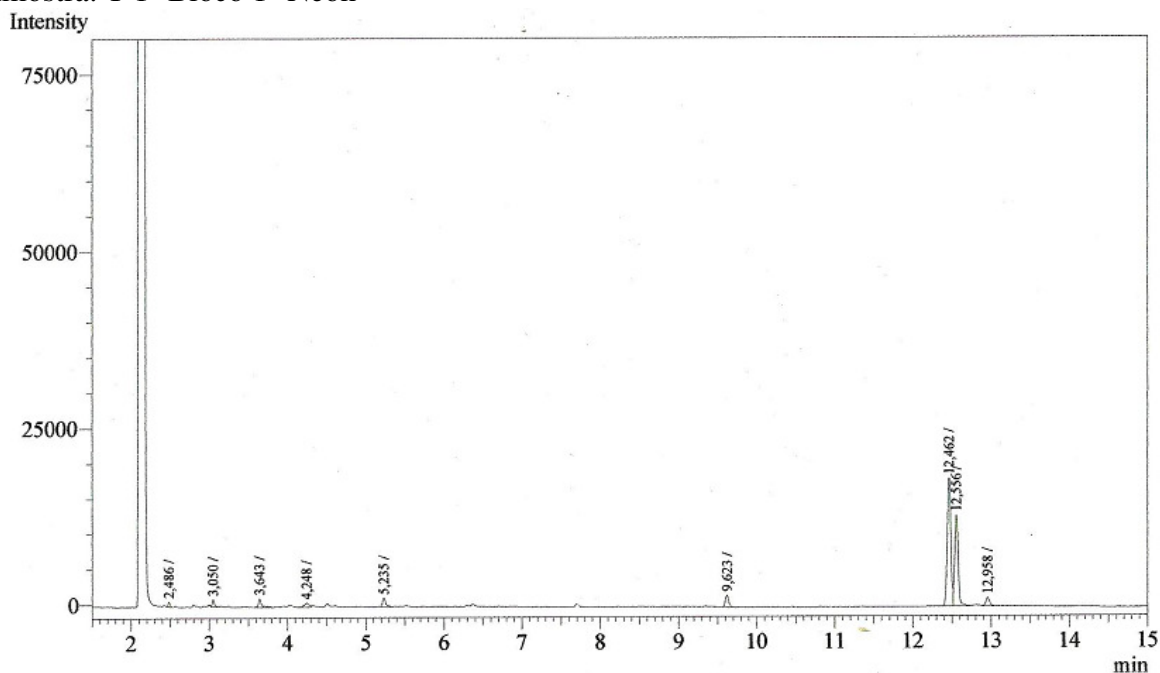
**Figura 53.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 130 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 2).

Amostra: T 6- Bloco 3- Catissol 01



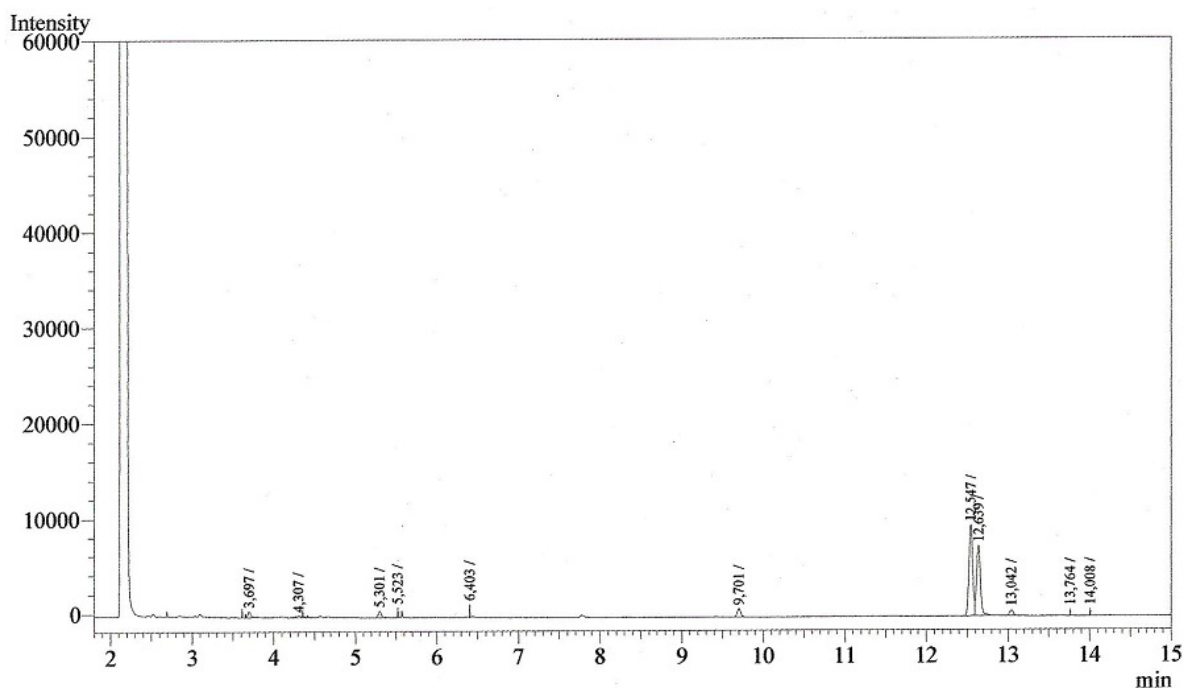
**Figura 54.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Catissol 01, cultivado com dose 130 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 3).

Amostra: T 1- Bloco 1- Neon



**Figura 55.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose 0 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 1).

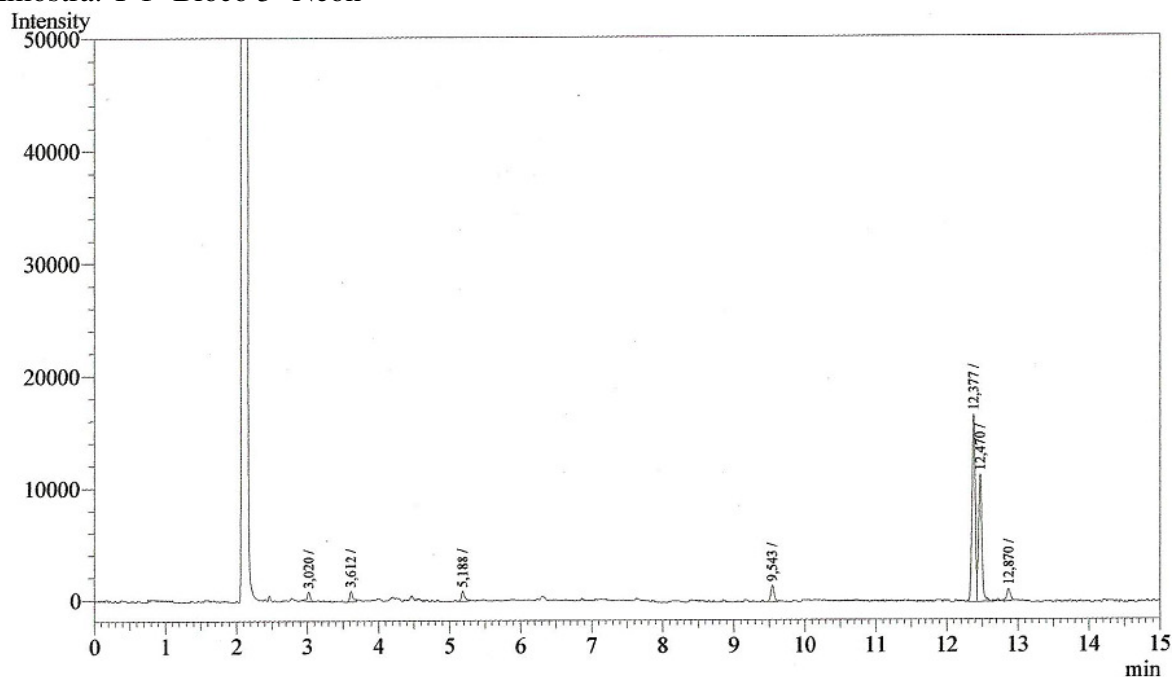
Amostra: T 1- Bloco 2- Neon



**Figura 56.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose 0 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 2).

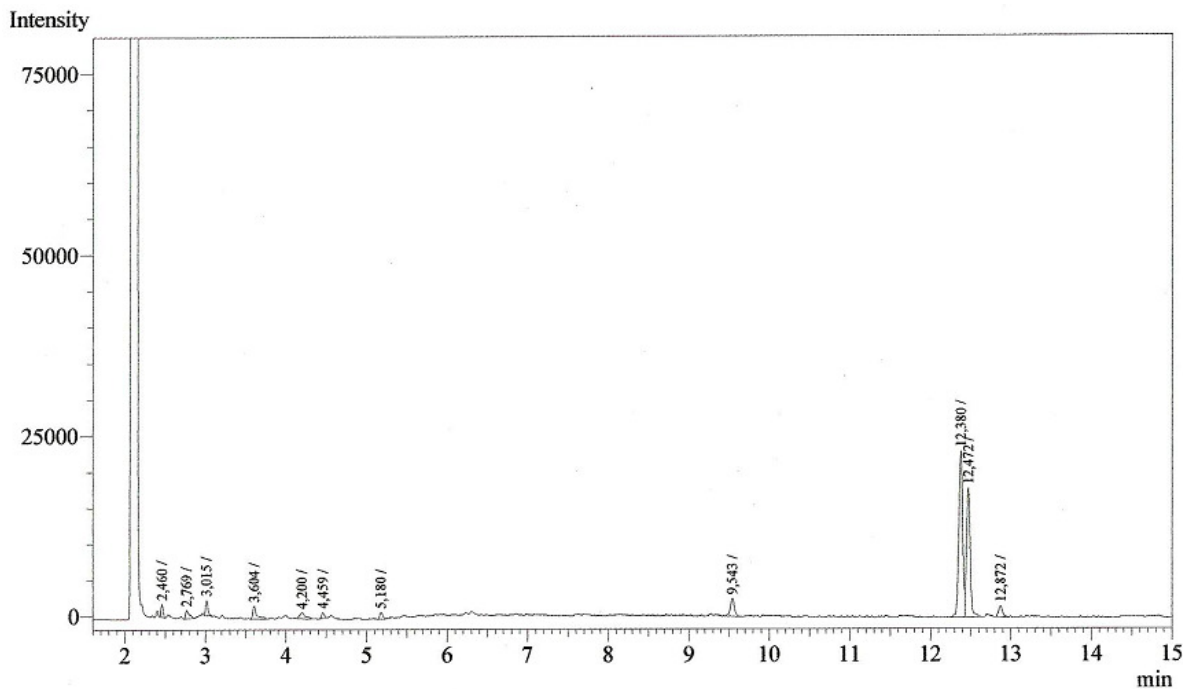


Amostra: T 1- Bloco 3- Neon



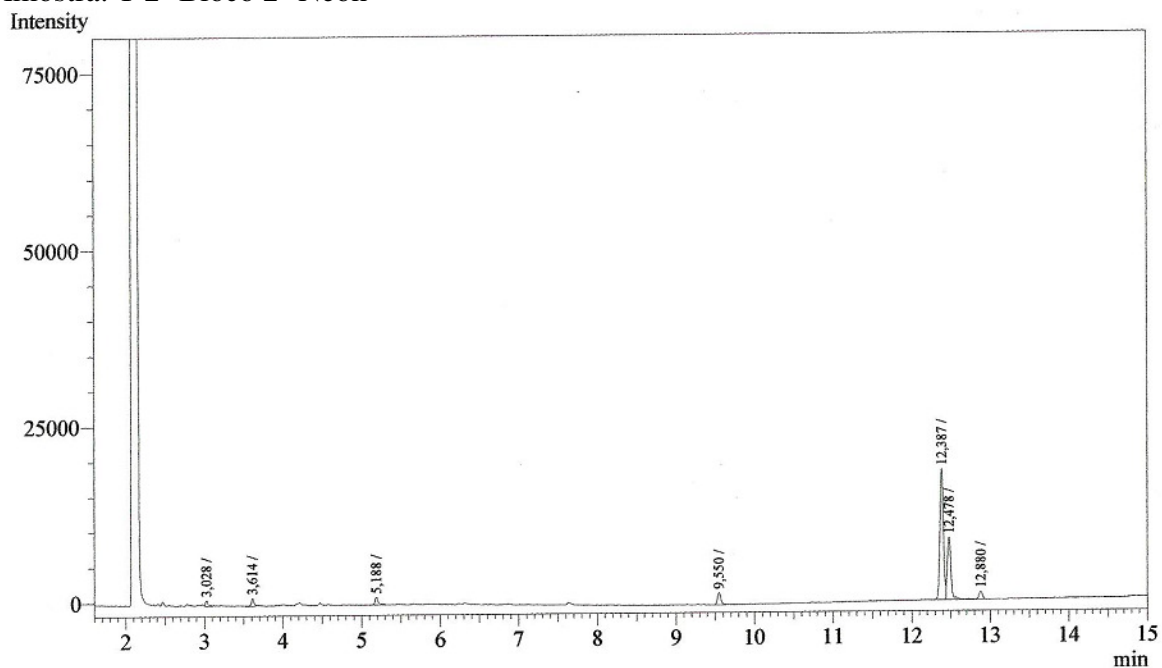
**Figura 57.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose 0 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 3).

Amostra: T 2- Bloco 1- Neon



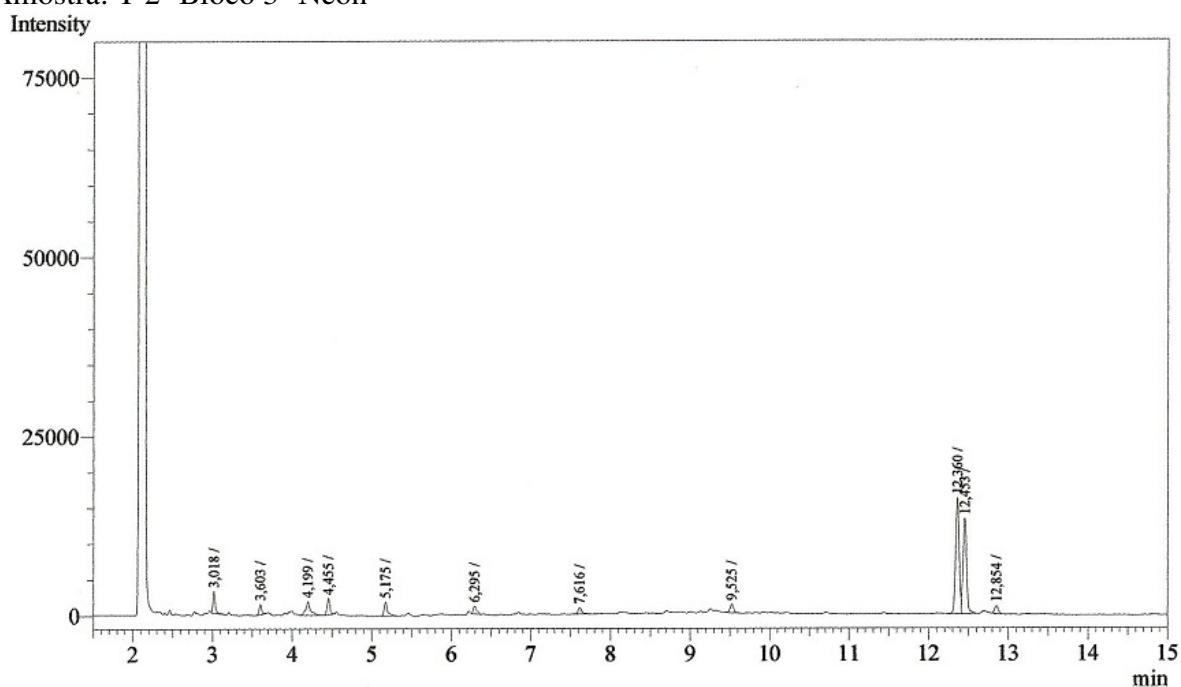
**Figura 58.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose 10 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 1).

Amostra: T 2- Bloco 2- Neon



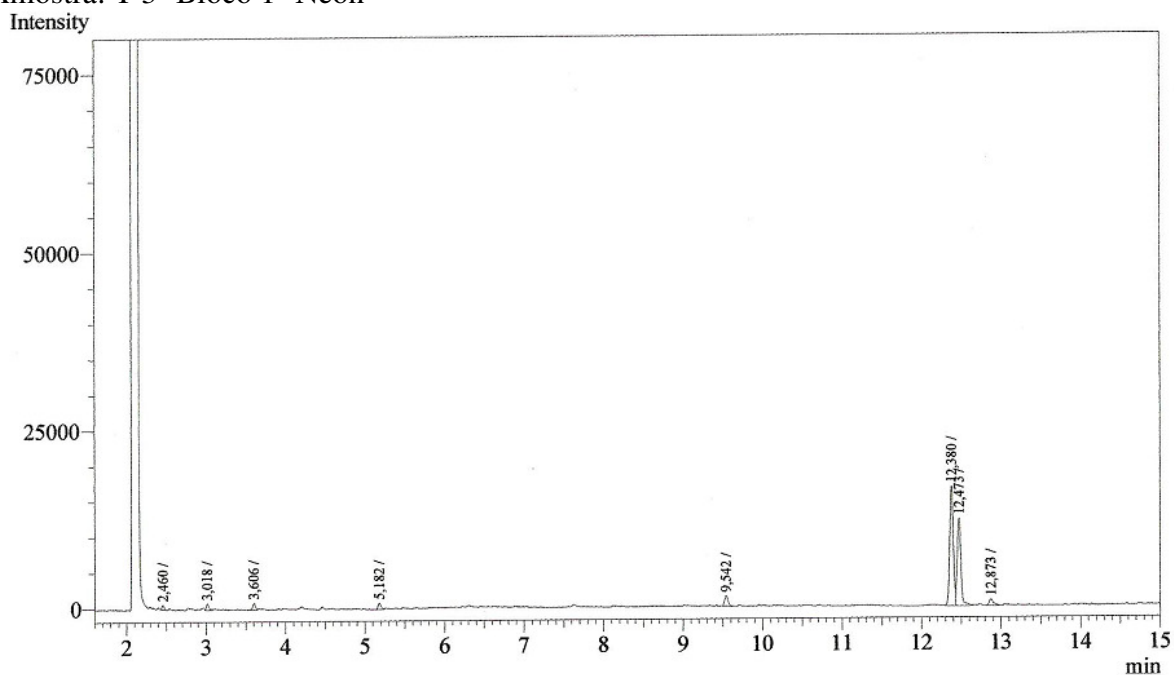
**Figura 59.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose 10 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 2).

Amostra: T 2- Bloco 3- Neon



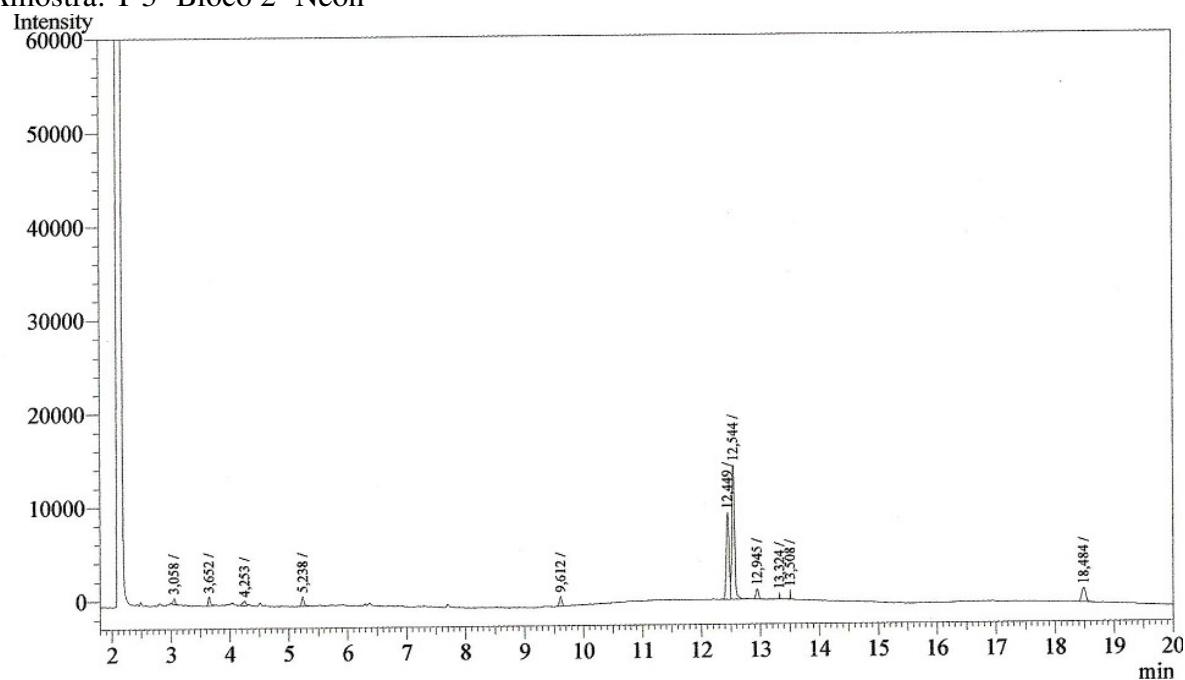
**Figura 60.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose 10 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 3).

Amostra: T 3- Bloco 1- Neon



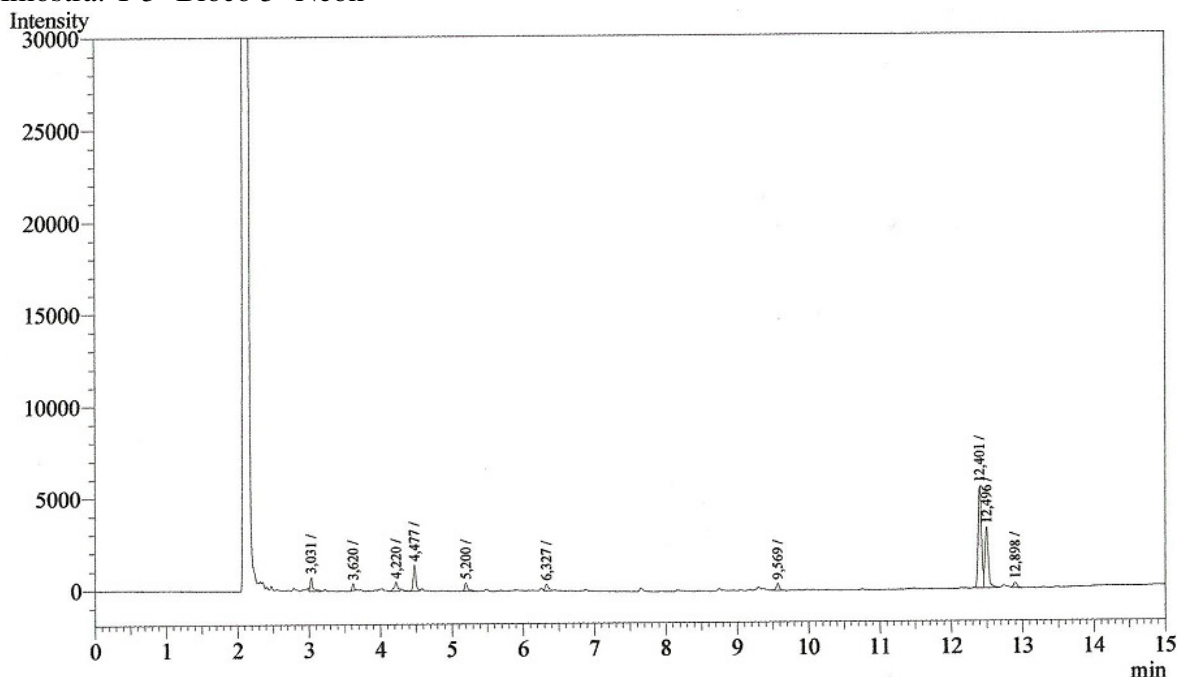
**Figura 61.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose 30 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 1).

Amostra: T 3- Bloco 2- Neon



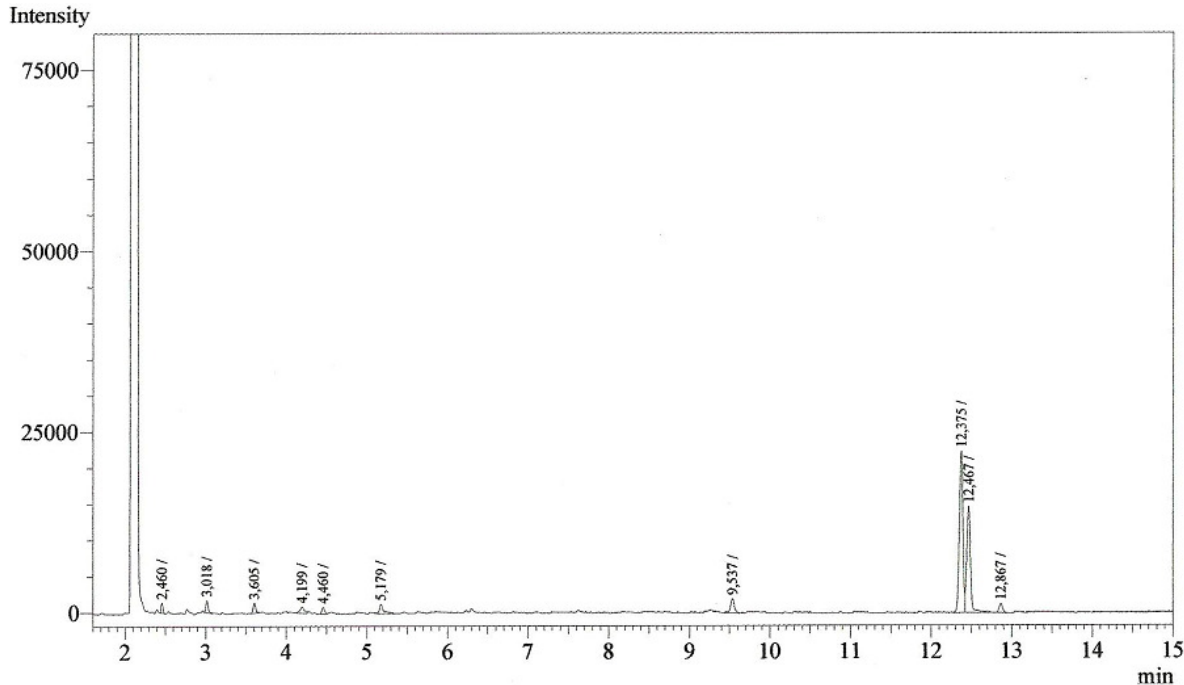
**Figura 62.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose 30 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 2).

Amostra: T 3- Bloco 3- Neon



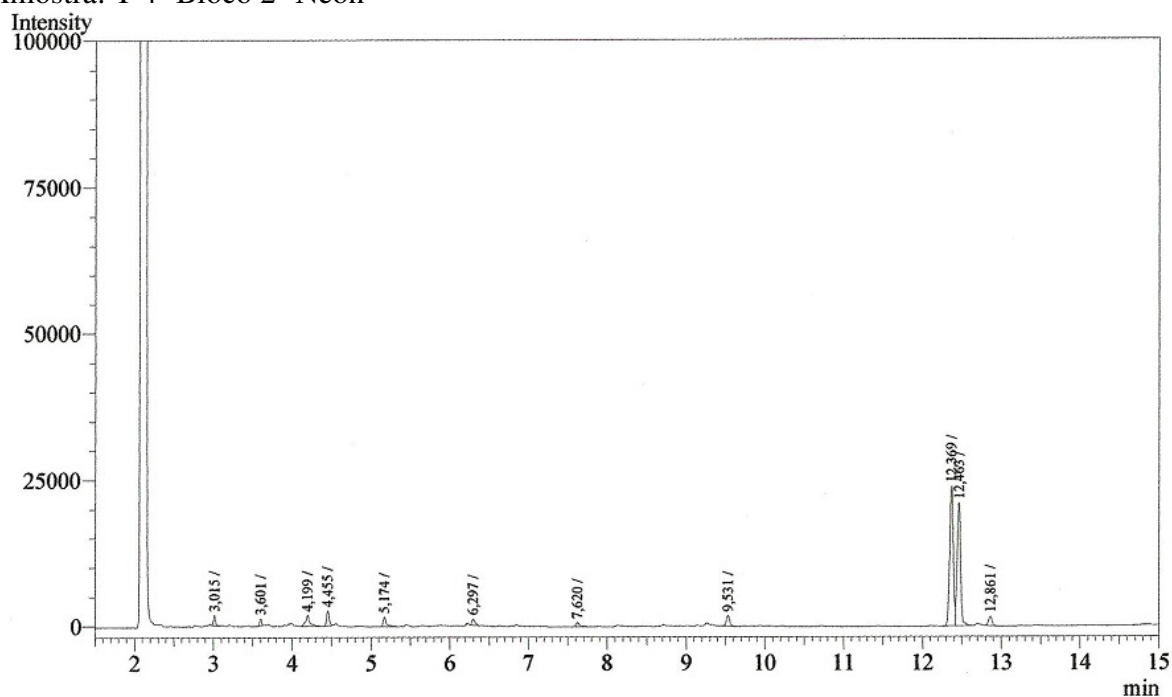
**Figura 63.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose 30 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 3).

Amostra: T 4- Bloco 1- Neon



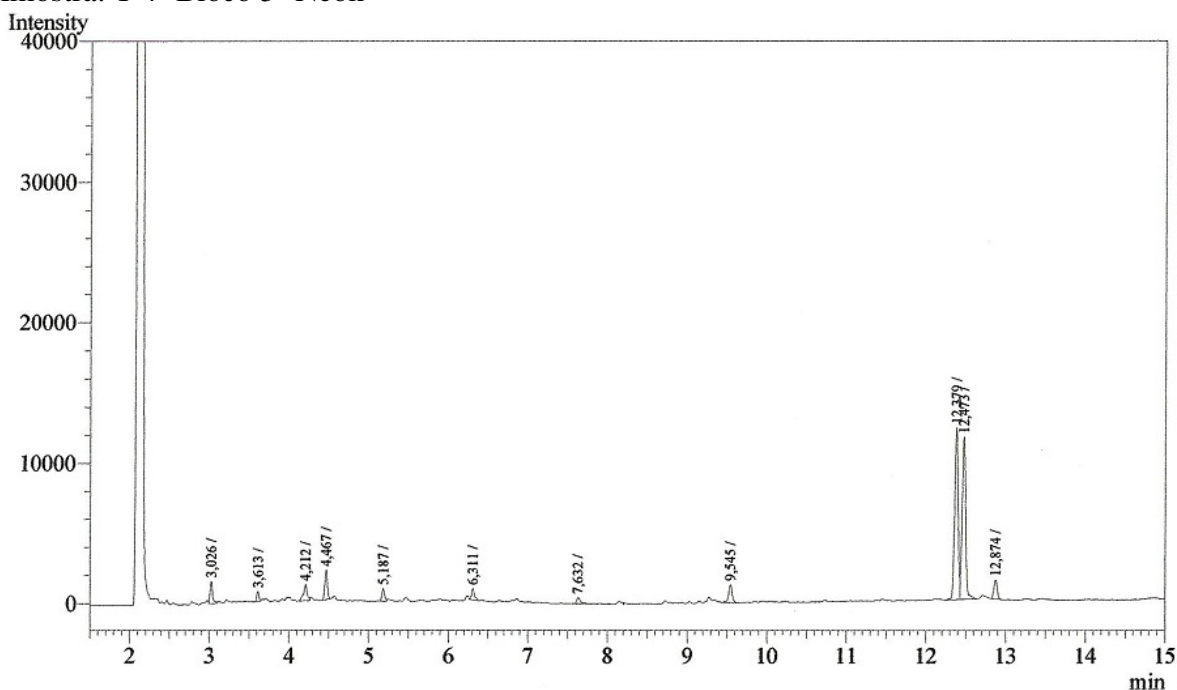
**Figura 64.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose 50 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 1).

Amostra: T 4- Bloco 2- Neon



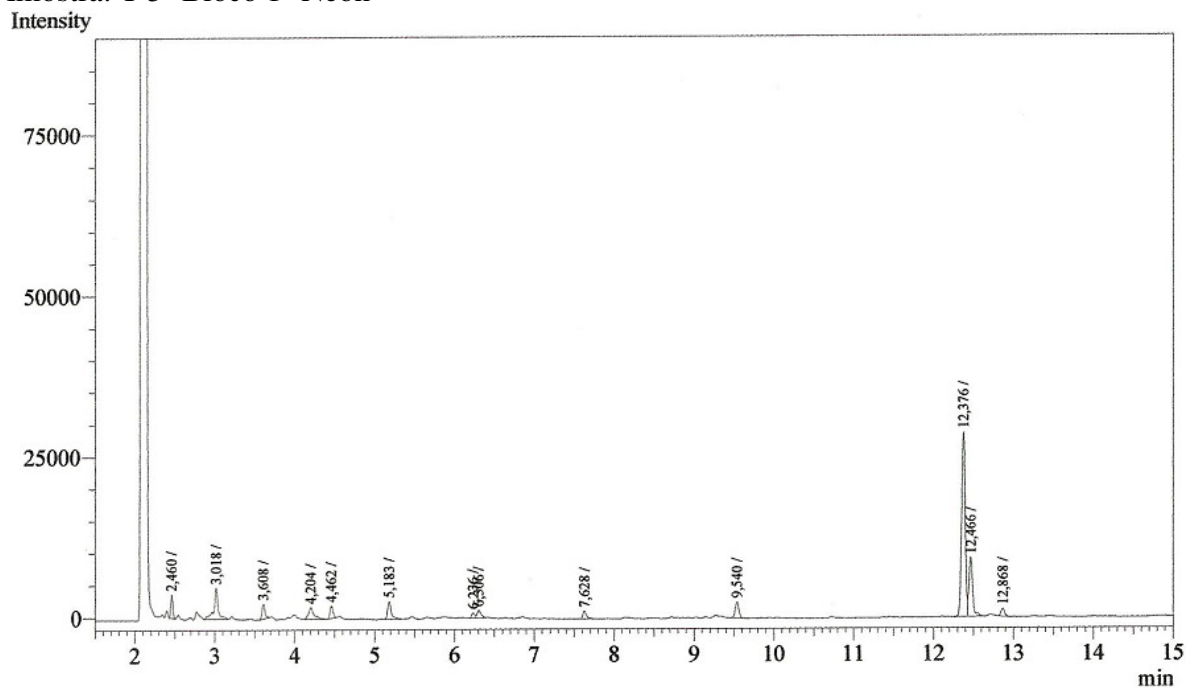
**Figura 65.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose  $50 \text{ kg N ha}^{-1}$  em campo (Bloco 2).

Amostra: T 4- Bloco 3- Neon



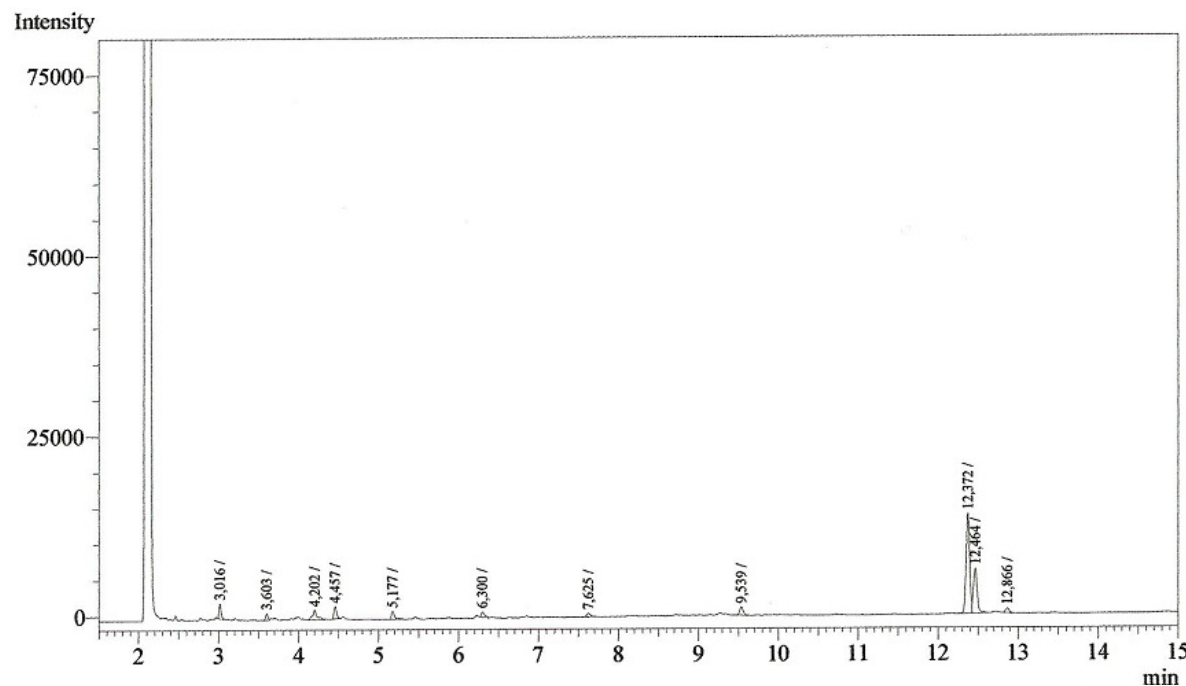
**Figura 66.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose  $50 \text{ kg N ha}^{-1}$  em campo (Bloco 2).

Amostra: T 5- Bloco 1- Neon



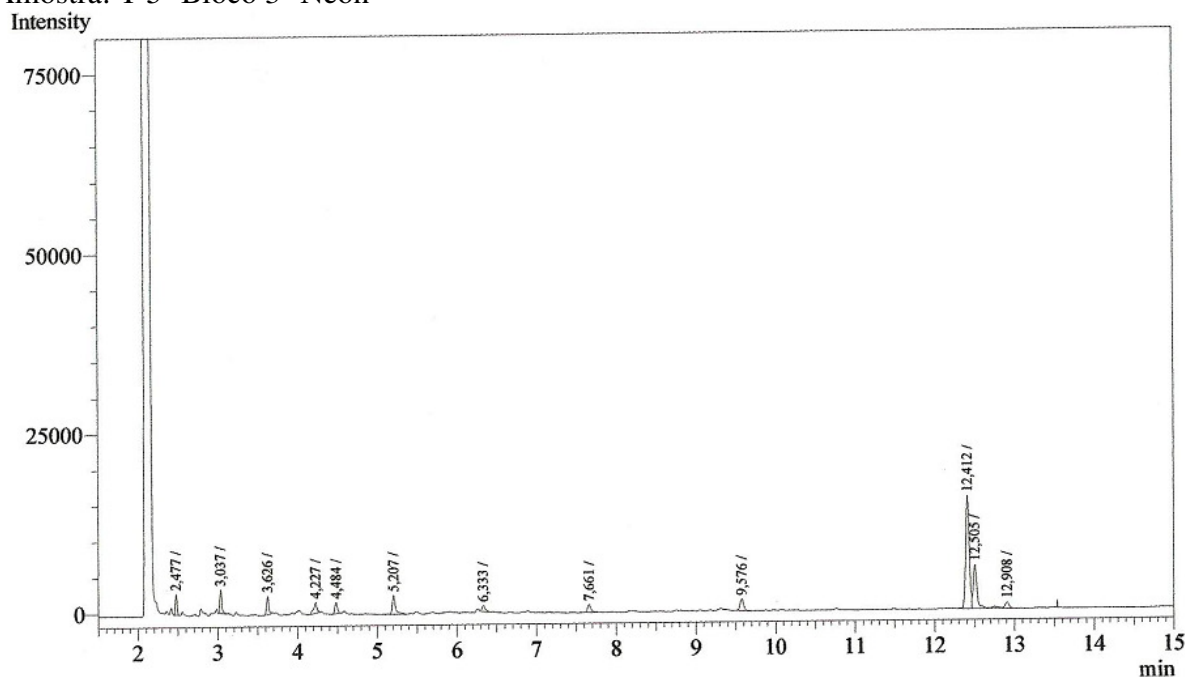
**Figura 67.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose 90 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 1).

Amostra: T 5- Bloco 2- Neon



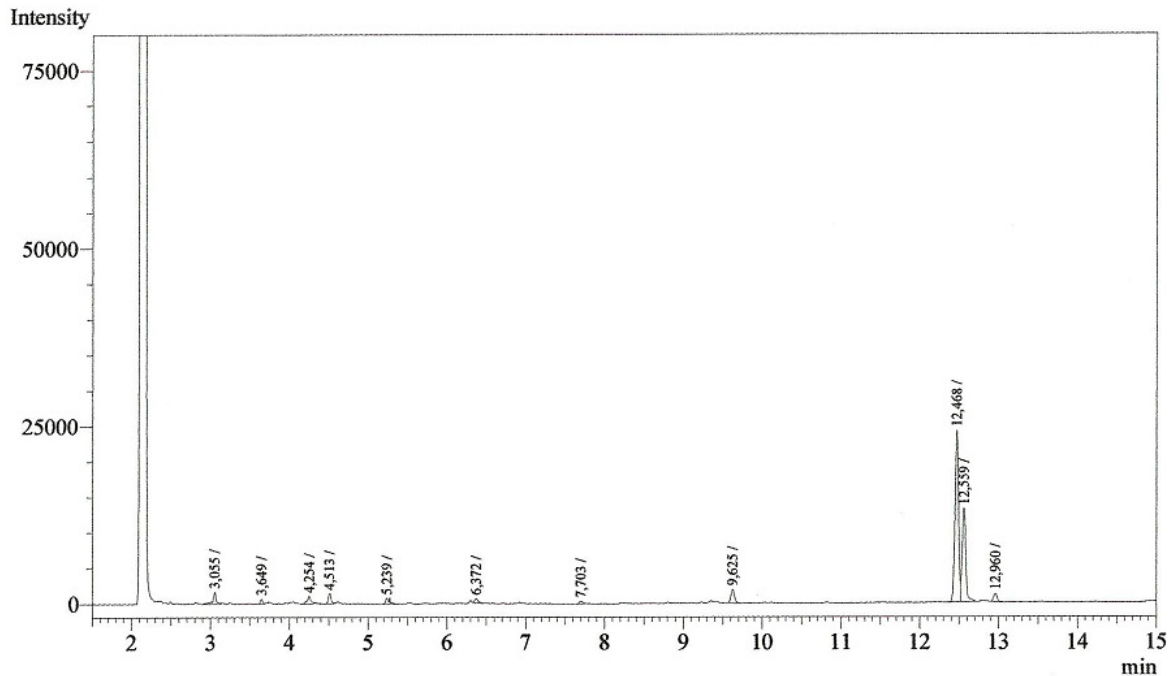
**Figura 68.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose 90 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 2).

Amostra: T 5- Bloco 3- Neon



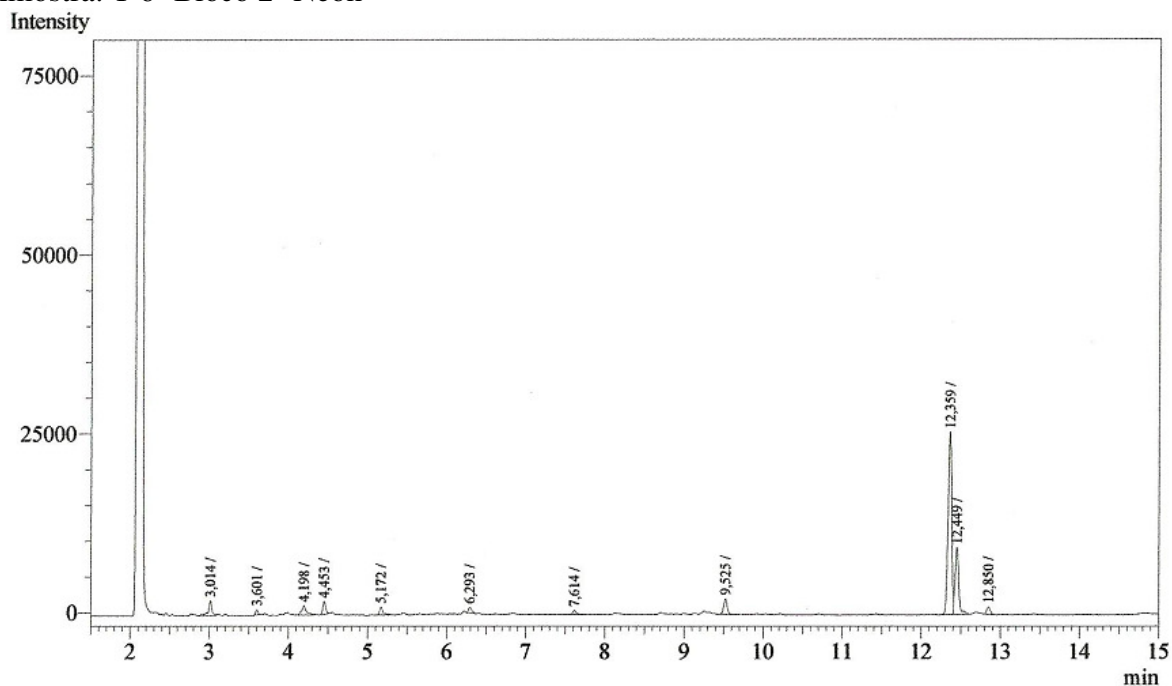
**Figura 69.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose 90 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 3).

Amostra: T 6- Bloco 1- Neon



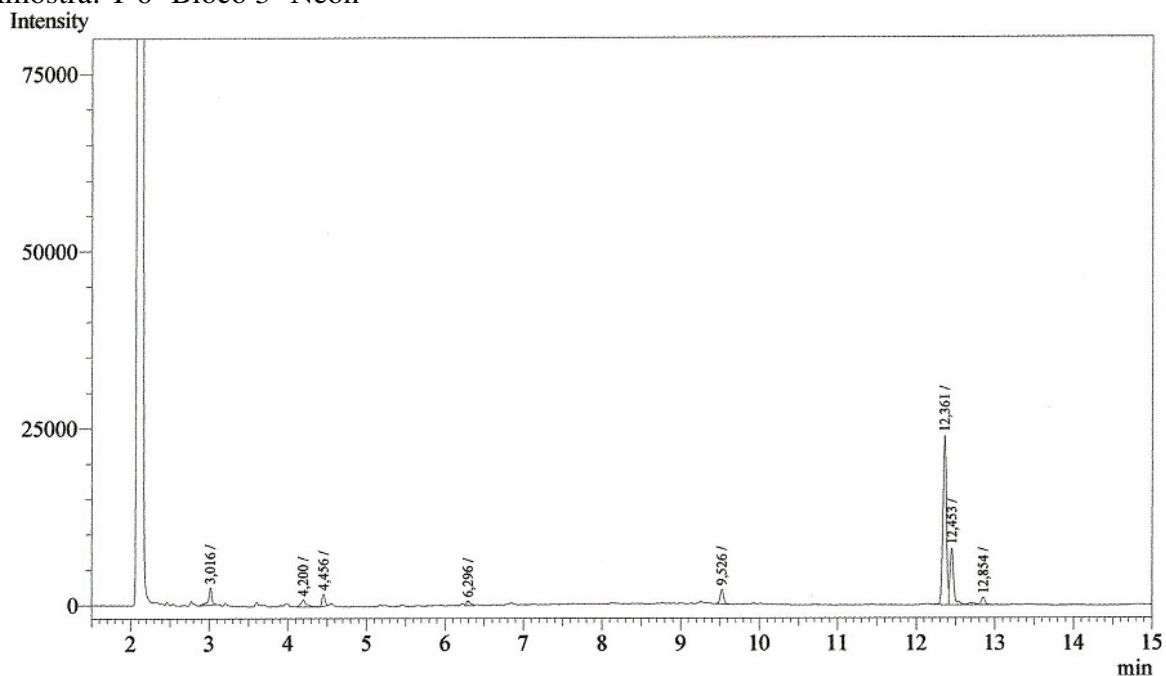
**Figura 70.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose 130 kg N ha<sup>-1</sup> em campo (Bloco 1).

Amostra: T 6- Bloco 2- Neon



**Figura 71.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose  $130 \text{ kg N ha}^{-1}$  em campo (Bloco 2).

Amostra: T 6- Bloco 3- Neon



**Figura 72.** Cromatograma obtido por CG-DIC da amostra de óleo obtida a partir de sementes de plantas de girassol do genótipo Neon, cultivado com dose  $130 \text{ kg N ha}^{-1}$  em campo (Bloco 3).