



Qualidade do Solo e de Sementes do Linho Cultivado em Sistema de Manejo Conservacionista

Soil and Seed Quality of Flax Grown in a Conservation Management System

CARDUCCI, Carla Eloize¹; SCHOENINGER, Vanderleia; XAVIER, Joyce Castro¹; FERREIRA, Rafael Costa¹; FREITAS, Kaliana Gottschalk¹.

¹Universidade Federal da Grande Dourados, carlacarducci@ufgd.edu.br; vschoeninger@ufgd.edu.br; Joyce-castro-xavier@gmail.com; rafaelagronomia2017@gmail.com; kalanadefreitas@gmail.com.

Resumo: O trabalho teve como objetivo avaliar as condições edafoclimáticas para o cultivo de linho marrom na região de Dourados-MS, com vistas ao melhor desempenho da planta na produção das sementes. As avaliações de solo e semente foram conduzidas em lavoura experimental presente na UFGD, com três genótipos de linho marrom: Caburé e Aguará-INTA e UFSC-Brazil. Foram coletadas amostras de solo em duas profundidades (0-0,16; 0,16-0,30 m) com estrutura preservada e alterada para determinação de propriedades físicas e químicas do solo. Foram selecionadas plantas aleatórias dentro das parcelas para avaliação das sementes: número de cápsulas por planta, número de sementes, número de sementes/cápsula, índice de acidez e ácido oleico das sementes. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial (genótipo x profundidade do solo), em três repetições. Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Shapiro Wilk e à análise de variância ($P < 0,05$). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Os atributos físicos do solo não foram limitantes ao desenvolvimento do linho. Os fatores climáticos da região (baixa precipitação e alta temperatura) influenciaram negativamente a fase de reprodução dos genótipos. A qualidade das sementes foi semelhante entre os genótipos com destaque para o genótipo UFSC que apresentou maior número de sementes, rendimento, e valores intermediários de acidez e cápsulas.

Palavras-chave: *Linum usitatissimum*; Água Disponível, Ácido Oleico.

Abstract: The aim of this work was to evaluate the edaphoclimatic conditions for the cultivation of brown flax in Dourados-MS, aiming at the best performance of the plant in the production of the seeds. Soil and seed assessments were conducted on experimental crops present in UFGD, with three brown flax genotypes: Caburé and Aguará-INTA and UFSC-Brazil. Undisturbed and disturbed soil samples were collected at two depths (0-0,16; 0,16-0,30 m) to determine soil physical and chemical properties. Random plants were selected for seed evaluation: number of capsules, number of seeds, number of seeds / capsule, acid number and oleic acid of seeds. The experimental design was a randomized block in a factorial scheme (genotype x soil depth), in three replications. The data were submitted to the Shapiro Wilk test and the variance analysis ($P < 0.05$). The means were compared by the Tukey's test ($p < 0.05$). The soil physical attributes were not limiting to the development of flax. The climatic factors of the region (low precipitation and high temperature) negatively influenced the reproduction phase of the genotypes. The seeds quality seeds was similar



among the genotypes with emphasis on the UFSC genotype, which presented the highest number of seeds, yield, and intermediate values of acidity and capsules.

Keywords: *Linum usitatissimum*, Water Available, Oleic Acid.

Introdução

A agricultura de conservação preconiza a melhoria e/ou manutenção da qualidade ambiental, dentre este, o conhecimento das potencialidades e limites do solo, além das condições climáticas associadas a cada planta combinada (consorciada) em uma mesma área, promovendo o melhor desempenho das culturas. O cultivo conservacionista quando associado a culturas de maior rusticidade e manejo simplificado, a exemplo do linho, podem contribuir beneficentemente para a qualidade estrutural do solo, em partes pela promoção de bioporos (raízes e organismos do solo) (SERAFIM et al., 2013) responsáveis pela infiltração da água.

Nesse sentido, o linho é cultivado no Brasil, em semeadura direta, especialmente na região sul do país, devido às condições climáticas amenas ao desenvolvimento da planta (CASA et al., 1999). Suas sementes de coloração marrom-avermelhado e amarelo-dourado e fibras são extensamente empregadas na indústria têxtil, tintas, cosméticos e ração animal (fornece >20% PB). Além de seu uso na indústria farmacêutica e nutracêutico. A demanda pelas sementes tem aumentado significativamente até mesmo para a produção de biodiesel (COSMO et al., 2014).

A região sul do Centro-Oeste e Sul do Brasil tem potencial produtivo para o cultivo do linho, ou seja, produção de sementes e fibras, e ainda por ser cultivada em sistemas conservacionistas com poucos tratamentos culturais, a torna uma cultura de fácil acesso aos produtores rurais. No entanto, estudos científicos são escassos e na sua maior parte provenientes de literatura internacional, sendo necessária a validação local dessa cultura para a região. Dessa forma, a inserção de culturas diversificadas com grande potencial econômico em pequenas e médias áreas agrícolas, como é o caso do linho, tornam-se notórias tanto pela melhoria da relação ar-água (CARDUCCI et al., 2017), como o incremento da biodiversidade do solo, quanto uma alternativa para o aumento da renda dos produtores da região, em suas mais diversas modalidades de produção. O trabalho teve como objetivo avaliar as condições edafoclimáticas para o cultivo de linho marrom na região de Dourados-MS, com vistas ao melhor desempenho da planta na produção de sementes.

Metodologia

O experimento foi conduzido em 2017 na fazenda experimental da -UFGD, localizada no município de Dourados, MS, com as seguintes coordenadas



geográficas 22° 13' 16" S e 54° 48' 20" W e altitude de 430 m. O clima da região segundo Köppen é do tipo Cwa, mesotérmico úmido, com verões quentes e invernos secos, temperatura média anual de 26°C e pluviosidade média anual de 1450 mm. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (LVdf) de textura muito argilosa (115, 180 e 705 (0-0,16 m) e 138, 205 e 656 g kg⁻¹ (0,16-0,30 m) - areia, silte e argila, respectivamente) e densidade de partícula média de 2,99 g cm⁻³, evidenciando a presença de óxidos de ferro (SANTOS et al., 2013).

Foram utilizados três genótipos de linho com sementes de coloração marrom: Caburé e Aguará INTA-Argentina (MILISICH, 2018) e UFSC-Brasil. A área foi preparada com aração (disco 28', ação 0,35m) devido a grande quantidade de plantas espontâneas. Foi realizada reposição de fósforo no solo (8 g m⁻² formulado [8-20-20]). A caracterização química do solo foi realizada conforme Teixeira et al. (2017) (Tabela 1).

Tabela 1. Análises químicas do LATOSSOLO VERMELHO Distroférico na camada de 0-0,20 m.

Ano	pH	SB	t	T	Al	H+Al	Ca	Mg	V	m	K	P	P-Rem
				cmolc/dm ³					%		mg/dm ³		mg/L
2017	6,4	7,75	7,8	10,07	0,05	2,32	4,94	2,06	78,99	0,64	293,67	31,27	30,65

A semeadura foi realizada na segunda quinzena de maio de forma manual e direta, o espaçamento entrelinhas foi de 0,37 m e 0,05 m entre plantas. A área total do experimento correspondeu a 24 m². Por meio da avaliação visual de estrutura do solo (VESS), foram determinadas as profundidades de estudo do experimento, EV = 2 (0-0,16 m de profundidade) e EV = 3 (abaixo de 0,16m) resultados obtidos pelas diferenças morfológicas das unidades estruturais encontradas nos extratos de solo, devido à ação do manejo e das raízes (CARDUCCI et al., 2017).

Foram coletadas amostras com estrutura preservada em anéis volumétricos (≈ 75cm³) em cada parcela, para as seguintes análises físicas: densidade do solo (Ds), porosidade total determinada (PTd) pelo método do anel saturado, a porosidade total calculada [PTc= 1-(Ds/Dp)], poros bloqueados (PB= PTd-PTc), microporos (MI) e macroporos (MA) determinada pela diferença entre a MI e a PTd, além do diâmetro de poros de acordo com (OLIVEIRA et al., 2004; TEIXEIRA et al., 2017).

Determinou-se a capacidade de campo (CC: Ψm -6 kPa), o ponto de murcha permanente (PMP: -1500 kPa e a diferença destes a capacidade de água disponível (OLIVEIRA et al., 2004). As amostras alteradas de solo foram utilizadas para determinação granulométrica pelo método da pipeta (Tabela 1), da densidade de partículas (Dp) pelo método do balão volumétrico, da acidez ativa (pH água) e a acidez trocável (pH KCl 1N) (TEIXEIRA et al, 2017). A partir desses valores determinou-se o balanço de cargas líquida do solo (ΔpH) [ΔpH: pH_{KCl} - pH_{H2O}], bem



como, foi estimado o ponto de carga zero (PCZ) [$PCZ = 2 \text{ pH}_{\text{KCl}} - \text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$] (UEHARA; GILLMAN, 1980).

Foram selecionadas aleatoriamente quatro plantas em cada parcela experimental (totalizando $4 \times 3 = 12$ plantas controles) para quantificação do número de cápsulas por planta, número de sementes por cápsula, sendo a produtividade calculada com base na massa total das sementes por hectare (KOHN et al., 2016).

Foram estimados os parâmetros de qualidade química da linhaça, sendo estes o índice de acidez (IA) e acidez em ácido oleico (AAO) de acordo com o método potenciométrico (IAL, 2008). Para tal as sementes passaram pelo processo de trituração utilizando-se liquidificador doméstico, e em seguida foram separadas em peneira de 2 mm de diâmetro de malha. Para a determinação utilizou-se 1g de amostra processada diluída em 5 mL de água destilada, e como indicador químico utilizaram-se 3 gotas de fenolftaleína (1%) e como titulante a solução de NaOH 0,1 N (OSAWA et al., 2006). O teor expresso em ácido oleico (AAO) foi calculado considerando-se a massa molecular do ácido oleico igual a $282,47 \text{ g.mol}^{-1}$.

O delineamento experimental foi em blocos ao caso com esquema fatorial 3×2 , sendo o primeiro os genótipos (Caburé, Aguará e UFSC) e o segundo fator as profundidades (0-0,16 e 0,16 a 0,30 m), com três repetições. Os dados obtidos através das análises do solo e sementes foram submetidos ao teste de Shapiro Wilk e à análise de variância ($P < 0,05$) e quando pertinentes comparações das médias pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), com auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2011).

Resultados e discussões

Na tabela 2 estão apresentados os atributos físicos do Latossolo em estudo, foi possível observar a grande homogeneidade do solo entre os tratamentos, além de ser característico dessa classe de solo evidencia-se o efeito conservacionista do sistema de manejo utilizado, onde os valores de macroporos (MA) ficaram acima do crítico ($> 10\%$), a porosidade total alta (PTd e PTc $> 0,56 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$), o que corrobora com os baixos valores de poros bloqueados (PB), ou seja, como a aração foi realizada somente em uma passada do implemento houve provavelmente menor rompimento dos agregados e deslocamento de partículas finas para as camadas subsequentes (argila) não influenciando negativamente na infiltração da água (OLIVEIRA et al., 2004).

O solo proporcionou uma boa quantidade de água disponível (CAD) nas camadas avaliadas ($CAD > 0,16 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ou 16%), porém com maior retenção desta ($PMP > 0,19 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$) na camada subsuperficial, provavelmente devido a proximidade entre as partículas do solo, promovido por algum grau de compactação, seja pelo arado



ou pelo peso do próprio solo sobre camadas mais profundas e obtidos nos dados de Ds e Mi (CARDUCCI et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2004) (Tabela 3).

Tabela 2. Atributos físicos do Latossolo Vermelho em diferentes profundidades sob cultivo de linho em Dourados- MS.

Trat.	DS ^{ns(1)}		MA ^{ns(2)}		MI ^{ns(3)}	
	0,0-0,16m	0,16-0,30m	0,0-0,16m	0,16-0,30m	0,0-0,16m	0,16-0,30m
	Mg m ⁻³	cm ³ cm ⁻³			
Caburé	1,34	1,35	0,18	0,09	0,40	0,40
Aguará	1,32	1,32	0,21	0,11	0,35	0,38
UFSC	1,26	1,32	0,17	0,18	0,38	0,36
Trat	PTD ^{*(4)}		PTC ^{ns(5)}		PB ^{ns(6)}	
	0,0-0,16m*	0,16-0,30m*	0,0-0,16m	0,16-0,30m	0,0-0,16m	0,16-0,30m
cm ³ cm ⁻³					
Caburé	0,58aA	0,49aB	0,56	0,59	0,03	0,10
Aguará	0,56aA	0,49aB	0,57	0,50	0,01	0,02
UFSC	0,55aA	0,54aB	0,57	0,57	0,05	0,03

⁽¹⁾ Ds: densidade do solo; ⁽²⁾ MA: macroporos; ⁽³⁾ MI: microporos; ⁽⁴⁾ PTD: porosidade total determinada; ⁽⁵⁾ PTC: porosidade total calculada; ⁽⁶⁾ PB: poros bloqueados. Letras minúsculas iguais na coluna e maiúsculas na linha não se diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). ^{ns}: não significativo; *: significativo (p<0,05).

Tabela 3. Atributos hídricos: capacidade de campo (CC), ponto de murcha permanente (PMP), capacidade de água disponível (CAD) do LATOSSOLO VERMELHO em diferentes profundidades sob cultivo de linho em Dourados- MS.

Trat.	CC ^{ns(1)}		CAD ^{ns(2)}		PMP ^{** (3)}	
	0,0-0,16	0,16-0,30	0,0-0,16	0,16-0,30	0,0-0,16	0,16-0,30
cm ³ cm ⁻³					
Caburé	0,40	0,40	0,22	0,20	0,18aB	0,20aA
Aguará	0,35	0,38	0,16	0,19	0,19aB	0,20aA
UFSC	0,38	0,36	0,19	0,16	0,19aB	0,19aA

⁽¹⁾CC: capacidade de campo; ⁽²⁾CAD: capacidade de água disponível; ⁽³⁾PMP: ponto de murcha permanente. Letras minúsculas iguais na coluna e maiúsculas na linha não se diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). ^{ns}: não significativo, *: significativo (p<0,05); **: significativo (p<0,01).

Esses maiores valores de retenção de água no PMP corroboram ao maior volume de poros de diâmetro de poros < 0,2 µm (Tabela 4), responsáveis por reter água com alta energia. Isso indica uma quantidade considerável de água altamente retida nos MI e menor disponibilidade de água para o linho (OLIVEIRA et al., 2004; CARDUCCI et al., 2011).

Tabela 4. Distribuição do diâmetro de poros do Latossolo Vermelho em diferentes profundidades sob o cultivo do linho em Dourados- MS.

Diâmetro dos poros (μm)					
0,0-0,16 m					
Trat.	< 147 ^{ns}	147 – 49 ^{**}	49 - 29 [*]	29 - 0,2 ^{ns}	< 0,2 ^{**}
cm ³ cm ⁻³				
Caburé	0,11	0,08aA	0,008A	0,21	0,18aB
Aguará	0,10	0,11aA	0,010A	0,15	0,19aB
UFSC	0,09	0,07aA	0,010A	0,18	0,19aB
0,16-0,30 m					
Trat	< 147 ^{ns}	147 – 49 ^{**}	49 - 29 ^{ns}	29 - 0,2 ^{ns}	< 0,2 ^{**}
cm ³ cm ⁻³				
Caburé	0,11	0,04aB	0,007B	0,19	0,20aA
Aguará	0,09	0,02aB	0,004B	0,18	0,20aA
UFSC	0,16	0,02aB	0,005B	0,16	0,19aA

Letras minúsculas iguais na coluna e maiúsculas na linha não se diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ^{ns}: não significativo, *: significativo ($p < 0,05$); **: significativo ($p < 0,01$).

Os poros estruturais (infiltração, $< 147\mu\text{m}$) e os texturais (retenção, $< 2\mu\text{m}$) se referem a boa drenagem como fator positivo e retenção de água com alta energia como fator negativo (CARDUCCI et al., 2011). Pelo menos 15% de poros intermediários (147-49; 49- 29; 29-0,2 μm) foram encontrados na primeira camada, estes são responsáveis pela CAD (Tabela 3 e 4), nesta encontra-se o maior volume de raízes (Kohn et al. 2016) e o efeito das práticas de manejo utilizada, que envolveram a manutenção da matéria orgânica e o não revolvimento do solo, favorecendo a formação dos poros intermediários (Tabela 4). Além disso, a assembleia mineralógica predominantemente oxidica contribui com a boa infiltração de água.

O sistema radicular da cultura pode ter contribuído para o aumento dos poros intermediários nessa camada (Tabela 4), pois na VESS foi possível observar grande quantidade de raízes de diferentes tamanhos até 0,16m. Segundo Kohn et al. (2016), as raízes do linho cultivado em Santa Catarina influenciaram positivamente a organização estrutural do Cambissolo Húmico, pela formação de poros maiores.

Em geral, os valores de pH-água foram maiores quando comparados aos de pH-KCl (Figura 1), ou seja a solução de KCl, quando em contato com a amostra de solo, induz a troca de cátions devido à maior concentração dos íons trocáveis (K^+), liberando íons H^+ e Al^{3+} para a solução, com conseqüente aumento da acidez. Baixos valores de pH são característica de solos ácidos, que podem ser corrigidos pelo uso de corretivos químicos e orgânicos alternativos agindo na complexação do Al^{3+} , especialmente em sistemas de manejo que empregam a agricultura conservacionistas (BARBOSA et al., 2016).

O PCZ apresentou valores semelhantes em todos os tratamentos, corroborando com o balanço de cargas (ΔpH) como observado por Barbosa et al. (2016) em sistemas agroflorestal, ressalta-se que o PCZ é uma referência da carga líquida da superfície dos colóides organominerais para um determinado valor de pH (Figura 1).

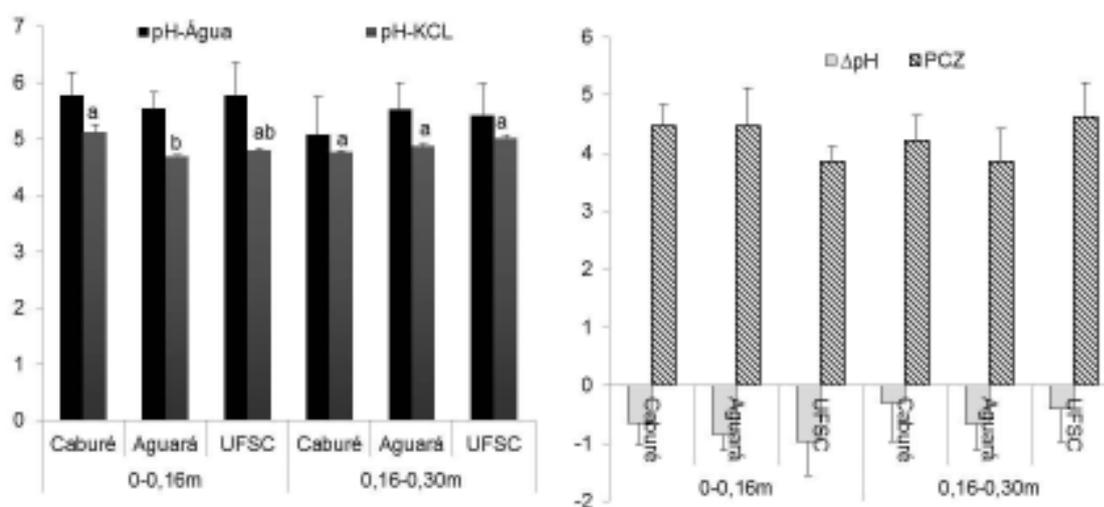


Figura 1. Valores médios de pH –água; pH-KCL e ΔpH (equilíbrio de carga) e PCZ (ponto de carga zero). As barras indicam o erro padrão da média e as letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A contribuição de cargas elétricas negativas nesse solo foi proveniente do mineral caulinita ($PCZ \geq 4$), porém com pequena proporção de cargas negativas (Figura 1), contudo o alto conteúdo de argila do solo ($>690 \text{ g kg}^{-1}$) favoreceu o equilíbrio de cargas. Fontes et al. (2001), citam que em horizontes superficiais valores de carga líquida negativa são altamente desejáveis para que se tenha boa retenção de cátions. Um valor de carga líquida positiva pode ser desejável por reter ânions (NO_3^- , HPO_4^- , H_2PO_4^- , SO_4^- , HMoO_4^-), necessários a nutrição das plantas. No entanto, pode ter efeitos drásticos quando se trata de adsorção específica de fostatos em solos oxidicos (Latosolos) (FONTES et al., 2011).

A produtividade máxima de uma cultura depende da interação dos fatores edafoclimáticos e genéticos da planta. Quanto melhor for o ambiente de crescimento das raízes, melhor será a aquisição de nutrientes e absorção de água do solo pelas plantas (SERAFIM et al., 2013). Nesse sentido, o Latossolo apresentou naturalmente maiores valores de Ds e MI, pelo seu caráter caulinitico (Figura 1) o que não afetou o desenvolvimento do linho, como pode ser observado pelos altos valores de MA ($> 10\%$) e médios de CAD.

Os valores de rendimento seguiram a ordem: Caburé $314,25 \text{ kg ha}^{-1}$ ($\pm 19,05$) < Aguará 347 kg ha^{-1} ($\pm 29,98$) < UFSC $476,89 \text{ kg ha}^{-1}$ ($\pm 47,07$), próximos aos



encontrados por Kohn et al (2016) e Stanck et al. (2017) nos primeiros anos de cultivo dessa cultura no estado de Santa Catarina, com destaque para o genótipo UFSC, o que indicou sua maior adaptabilidade as condições edafoclimáticas da região sul do Mato Grosso do Sul.

No período do florescimento e enchimento de grãos (jul a set) registrou-se menor pluviosidade (< 60 mm) e, poucos dias de frio ($TM > 22^{\circ}C$), estes fatores influenciaram negativamente no rendimento do linho no primeiro ano de cultivo na região, de acordo com Casa et al., (1999) o linho precisa de muitos dias de baixa temperatura na floração para garantir o pleno encapsulamento. Entretanto as produções brasileiras chegam no máximo a 1 Mg ha^{-1} (COSMO et al., 2014).

O genótipo Aguará apresentou 53 cápsulas/planta, valores relativamente altos em comparação aos demais genótipos, bem como aos encontrados por Vieira et al (2012), que contabilizaram 41,5 cápsulas/planta quando o linho foi cultivado em Latossolo Vermelho típico muito argiloso em clima temperado mesotérmico e superúmido. Stanck et al. (2017), ao cultivarem o linho em Cambissolo Húmico argiloso em clima Cfa obteve valores acima de 25 cápsulas na haste principal na safra 2014, bem como maior número de sementes/cápsula (≈ 7) em relação a este estudo. Os dados fenométricos obtidos do linho produzido em solos de clima tropical são superiores aos encontrados por Casa et al. (1999) em 4 anos de condução da cultura para estudos fenológicos da planta em solos de clima temperado (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios dos atributos químicos IA (índice de acidez) e AAO (índice de acidez em ácido oleico) e fenométricos avaliados nos genótipos de linhaça Caburé, Aguará e UFSC.

Trat	IA (mg NaOH.g^{-1}) ^{ns(1)}	AAO ($\text{g ácido oleico.100 g}^{-1}$) ^{ns(2)}	N-SE ^{ns(3)}	N-CAP ^{ns(4)}	SE/CAP ^{ns(5)}
Caburé	0,38 a \pm 0,08	5,46 a \pm 1,23	140 \pm 43,45	30 \pm 5,92	4 \pm 0,71
Aguará	0,25 b \pm 0,06	3,53 b \pm 0,91	175 \pm 42,38	53 \pm 14,57	4 \pm 0,55
UFSC	0,35 a \pm 0,03	5,06 a \pm 0,46	225 \pm 22,31	42 \pm 2,22	5 \pm 0,33
p-valor	0,011 [*]	0,011 [*]			

⁽¹⁾IA: índice de acidez; ⁽²⁾AAO: índice de acidez em ácido oleico; ⁽³⁾N-SE: número de sementes; ⁽⁴⁾N-CAP: número de cápsulas; ⁽⁵⁾SE/CAP: sementes por cápsula. ^{ns}: não significativo.

Outro indicativo de qualidade da semente é o índice de acidez, ou seja, a relação entre ácidos graxos livres e um ácido graxo específico, geralmente o ácido oléico (OSAWA et al., 2006), sendo assim a AAO (índice de acidez em ácido oleico) estabelece como satisfatório o índice de acidez < 3% para o óleo bruto da linhaça. Os valores encontrados para índice de acidez expresso em mg NaOH.g de amostra ficaram entre 0,25 e 0,38 resultados considerados baixos quando comparados com o estabelecido para o óleo bruto (BARROSO et al., 2014), porém, a matéria prima empregada foi a farinha processada, como é empregada no uso doméstico e como matéria prima na indústria de alimentos, que apresenta em sua composição menor



concentração de ácidos orgânicos quando comparada ao óleo. Essa variação significativa ($p < 0,05$) entre diferentes índices de acidez entre os tratamentos pode ser devido a variabilidade genética dos materiais e ambientais (BARROSO et al., 2014), ou seja, as condições edafoclimáticas favoreceram as menores concentrações de ácidos graxos nas amostras do genótipo Aguará.

Conclusões

Os atributos físicos do solo não foram limitantes ao desenvolvimento do linho. Os fatores climáticos da região (baixa precipitação e alta temperatura) influenciaram negativamente a fase de reprodução dos genótipos. A qualidade das sementes foi semelhante entre os genótipos com destaque para o genótipo UFSC que apresentou maior número de sementes, rendimento, e valores intermediários de acidez e cápsulas.

Agradecimentos (opcional)

Ao CNPq pelo apoio financeiro. A UFGD pelo apoio logístico e bolsa iniciação científica.

Referências bibliográficas

BARROSO, A. K. M.; TORRES, A. G.; CASTELO-BRANCO, V. N.; FERREIRA, A.; FINOTELLI, P. V.; FREITAS, S. P.; ROCHA-LEÃO, M. H. M. Linhaça marrom e dourada: propriedades químicas e funcionais das sementes e dos óleos prensados a frio. **Ciência Rural**, v.44, n.1, p. 181-187, 2014.

CARDUCCI, C.E.; OLIVERIA, G.C.; SEVERIANO, E.C.; ZEVIANI, W.M. Modelagem da curva de retenção de água de Latossolos utilizando a equação duplo van Genuchten. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n.1, p. 77-86, 2011.

CARDUCCI, C.E.; BOSCO, L.C.; KOHN, L.S.; BARBOSA, J.S.; BENEVENUTE, P.A.N.; REGAZOLLI, G.H.M. Dinâmica da água em cambissolo húmico sob cultivo do linho no planalto catarinense. **Scientia agraria**, v. 18, n. 1, p. 01-11, 2017.

CASA, R.; RUSSEL, G.; LO CASCIO, B.; ROSSINI, F. Environmental effects on linseed (*Linum usitatissimum* L.) yield and growth of flax at different stand densities. **European Journal of Agronomy**, v.11, p. 267–278, 1999.

COSMO, B. M. N.; CABRAL, A. C.; PINTO, L. P.; FRIGO, J. P.; AZEVEDO, K. D. de; BONASSA, G. Linhaça *Linum usitatissimum*, suas características. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 3, n. 3, p. 189-196, 2014.



FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistic analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FONTES, M. P. F.; CAMARGO, O. A.; SPOSITO, G. Eletroquímica das partículas coloidais e sua relação com a mineralogia de solos altamente intemperizados. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 3, p. 627-646, 2001.

KOHN, L.S; BARBOSA, J. S.; FUCKS, J. S.; BENEVENUTE, P. A. N. Desenvolvimento das raízes de linho (*Linum usitatissimum* L.) em dois anos de cultivo sobre Cambissolo Húmico. **Revista Scientia Agraria**, v. 17 n.1, p. 36-41, 2016.

OSAWA, C.C.; GONÇALVES, L.A.G.; RAGAZZI, S. Titulação potenciométrica aplicada na determinação de ácidos graxos livres de óleos e gorduras comestíveis. **Química Nova**, v. 29, n. 3, p:593-599, 2006

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Embrapa: Rio de Janeiro, p. 353, 2013.

OLIVEIRA, G.C.; DIAS JUNIOR, M. S.; RESCK, D.V.S.; CURI, N. Caracterização química e físico hídrica de um Latossolo Vermelho após vinte anos de Manejo e cultivo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 2, p. 327-336, 2004.

SERAFIM, M.E.; OLIVEIRA, G.C.; VITORINO, A.C.T.; SILVA, B.M.; CARDUCCI, C.E. Qualidade física e intervalo hídrico ótimo em Latossolo e Cambissolo, cultivados com cafeeiro, sob manejo conservacionista do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, n., p:733-742, 2013.

STANCK, L.T.; BECKER, D.; BOSCO, L.C. Crescimento e produtividade de linhaça. **Agrometeoros**, v.25, n.1, p. 249-256, 2017.

TEIXEIRA, P.C.; DONAGEMMA, G.K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. Brasília- DF, 2017.

UEHARA, G.; GILLMAN, G. P. Charge characteristics of soils with variable and permanent charge minerals: I. Theory. **Soil Science Society of America Journal**, v. 44, n. 2, p. 250-252, 1980.

VIEIRA, M. D.; SANTOS, R. F.; ROSA, H. A.; WERNER, O. V.; DELAI, J. M.; OLIVEIRA, M. R. Potássio (K) no cultivo da linhaça *Linum usitatissimum*. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 1, p. 62-69, 2012.