



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CURITIBANOS
CURSO DE CIÊNCIAS RURAIS**

LETÍCIA SALVI KOHN

**DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA RADICULAR DE
DIFERENTES VARIEDADES DE LINHO CULTIVADO EM
CAMBISSOLO HÚMICO NO MUNICÍPIO DE CURITIBANOS - SC**

CURITIBANOS

Julho/2016

Letícia Salvi Kohn

Desenvolvimento do sistema radicular de diferentes variedades de linho
cultivado em Cambissolo Húmico no município de Curitiba - SC

Projeto apresentado como exigência da disciplina Projetos em Ciências Rurais, do Curso de Graduação em Ciências Rurais, ministrada pelos professores Lírio Luiz Dal Vesco e Joni Stolberg, sob a orientação da professora Carla Eloize Carducci.

Curitiba

Julho/2016

RESUMO

A linhaça, semente proveniente do linho, é uma oleaginosa que possui duas variedades: marrom e dourada. Seu cultivo no Sul do Brasil possui alto potencial, porém estudos para caracterização de seu crescimento, bem como do desenvolvimento do sistema radicular ainda são escassos. A semente do linho é bastante utilizada na produção de óleos e alimentação humana, podendo ser considerada um alimento funcional, uma vez que já foram comprovados seus benefícios à saúde. Este projeto de pesquisa possui por objetivo caracterizar as raízes de duas cultivares de linhaça marrom, provenientes da Argentina, e da variedade de linhaça dourada em três épocas de semeadura. Para realizar a caracterização física e química da área, será realizada a análise granulométrica. Com a coleta de amostras preservadas de solo, será realizada a análise de densidade do solo antes da implantação do experimento, e também após a colheita da cultura. O sistema radicular será avaliado pelo método do perfil cultural, com abertura de trincheira, onde serão obtidas imagens digitais do solo sob um gride de amostragem, em que as mesmas serão processadas posteriormente com o uso do programa Safira. No processamento das imagens, pelo programa serão obtidas as variáveis radiculares: diâmetro, comprimento, área e volume das raízes. Os dados serão submetidos à análise de variância e quando pertinente às médias serão submetidas ao teste de Tukey. Também será avaliada a produtividade através do peso de mil sementes. Após a avaliação do sistema radicular, espera-se possuir dados que possibilitem sua descrição, e também sua relação com a produtividade e desenvolvimento da planta.

Palavras-chave: Linhaça; estrutura do solo; raízes; programa Safira.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. JUSTIFICATIVA	2
3. REVISÃO DE LITERATURA	3
3.1. Classificação e características do linho	3
3.2. Origem e produção do linho	4
3.3. Usos e benefícios da semente de linhaça	4
3.4. Distribuição do sistema radicular	6
4. HIPÓTESE	8
5. OBJETIVOS	8
5.1. Geral	8
3.4. Específicos	8
6. METODOLOGIA	9
6.1. Localização da Área Experimental	9
6.2. Material Vegetal	9
6.3. Preparo do Solo e Manutenção da Área	9
6.4. Avaliação do Desenvolvimento do Linho	9
6.4.1 Amostragem do Solo e Análises	10
6.4.2 Produtividade	11
6.4.3 Análise do Sistema Radicular	11
6.5. Análise Estatística	12
7. RESULTADOS ESPERADOS	13
8. CRONOGRAMA	14
9. ORÇAMENTO	15
10. REFERÊNCIAS	16

1. INTRODUÇÃO

A linhaça (*Linum usitatissimum* L.), semente proveniente do linho, é uma das culturas mais antigas e tradicionais da história (MUIR; WESTCOTT, 2003), tendo coloração que varia entre o dourado e o marrom avermelhado. É uma planta oleaginosa pertencente à família Linaceae, a qual pode destinar suas sementes ao uso industrial, alimentação humana e ração animal, devido aos efeitos funcionais que causa ao organismo (BORGES, 2009).

Embora de origem asiática, o maior produtor de linho é o Canadá, sendo também cultivada na América do Sul em países como a Argentina e o Chile. No Brasil, ela foi introduzida em Santa Catarina no século XVII, sendo difundida posteriormente nos estados de São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul (LIMA, 2007). Segundo Bassegio et al. (2012), a maior produção de linhaça se concentra no noroeste gaúcho devido às baixas temperaturas necessárias para sua floração.

Sendo uma cultura de simples manejo, a planta pode atingir até 130 cm de altura a partir de seu talo principal originam os ramos de onde provêm as folhas, as flores e as cápsulas, local este, onde se formam as sementes, ou seja, a linhaça (MARQUES, 2008). É uma espécie bastante empregada em rotação de culturas, tendo por finalidade a recuperação de possíveis degradações químicas ocorridas no solo (SOARES et al., 2009). Sabe-se que se desenvolve bem em solos com alta capacidade de retenção de água (argilosos) (COSMO et al., 2014), e requer solos profundos, porosos e com alta disponibilidade hídrica (VIEIRA et al., 1988).

Sabe-se que o sistema radicular das culturas em geral está diretamente relacionado com as características físicas do solo, genética da planta e teor de água no solo, e que as raízes possuem fundamental importância nas interações que ocorrem entre o solo, as plantas e os organismos vivos (COELHO et al., 2002). Sabendo-se da escassez de estudos relacionados à raiz do linho, e do grande potencial que essa cultura tem, ressalta-se que o entendimento dos sistemas radiculares em suas estruturas e funções são relevantes para o entendimento do desenvolvimento das plantas (JESUS et al., 2006).

Conforme a arquitetura das raízes, o sistema radicular tende a atingir camadas mais profundas do solo ou localizar-se superficialmente (ABICHEQUER, 2004). As mesmas são responsáveis por influenciar na organização estrutural do solo, e possuem grande importância para a planta por absorverem água e nutrientes. O sistema radicular

também é reflexo do manejo realizado no solo, que permite maior ou menor exploração do mesmo em seu perfil (CARVALHO et al., 1999).

Tendo em vista a importância do sistema radicular para as plantas, segundo Fracaro e Pereira (2004), é crucial possuir estudos relacionados ao tema para melhor entendimento das culturas agrícolas.

2. JUSTIFICATIVA

Tendo em vista que a linhaça possui baixo custo de produção (cerca de R\$ 200,00 por hectare) e alto valor agregado (R\$ 85,00 a saca de 60 kg), principalmente quando cultivada em sistema orgânico, ela tem se tornado uma alternativa rentável aos agricultores, principalmente os que possuem pequenas propriedades (GLOBO RURAL, 2013). O sul do Brasil é um local com alto potencial produtivo para o linho, que pode ser empregado em rotação de cultura no lugar do trigo como cultura de inverno devido seu baixo custo e versatilidade (MILISICH, 2014).

De acordo com o IBGE (2010), a maior parte da produção de linhaça está localizada no Rio Grande do Sul, que cultiva cerca de 16 mil hectares, tendo produtividade média de 16 sacas de 60 kg por hectares. Devido às suas propriedades funcionais, a procura pela semente de linhaça vem aumentando anualmente, conseqüentemente, esta demanda crescente acarretará em maior produção e cultivo da mesma.

Segundo Fracaro & Pereira (2004), o estudo do sistema radicular das espécies vegetais utilizadas na agricultura é imprescindível, sendo base para o entendimento científico da produção agrícola. O estado de Santa Catarina, devido às suas condições edafoclimáticas, possui alto potencial para o bom desenvolvimento da cultura do linho. Tendo em vista a extrema importância do sistema radicular, e da escassez de estudos relacionados às raízes da cultura do linho, percebe-se a necessidade do desenvolvimento de trabalhos científicos sobre o tema, com o objetivo de proporcionar maior informação e bases técnicas sobre a cultura.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Classificação e características do linho

A linhaça (*Linum usitatissimum* L.) é uma oleaginosa, que pode apresentar altura de 30 a 130 cm, talos eretos, haste alongada, folhas estreitas e lanceoladas, com coloração que alterna entre o verde e verde-claro. Da planta, sai um talo principal, o qual origina vários ramos onde nascem as folhas, os frutos em forma de cápsula e as flores de cor azul ou branca (MARQUES, 2008).



Figura 1. Planta do linho. Fonte: foto da autora do trabalho.

Cada cápsula é capaz de produzir de 8 a 10 sementes. Sua semente é um cereal (monocotiledônea) que possui alto teor de lipídio, caracterizada por ser achatada, oval, com extremidades pontiagudas e aproximadamente 5 mm de comprimento (MARQUES, 2008).

3.2. Origem e produção do linho

O linho é originário da Ásia, e estima-se que tem sido cultivado há cerca de 4000 anos nos países mediterrâneos (ROSSETTO et al., 2012), onde ocorreu o início de sua domesticação. Essa espécie produz duas tonalidades de semente, sendo uma a variedade marrom-avermelhada e outra a variedade dourada. A coloração da semente é determinada pela quantidade de pigmentos em seu revestimento, e varia de acordo com fatores genéticos e condições climáticas da região de cultivo (BRAGA & MENDONÇA, 2010). Devido sua necessidade de baixa temperatura para a floração, a linhaça dourada é encontrada em regiões como a Europa, e também no Sul do Brasil (BASSEGIO et al., 2012). Já a marrom é cultivada em regiões de clima quente e úmido.

Segundo estatísticas da FAO, o linho é cultivado em cerca de 2,6 milhões de hectares em todo o mundo. O mesmo possui uma produção de 2.300.000 a 2.500.000 toneladas por ano, sendo que, os principais produtores, por ordem de maior escala de produção, são Canadá, Estados Unidos, Índia e China. A cultura do linho também se destaca em países como Ucrânia, Rússia, Bélgica, França e Alemanha (LIMA, 2007).

No Brasil, o cultivo do linho foi introduzido no século XVII em Florianópolis, e a partir daí se difundiu para São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul. Com produção de 80 toneladas de linhaça por ano, a Argentina é o país que se destaca na América do Sul, e é seguida pelo Brasil que produz cerca de 20 toneladas por ano (LIMA, 2007).

O estado maior produtor do país é o Rio Grande do Sul, tendo como produtores os municípios de Panambi, Santa Barbara, Ijuí, São Luiz Gonzaga, Santa Rosa, São Miguel das Missões, Guarani das Missões, Três de Maio, Tupanciretã e Santo Augusto (NOGUEIRA et al., 2010).

3.3. Usos e benefícios da semente de linhaça

Desde os tempos neolíticos, o linho foi utilizado na Europa para a fabricação de tecidos. Atualmente, a maior parte do linho produzido nos Estados Unidos e no Canadá é destinada à produção de óleo ou uso da semente propriamente dita para o consumo humano (JACOBSZ & MERWE, 2012).

Há três variedades de linho, sendo que uma é de fibra para a indústria têxtil, uma é para semente para a produção de óleo, e a última, é um cruzamento dos dois que possui a finalidade de obter dupla produção satisfatória (LIMA, 2007).

A semente de linhaça possui diversas aplicações, sendo que, pode ser usada como matéria-prima para produção de óleo e farelo (GALVÃO et al., 2008). Também é bastante utilizada na produção de óleos terapêuticos e alimentação humana (MARQUES, 2008).

O grão do linho pode ser consumido *in natura*, inteiro ou moído, podendo ser acrescentado nos alimentos ou em produtos de panificação, sobremesas e produtos cárneos (MARQUES, 2008). Uma vez que são comprovados os benefícios da linhaça à saúde, a linhaça pode ser considerada um alimento funcional (ROBERFROID, 2002).

Dentre seus constituintes, podem-se citar os ácidos graxos poli-insaturados α -linolêico (ALA), compondo 20% da semente, e o ácido-linolêico (AL), que compõe 6% (USDA, 2007). Ambos os ácidos graxos presentes em sua composição são considerados essenciais (MARQUES, 2008). O ALA possui função biológica, sendo usado como fonte energética e matéria-prima do tecido nervoso e de substâncias que regulam a pressão arterial e a coagulação (MARTIN et al., 2006).

Tabela 1. Composição da linhaça por 100 g de parte comestível.

Composição	Unidade	Resultados
Umidade	%	6,7
Energia	kcal	495
Proteína	g	14,1
Lipídeos	g	32,3
Colesterol	mg	-
Carboidratos	g	43,3
Fibra		
alimentar	g	33,5
Cinzas	g	3,7
Cálcio	mg	211
Magnésio	mg	347

Fonte: modificação de TACO – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, 2006.

A linhaça possui em torno de 25% de proteínas, 40% de gordura e 28% de fibras dietéticas totais. Os principais minerais encontrados na semente são potássio, fósforo, magnésio, cálcio e enxofre (PETRY et al., 2011). Seu óleo é rico em ômega 3, 6 e 9 (OLIVEIRA et al., 2012).

3.4. Distribuição do sistema radicular

Sendo uma cultura de manejo simples, ela é bastante empregada em rotação de cultura, e tem por finalidade recuperar o desgaste ocorrido no solo quanto aos aspectos químicos, físicos e biológicos (SOARES et al., 2009). É também considerada uma planta rústica, por não necessitar de alta fertilidade para um adequado desenvolvimento (SOARES et al., 2009).



Figura 2. Sistema radicular da planta de linho. Fonte: foto da autora do trabalho.

Pode tolerar uma grande variedade de solos, mas se desenvolve melhor nos que se apresentam bem drenados, com textura média a muito argilosa (HOCKING et al., 1987). Em relação à distribuição do sistema radicular no solo, sabe-se que o mesmo está diretamente ligado às características físicas do solo, podendo interferir positiva ou negativamente na resistência do solo à penetração das raízes. Sabe-se também, que o manejo realizado no solo reflete diretamente na distribuição das raízes ao longo do perfil, permitindo maior ou menor exploração do sistema (CARVALHO et al., 1999), e também na absorção de água e nutrientes (COELHO et al., 2002).

Dependendo da arquitetura das raízes, o sistema radicular tende a atingir camadas mais profundas no solo ou localizar-se superficialmente (ABICHEQUER, 2004). É cabível ressaltar também, que entre as variedades de planta pode haver diferença em relação à capacidade de absorver nutrientes devido à variação na

magnitude e morfologia do sistema radicular (BATISTA et al., 2016), ressaltando-se que quanto mais fina a raiz, mais água é absorvida, devido à menor espessura da parede celular e maior permeabilidade da membrana (JESUS et al., 2006).

4. HIPÓTESE

- a) O desenvolvimento radicular da planta do linho difere entre as cultivares de linho marrom e variedade dourada implantadas.
- b) A época de semeadura da cultura irá influenciar em sua produtividade e no desenvolvimento de suas raízes.
- c) As características físicas do solo irão influenciar no desenvolvimento das raízes de linho.

5. OBJETIVOS

5.1. Geral

Caracterizar as raízes de duas cultivares de linhaça marrom provenientes da Argentina, e da variedade de linhaça dourada em três épocas de semeadura em um Cambissolo Húmico Háptico no município de Curitibanos – SC.

5.2. Específicos

- a) Avaliar e caracterizar o sistema radicular das diferentes cultivares e variedade em relação ao solo em questão;
- b) Avaliar a densidade do solo e correlacioná-la com as características de raiz encontradas;
- c) Realizar a caracterização física e química do solo em que o cultivo será implantado;
- d) Avaliar a produtividade da cultura;
- e) Realizar a divulgação dos dados para incentivar os agricultores a cultivar linho como cultura de inverno para incrementação da renda e recuperação de possíveis desgastes ocorridos no solo.

6. METODOLOGIA

6.1. Localização da Área Experimental

O experimento será conduzido em área experimental pertencente à Universidade Federal de Santa Catarina – Centro de Curitibanos, durante o ciclo produtivo de 2016/2017, tendo coordenadas geográficas de 27°16'58"S e 50°35'04"W, na região do Planalto Catarinense, de 150 m². O clima da região é classificado como subtropical úmido mesotérmico (Cfb) segundo a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013).

6.2. Material Vegetal

Os materiais vegetais utilizados serão a partir de duas variedades de linho: a dourada, proveniente da Epagri (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina) e marrom, com as cultivares Aguara e Caburé, ambas provenientes da Argentina.

6.3. Preparo do Solo e Manutenção da Área

A partir da análise de fertilidade do solo, será realizada adubação de base e de correção de acidez conforme indicar o Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (SBCS, 2004). Para o revolvimento do solo serão utilizados implementos e máquinas agrícolas pertencentes e operadas pelo Setor Agropecuário da UFSC Curitibanos.

Para a manutenção da área do experimento serão realizadas capinas manuais quando se julgar necessário.

6.4. Avaliação do Desenvolvimento do Linho

Para avaliar a adaptabilidade do Linho será efetuada a semeadura em três épocas distintas. O delineamento experimental será um fatorial de 3x3: três variedades de linho – linhaça dourada, e linhaça marrom cv. Aguara e linhaça marrom cv. Caburé INTA (Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária da Argentina), combinadas com três épocas de semeadura (abril, maio e junho). Cada unidade experimental será composta

por 4 linhas com um espaçamento de 0,05 m entre plantas e 0,34 m entre linhas, com 5 repetições e distribuídas em blocos casualizados. Cada repetição será composta pelas três variedades de linho e época de semeadura. A semeadura será efetuada no dia 15 de cada mês (maio, junho e julho) de acordo com o croqui do quadro 1.

Quadro 1: Tratamentos: linhaça (variedades marrom – M1, cultivar Caburé INTA – M2, e cultivar dourada – D1) combinadas com a época de semeadura.

M2	M1	M1	M2	M1	Época 3
D1	M2	D1	M1	D1	
M1	D1	M2	D1	M2	
M2	M1	M1	D1	M2	Época 2
D1	M2	D1	M2	M1	
M1	D1	M2	M1	D1	
M1	M2	D1	M1	M2	Época 1
M2	D1	M1	M2	D1	
D1	M1	M2	D1	M1	

6.4.1 Amostragem de Solo e Análises

Serão coletadas aleatoriamente amostras de solos deformadas na profundidade de 0 – 0,10 m e 0,10 – 0,20 m na área para caracterização química e determinação da granulometria pelo método da pipeta e densidade real ou de partícula pelo método do balão volumétrico (EMBRAPA, 2011). Também serão coletadas amostras com estrutura preservada para análise de densidade global do solo (EMBRAPA, 2011), sendo escolhida aleatoriamente, uma planta em cada época para realizar a amostragem na linha de cultivo.

Todas as análises de solo serão realizadas antes da implantação da cultura, e também ao final de seu ciclo.

6.4.2 Produtividade

Ao final do ciclo da cultura, também será realizado o peso de mil sementes com a finalidade de conhecer a produtividade de cada variedade ou cultivar instalada na área.

6.4.3 Análises do Sistema Radicular

Para a análise do sistema radicular, em cada época de semeadura, será escolhida aleatoriamente uma planta de cada variedade ou cultivar para realizar o estudo, na época de florescimento da cultura. Será realizado o método do perfil cultural, onde, para cada planta selecionada, será aberta uma trincheira longitudinal na linha de cultivo, permanecendo a planta no centro da trincheira.

O solo ao longo do perfil será escarificado (≈ 3 cm de profundidade) com o auxílio de uma faca com a finalidade de expor as raízes, que receberão uma fina camada de tinta amarela para elevar seu contraste de cor entre elas e o solo (cor bruno). Sequencialmente, será colocado sobre a trincheira com as raízes expostas um gride contendo quadrículas de 0,05 m x 0,05 m.



Figura 3. Exemplo de gride de amostragem com raízes expostas. Fonte: foto da autora do trabalho.

Após a colocação do gride, serão adquiridas imagens digitais 2D da parede da trincheira com as raízes expostas por meio de uma câmera digital com resolução espacial de 16 megapixels. Essas imagens serão corrigidas e alinhadas com o uso do software Photoshop CS5 12.0.4, e em seguida processadas no programa Safira, desenvolvido pela Embrapa Instrumentação (Embrapa, 2008). As raízes serão analisadas quanto ao seu diâmetro, comprimento, área e volume, em milímetros.

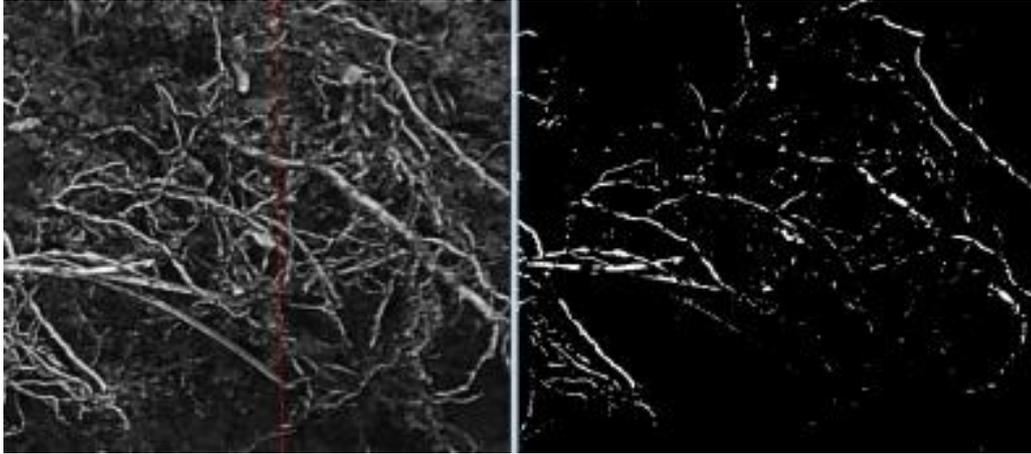


Figura 4. Exemplo de imagem original (à esquerda) e imagem sendo processada pelo programa Safira (à direita). Fonte: foto da autora do trabalho.

6.5. Análise Estatística

A partir dos dados obtidos das análises de solo será realizada sua caracterização química e física. Os dados de densidade serão correlacionados com os do sistema radicular, tendo em vista que a densidade global do solo pode ser um fator limitante ao desenvolvimento das raízes, influenciando principalmente em seu diâmetro e comprimento.

Os dados médios de diâmetro, comprimento, área e volume de raízes do linho serão submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando significativas as médias, ao teste Tukey (a 5% de probabilidade) por meio do programa Sisvar (FERREIRA, 1998).

7. RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se que as variedades de linho utilizadas neste projeto apresentem bom desenvolvimento em alta produtividade, nas condições edafoclimáticas de Curitiba – SC no ano de 2016. Além disso, através da análise do desenvolvimento do sistema radicular relacionado ao desenvolvimento das plantas de linho (dourada ou marrom) pode-se caracterizar o desenvolvimento desta cultura ao tipo de solo em que será implantado o experimento. Através dos estudos realizados, pretende-se incentivar o cultivo desta espécie na região para recuperação do solo e incremento de renda como cultura de inverno.

8. CRONOGRAMA

CRONOGRAMA DO PROJETO (2016/2017)																	
Atividades	2016												2017				
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	
Revisão da literatura	X	X															
Análises físicas e químicas do solo	X	X															
Correção do solo		X	X														
Aquisição das sementes			X														
Realização da semeadura				X	X	X											
Coleta de amostras indeformadas de solo						X	X	X	X								
Aquisição de imagens digitais							X	X	X								
Análise de densidade do solo							X	X	X	X							
Processamento de imagens										X	X	X					
Organização de dados												X	X				
Elaboração de resumos e artigos científicos													X	X	X		
Elaboração do relatório técnico final														X	X	X	

9. ORÇAMENTO

Descrição	Qtidade. (un.)	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
MATERIAL PERMANENTE			
Balança semi-analítica	1	2.500,00	2.500,00
Anel volumétrico	108	15	1.620,00
Estufa de secagem	1	2.000,00	2.000,00
Câmera fotográfica	1	499,00	499,00
Gríde	1	20,00	20,00
Notebook	1	2.100,00	2.100,00
Subtotal			10.739,00
MATERIAL DE CONSUMO			
Ferramentas	diversas	-	400,00
Placas de identificação	3	20,00	60,00
Sementes C. Aguará	2 kg	18,00	36,00
Sementes C. Cabure	2 kg	18,00	36,00
Sementes v. dourada	2 kg	12,60	25,20
Insumos	1 kg	120,00	120,00
Subtotal			677,20
SERVIÇO DE TERCEIROS			
Análise de solo	1	100,00	100,00
Subtotal			100,00
OUTROS RECURSOS			
Bolsas (12 meses)	1	496,00/mês	7.936,00
Subtotal			7.936,00
TOTAL GERAL			17.452,20

10. REFERÊNCIAS

ABICHEQUER, A. D. **Morfologia e distribuição de raízes de arroz irrigado por inundação e sua relação com a absorção de nutrientes e o rendimento de grãos.** 2004. 66 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Faculdade de Agronomia da UFRGS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 2004.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L.; SAPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift.** n. 22, p. 711-728, 2013.

BASSEGIO, D.; SANTOS, R. F.; NOGUEIRA, C. E. C.; CATTANEO, A. J.; ROSSETTO, C. Manejo da irrigação na cultura da linhaça. **Acta Iguazu,** Cascavel – PR, v. 1, n. 3, p. 98 – 107, 2012.

BATISTA, R. O.; FURTINI NETO, A. E.; DECCETTI, S. F.; VIANA, C. S. Morfologia radicular e cinética de absorção de nutrientes por clones de Cedro-Australiano. **Revista Caatinga,** Mossoró – RN, v. 29, n. 1, 2016.

BÖHM, W. Methods of studying root systems. **Springer-Verlag,** New York, 1979.

BORGES, J. T. S. **Avaliação tecnológica de farinha mista de trigo e de linhaça integral e sua utilização na elaboração de pão de sal.** 2009. 109 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e tecnologia de alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2009.

BRAGA, E. O.; MENDONÇA, L. G. Discussão do uso racional da ração humana, com enfoque para seus principais constituintes: linhaça e quinoa. **Perspectivas da Ciência e Tecnologia,** Rio de Janeiro, v. 2, n.1, 2010.

CARVALHO, J. E. B.; SOUZA, L. S.; JORGE, L. A. C.; RAMOS, W.; COSTA NETO, A. O.; ARAÚJO, A. M. A.; LOPES, L.; JESUS, M. Manejo de coberturas de solo e sua interferência no desenvolvimento do sistema radicular da laranja pêra. **Revista Brasileira de Fruticultura,** Jaboticabal, v. 21, n. 2, p. 140-145, 1999.

COELHO, E. F.; OLIVEIRA, F. das C.; ARAÚJO, E. C. E.; VASCONCELOS, L. F. L. Distribuição de raízes de laranja “Pêra” sob sequeiro e irrigação por microaspersão em solo arenoso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 603-611, 2002.

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.

CREDIDIO, E. **Propriedades nutricionais da linhaça**. 2005. Disponível em: <<http://www.nutronews.com.br/index.php/artigos-sobre-alimentos/643-propriedadesnutricionais-da-linhaca.html>>. Acesso em 18 de abril de 2016.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Safira: sistema de análise de fibras e raízes. **Embrapa Instrumentação**. 21 p. 2008.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Solos. Manual de métodos de análise de solo. **Embrapa Solos**. 225 p. 2011.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. **Embrapa Solos**. 412 p. 2013.

FRACARO, A. A.; PEREIRA, F. M. Distribuição do sistema radicular da goiabeira ‘rica’ produzida a partir de estaquia herbácea. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal – SP, v. 26, n. 1, p. 183 – 185, 2014.

FERREIRA, D. F. **Sisvar** – Sistema de análise de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 1998. 19 p.

GALVÃO, S. R. S.; SALCEDO, I. H.; OLIVEIRA, F. F. Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 1, p. 99-105, 2008.

GLOBO RURAL. **Cultivo da linhaça anima agricultores do RS**. 2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2013/08/cultivo-da-linhaca-animaagricultores-do-rs.html>>. Acesso em 18 de abril de 2016.

HOCKING, P. J.; RANDALL, P. J.; PINKERTON, A. Mineral nutrition of linseed and fibre flax. **Advance in Agronomy**, v. 41, n. 1, p. 221-296, 1987.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Lavoura temporária – quantidade produzida**. 2010. Disponível em: <<http://serieestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?no=1&op=0&vcodigo=PA3&t=lavouratemporaria-quantidade-produzida>>. Acesso em 18 de abril de 2016.

JACOBSZ, M. J.; MERWE, W. J. C. Production guidelines for flax (*Linum usitatissimum* L.). **Agriculture, forestry and fisheries**. Disponível em: <<http://www.daff.gov.za/docs/AMCP/SWEET2012.pdf>>. Acesso em: 2 de maio de 2016.

JESUS, A. M. S.; CARVALHO, S. P.; SOARES, Â. M. Comparação entre sistemas radiculares de mudas de coffee Arábica obtidas por estaquia e por sementes. **Coffee Science**, v. 1, n. 1, p. 14-20, 2006.

LIMA, C. C. **Aplicação das farinhas de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) e maracujá (*Passiflora edulis* F. *Flavicarpa* Deg.) no processamento de pães com propriedades funcionais**. 2007. 148 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Fortaleza – Ceará, 2007.

MARQUES, A. C. **Propriedades funcionais da Linhaça (*Linum usitatissimum* L.) em diferentes condições de preparo e de uso em alimentação**. 2008. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2008.

MARTIN, C. A.; ALMEIDA, V. V.; RUIZ, M. R.; VISENTAINER, J. E. L.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N. E. Ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 e

ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, n. 6, v. 19, 761-770, 2006.

MUIR, A. D.; WESTCOTT, N. D. Flax – The genus *Linum*. **Medicinal and Aromatic Plants – Industrial Profiles**, Canada, 320 p., 2003.

MILISICH, H. J. Se obtuvieron dos nuevos cultivares de lino. **Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – Argentina**. Disponível em: <<http://inta.gob.ar/noticias/se-obtuvieron-dos-nuevos-cultivares-de-lino>>. Acesso em 18 de abril de 2016.

NOGUEIRA, G. F.; CÉSAR, D.; FAKHOURI, F. M.; GUMBREVICIUS, I. A importância da linhaça como alimento funcional e sua utilização por universitários do centro universitário amparense. **Centro Universitário Amparense**, 2010. 15 p. Disponível em: <http://unifia.edu.br/revista_eletronica/revistas/saude_foco/artigos/ano2010/linhaca.pdf>. Acesso em: 2 de maio de 2016.

OLIVEIRA, M. R.; SANTOS, R. F.; ROSA, H. A.; WERNER, O.; VIEIRA, M. D.; DELAI, J. M. Fertirrigação da cultura de linhaça *Linum usitatissimum*. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 1, n. 1, p. 22-32, 2012.

PETRY, M.; DAL BOSCO, S. M.; SCHERER, F.; GOMES, J. Efeito da ingestão de linhaça na nutrição de idosos institucionalizados. **Ciência e Saúde**, v. 10, n. 3, p. 416-424, 2011.

ROBERFROID, M. Functional food concept and its application to prebiotics. **Digestive and Liver Disease**, v. 34, p. 105-110, 2002.

ROSSETTO, C. SANTOS, R. F.; SOUZA, S. N. M. de; DIAS, P. P.; KLAUS, O. Diferentes doses de potássio na cultura da linhaça (*Linum usitatissimum* L.). **Acta Iguazu**, Cascavel – PR, v. 1, n. 3, p. 98-105, 2012.

SBCS – Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. **Comissão de Química e Fertilidade do Solo**. 10 ed., 400 p. Porto Alegre - RS, 2004.

SOARES, L. L.; PACHECO, J. T.; BRITO, C. M.; TROINA, A. A.; BOAVENTURA, G. T.; GUZMÁN-SILVA, M. A. Avaliação dos efeitos da semente de linhaça quando utilizada como fonte de proteína nas fases de crescimento e manutenção em ratos. **Revista de Nutrição**, v. 22, n. 4, p. 1 – 9, 2009.

TACO. Tabela brasileira de composição de alimentos. 2 ed. Campinas, SP: NEPA-UNICAMP, p. 113, 2006.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE USDA. **National nutrient database for standard reference**. Disponível em: <<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/>>. Acesso em 2 de maio de 2016.

VIEIRA, S. R.; REYNOLDS, W. D.; TOPP, G. C. Spatial variability of hydraulic properties in a highly structured clay soil. **Agronomy and Horticulture**, New Mexico State University, p. 471 – 483, 1988.