

Desenvolvimento da linhaça marrom em diferentes níveis de lençol freático

Felipe Samways Santos¹, Luiz Antonio Zano Junior¹, Reginaldo Ferreira Santos¹,
Patrícia Pereira Dias¹

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Programa de Pós Graduação em Energia na Agricultura –
Nível Mestrado, Rua Universitária, 1619, Cascavel – PR.

felipe_samways@hotmail.com, lzanao@iapar.br, reginaldo.santos@unioeste.br, patydpdias.89@gmail.com

Resumo: A disponibilidade hídrica para culturas é tema constante de pesquisas, pois a necessidade varia de acordo com características da própria cultura, manejo do solo, condições climáticas, entre outros. O presente trabalho objetivou avaliar o desenvolvimento da linhaça marrom (*Linum usitatissimum* L.) em diferentes níveis de lençol freático. O experimento foi conduzido na cidade de Cascavel – PR, em casa de vegetação pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. A semeadura foi realizada num conjunto de lisímetros de lençol (0,10; 0,20; 0,30; 0,40; 0,50 e 0,60 m) constante em delineamento experimental inteiramente casualizado com seis tratamentos e seis repetições. O comportamento vegetativo foi avaliado através das variáveis fenométricas altura da planta, massa fresca e seca da planta, número de cápsulas, massa fresca e seca de cápsulas. Os resultados permitiram concluir que as características fenométricas da linhaça foram influenciadas de maneira positiva pelo rebaixamento do nível freático, com exceção da variável massa fresca de cápsulas, onde a melhor resposta foi obtida ao nível de 0,3 m do lençol freático.

Palavras chave: *Linum usitatissimum* L., tolerância hídrica, déficit hídrico

Development of brown flaxseed at different levels of groundwater

Abstract: The water availability for crops is constant topic of research, because the need varies with characteristics of their own culture, soil management, weather conditions, among others. This work aimed to evaluate the development of brown flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) under different levels of groundwater. The experiment was conducted in the city of Cascavel - PR in a greenhouse belonging to the State University of West Paraná - UNIOESTE. Sowing was done on a set of lysimeter water (0.10, 0.20, 0.30, 0.40, 0.50 and 0.60 m) constant in a completely randomized design with six treatments and six replications. The vegetative behavior was evaluated using the variables phenometric plant height, fresh and dry weight of plant, number of capsules, fresh and dry weight of capsules. The results showed that the characteristics of flaxseed phenometric were influenced positively by lowering the water table, with the exception of the variable fresh weight of capsules, where the best response was obtained at the level of 0.3 m groundwater.

Keywords: *Linum usitatissimum* L., water tolerance, drought

Introdução

A linhaça (*Linum usitatissimum*), uma das culturas oleaginosas mais antigas e tradicionais da história, é também uma das mais úteis e versáteis (Genser e Morris, 2003).

Pertencente à família das Lináceas, estima-se que esta cultura asiática seja cultivada há mais de 7.000 anos.

De acordo com Bassegio et al. (2012), por necessitar baixas temperaturas para sua floração, no Brasil, as maiores ocorrências do cultivo de linhaça se apresentam na região sul do país.

De simples manejo, a linhaça é comumente empregada no processo de rotação de culturas (Soares et al., 2009) com o objetivo de recuperar o desgaste ocorrido no solo quanto aos aspectos químicos, físicos e biológicos. De acordo com Trucom (2006), o plantio ocorre na estação do outono e a colheita da safra, nos meses de primavera e verão.

Apresenta ainda características como altura média de 0,7 m. e desenvolvimento de porte ereto, tendo em suas sementes uma riqueza muito grande em óleo (aproximadamente 38%), além de fibras e proteínas (20% a 25%, respectivamente) (Galvão, 2008), permitindo que (Cabral, 2003; Rabetafika, 2011) destaquem o potencial da cultura para produção de biocombustíveis.

As características do óleo da linhaça são também destacadas por Wood (1997), onde o autor afirma o principal produto da linhaça é o óleo, por apresentar em sua composição, o ácido α -linolênico (ALA) e o ácido graxo poli-insaturado, responsáveis por inúmeros benefícios à saúde humana.

De acordo com Martini (2010), a produção mundial da linhaça está entre 2.300.000 e 2.500.000 de toneladas anuais e tem o Canadá como principal produtor. O Brasil produz apenas 21 toneladas/ano de linhaça, ficando atrás inclusive da Argentina, que é quem mais produz na América do Sul, com cerca de 80 toneladas/ano.

Para (Duarte, 2010; Fernandes et al, 2009; Marques, 2008), as principais aplicações da linhaça estão baseadas em atividades industriais como a fabricação de ração animal, aplicação na indústria têxtil, produção de óleos terapêuticos e alimentação humana, principalmente na América do Norte e em países europeus (Bombo, 2006).

A necessidade hídrica de plantas é variável conforme as características de cada cultura. Desta forma, através do conhecimento do nível ideal do lençol freático ou da irrigação necessária, Dinar (1993) menciona que existem meios para se elevar os valores de eficiência do uso da água destacando-se entre esses, o manejo adequado da irrigação.

Embora haja escassez quanto à informações referentes ao desenvolvimento das culturas em distintos níveis freáticos Calegato (1998), é sabido que o linho requer solos ricos, profundos, porosos e com bastante disponibilidade hídrica (Vieira, 1988). No entanto, o mesmo autor afirma que apesar da linhaça apresentar melhor comportamento em solos muito

irrigados, o excesso de água tende a elevar o nível do lençol freático, tornando-o mais próximo da superfície e prejudicando o desenvolvimento normal da cultura.

O excesso de umidade ou saturação do solo afeta e compromete significativamente o desenvolvimento da cultura, uma vez que, há redução na aeração e a respiração das raízes é prejudicada devido à menor disponibilidade de oxigênio, pois os espaços porosos presentes no solo estão preenchidos com água (Kerbaui, 2004; Sá et al., 2004).

No mesmo contexto, Niero (2011) menciona que um solo deficitário em oxigênio pode se tornar totalmente deficiente em oxigênio devido à respiração das plantas e microrganismos ali existentes. Para Kerbaui (2004), em ambientes excessivamente úmidos, a maioria das plantas apresenta redução no acúmulo de matéria seca e produtividade, podendo haver até mesmo a senescência da planta.

Se por um lado a saturação hídrica se apresenta como barreira ao desenvolvimento da cultura, a deficiência hídrica gera comportamento semelhante, pois pode submeter a planta à um estresse hídrico, afetando negativamente o percentual e velocidade de germinação das sementes (Adegbuyi et al., 1981 e Therios, 1982). Contudo, plantas que apresentam bom potencial de germinação em situação de baixo regime hídrico, não necessariamente se desenvolverão em melhores condições em situação de deficiência hídrica (McGinnies, 1960).

Considerando que a água é o principal fator de produção agrícola, torna-se necessário que esteja disponível nas quantidades necessárias para o bom desenvolvimento da cultura, uma vez que, a disponibilidade hídrica afeta diretamente os processos fisiológicos envolvidos na produção vegetal (Aguiar, 2005). Assim, um melhor aproveitamento da água se dá pela manutenção de níveis ótimos de umidade no solo durante o ciclo da cultura, permitindo reduzir perdas por percolação profunda e nos períodos de estresse hídrico da cultura (Souza et al., 2000).

Material e Métodos

O experimento foi realizado durante o período maio a outubro de 2013, em casa de vegetação pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, localizada na cidade de Cascavel, Paraná, Brasil, latitude 24°53'47"S e longitude 53°32'09"W, com precipitação média anual de 1.640 mm e temperatura média de 19°C (IAPAR, 2011), onde de acordo com Caviglione et al. (2000), a região apresenta clima temperado mesotérmico e superúmido, tipo climático Cfa (Koeppen).

As unidades experimentais foram construídas utilizando tubos de PVC de 200 mm de diâmetro, com profundidade do lençol freático de 0,10; 0,20; 0,30; 0,40; 0,50 e 0,60 m, sentados sobre bandejas de plástico para manutenção da umidade e providos de manta geotêxtil para evitar a perda de solo. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos e seis repetições.

O solo utilizado no preenchimento dos lisímetros é classificado como Latossolo vermelho distroférico de textura argilosa.

A semeadura da linhaça marrom foi realizada manualmente no dia 08 de maio de 2013 e após a emergência foi realizado desbaste manual, restando duas plantas por lisímetro.

A manutenção da água na bandeja foi realizada manualmente garantindo sempre o nível constante de água, não sendo realizada adubação de base e/ou aplicação de agroquímico no decorrer do experimento, sendo o controle de plantas invasoras realizado manualmente.

No ato da coleta foram pesadas e contabilizadas as seguintes características fenométricas: altura de planta, massa fresca de planta, massa fresca de capsulas e número de cápsulas. Logo após, as plantas foram dispostas para secagem por um período de 48 horas, em estufa de ventilação forçada à temperatura de 65°C. Então, respeitado o tempo de secagem, analisou-se a massa seca de planta e massa seca de cápsulas.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e suas médias comparadas através do teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade de erro, com a utilização do pacote estatístico Assistat® versão 7.5 beta (Silva e Azevedo, 2002). Quando constatada significância pela análise de variância, as respostas foram comparadas por meio de análise de regressão.

Resultados e discussão

Os resultados obtidos para altura de planta, massa fresca e seca de planta, massa fresca e seca de cápsulas e número de cápsulas estão presentes na tabela 1, onde, de acordo com análise de variância e teste F, nota-se diferenças estatisticamente significativas ao nível de 1% de probabilidade para todos os fatores avaliados.

Tabela 1. Fatores fenométricos avaliados

Variável	Fatores					
Profundidade do lençol freático (m)	Altura de planta (cm)	Massa fresca de planta (g)	Massa seca de planta (g)	Massa fresca de cápsulas (g)	Massa seca de cápsulas (g)	Nº de cápsulas
0,10	46,05 c	0,6716 c	0,1750 c	0,0500 b	0,0080 b	0,6666 c
0,20	67,28 b	1,5083 bc	0,4400 bc	0,4266 ab	0,0966 ab	3,5000 bc
0,30	77,83 ab	3,1450 a	0,8500 a	0,8016 a	0,1566 a	6,0000 ab
0,40	79,58 a	2,8116 a	0,7900 ab	0,6200 a	0,1150 a	5,0000 ab
0,50	76,33 ab	2,6933 ab	0,7416 ab	0,6700 a	0,1266 a	5,6666 ab
0,60	84,83 a	3,2300 a	0,9850 a	0,7883 a	0,1583 a	6,8333 a
ANOVA						
F	26.5168 **	12.1219 **	12.6357 **	9.0400 **	6.1789 **	9.8608 **
CV (%)	9.21	30.80	31.11	41,40	49.61	37.77

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

n.s: não significativo ($p \geq .05$)

A variável altura de planta (Figura 1 A) foi afetada significativamente pelo nível de profundidade do lençol freático. É possível observar que o rebaixamento do nível freático colaborou de forma positiva para o desenvolvimento aéreo da cultura.

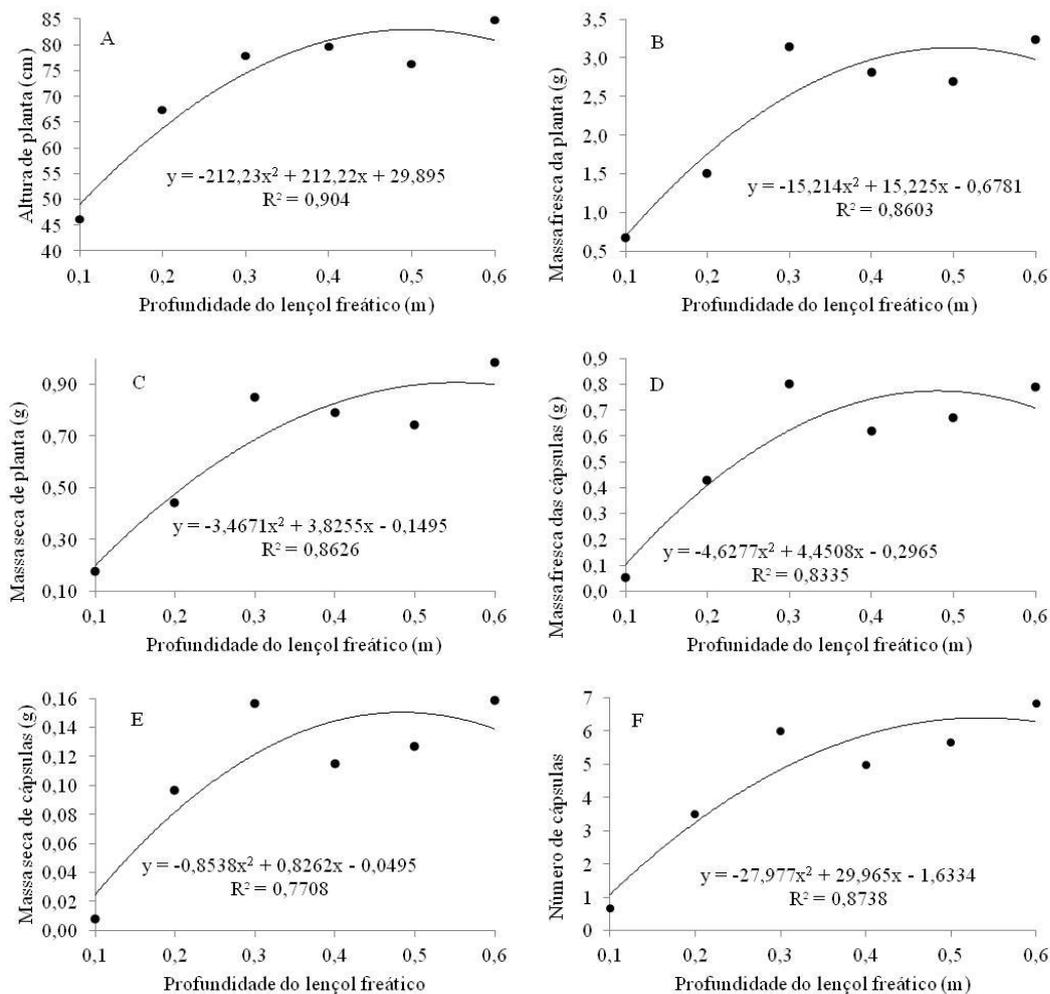


Figura 1. Altura de planta (A), massa fresca de planta (B), massa seca de planta (C), massa fresca das cápsulas (D), massa seca de cápsulas (E) e número de cápsulas (F).

Respostas contrárias foram constatadas em estudo realizado por Tanaka (2010), onde a autora, ao observar o desenvolvimento da cultura do sorgo, não encontrou diferenças estatisticamente significativas em subirrigação que variou de 17 a 73 cm de profundidade.

Contudo, em pesquisa realizada por Carpinski et al (2013), os autores encontraram respostas semelhantes ao analisarem o desenvolvimento aéreo do Crambe (*Crambe abyssinica*), outra cultura oleaginosa com potencial para aproveitamento energético. Os resultados apontam o nível freático de 0,6 m para o melhor desenvolvimento aéreo, atingindo altura superior a 0,8 m.

Garcia et al (2010), ao analisarem a produtividade da ervilha, também obtiveram resultados positivos para a altura de planta em relação ao nível freático.

Bassegio et al (2012) observou o melhor desenvolvimento da altura da linhaça mediante o aumento da disponibilidade hídrica. No mesmo sentido, Taiz e Zeiger (2004) afirmam que menor disponibilidade hídrica pode resultar em menor altura de planta, pois a água é um dos principais fatores de produção agrícola e a ocorrência de déficit hídrico pode afetar os processos de desenvolvimento da planta.

O modelo polinomial foi considerado o mais conexo para apresentar a relação entre a massa fresca da planta e a profundidade do lençol freático (Figura 1 B), onde é possível observar resposta linear positiva.

O valor máximo foi obtido com nível freático a 0,6 m. de profundidade. Nos demais tratamentos, observou-se relação direta entre os menores valores de massa fresca e elevação do nível do lençol freático.

As respostas obtidas vão de encontro ao apresentado por Tanaka (2010), quando a autora, trabalhando com uma cultivar de sorgo forrageiro observou que a elevação do afetou negativamente a produção de fitomassa.

De maneira semelhante, Carpinski et al (2013), obteve resposta linear positiva quando observou o desenvolvimento do crambe em função do nível de lençol freático.

Respostas contraditórias à este experimento foram obtidas por Santos et al. (2010), onde os pesquisadores observaram um acréscimo na massa fresca crambe em função do aumento dos níveis de irrigação.

Desta maneira, é possível afirmar que solos encharcados muitas vezes representam boas condições de desenvolvimento para algumas culturas. Entretanto, a outras respondem negativamente ao excesso hídrico, tornando fundamental o conhecimento e manejo da disponibilidade de água no solo.

De acordo com Armstrong et al (1994), o excesso de água no solo afeta diretamente as trocas gasosas entre planta e ambiente, podendo reduzir a disponibilidade de oxigênio à planta, restringindo seu desenvolvimento. No mesmo contexto, Aguiar (2005) afirma que a produção vegetal é afetada diretamente pela maior ou menor disponibilidade hídrica no solo.

O comportamento da variável massa seca de planta (Figura 1 C) é semelhante à massa fresca de planta, onde é possível observar a tendência à produção de biomassa vegetal mediante o rebaixamento do nível freático, onde constatou-se que o dentre os tratamentos aplicados, a produção de massa seca considerada ótima foi de 0,9850 g. com o lençol freático à uma profundidade de 0,6 m.

Barreto et al (2008), obtiveram respostas similares pesquisando características fenométricas do sorgo forrageiro, onde observaram redução na massa seca quando elevada a disponibilidade hídrica.

Butrinowski et al. (2011), analisando o desempenho do *Crambe abyssinica* mediante manejo de irrigação, encontraram respostas contraditórias à este experimento, uma vez que, os pesquisadores perceberam aumento na matéria seca da cultura mediante aumento da disponibilidade hídrica.

Desta maneira, observa-se a cultura da linhaça pouco tolerante ao excesso de umidade, uma vez que, todas as variáveis analisadas responderam de maneira semelhante, com a redução da produção mediante a elevação do lençol freático.

Corroborando com o tema, Maule et al (2001) afirmam que o excesso de água no solo pode reduzir o sistema radicular ou promover a redução da aeração neste sistema, afetando diretamente a absorção de água e nutrientes (Rosolem et al., 1994; Fernandez et al., 1995; Guimarães e Moreira, 2001), essenciais para o bom desenvolvimento da parte aérea da cultura (Beemster et al., 1996).

A massa fresca de cápsulas (Figura 1 D) apresentou melhor resposta produtiva ao nível de 0,3 m. do lençol freático, atingindo 0,8016 g., destacando o modelo polinomial como o mais adequado para representar os resultados.

Costa et al. (2008), ao analisarem a produtividade da beterraba em diferentes condições hídricas, observaram que o encharcamento do solo provocou redução na produtividade e fitomassa das plantas.

De maneira geral, Mingoti et al. (2006) pesquisando a cultura da alface, e Vildoso (1995) pesquisando a cultura da cenoura, obtiveram respostas similares às apresentadas neste trabalho, evidenciando a sensibilidade destas culturas ao excesso de disponibilidade hídrica.

Para Tanaka (2010), a disponibilidade hídrica à planta é uma prática bastante importante para atingir bons índices de produtividade. Entretanto, a ausência de pesquisas relacionadas ao comportamento da linhaça sob diferentes regimes hídricos é um fator limitante, pois para a real maximização da produção, é pertinente que a planta seja submetida à quantidade adequada de água, pois um encharcamento no solo poderá prejudicar consideravelmente as respostas produtivas almeçadas.

As respostas para massa seca de cápsulas (Figura 1 E) tendem ao modelo linear crescente em função do rebaixamento do nível de lençol freático, onde a maior produtividade foi de 0,1583 g., atingida ao nível de 0,6 m.

Bassegio et al. (2012) no entanto, observou tendência de aumento da biomassa da linhaça em função da irrigação aplicada. As diferenças obtidas podem ser justificadas pelo fato de que os autores controlaram o manejo de irrigação de seu experimento considerando a evapotranspiração da cultura, obtida através de um evaporímetro.

Andrade Junior e Klar (1997) observaram redução na massa seca e produtividade da alface em função do aumento da disponibilidade hídrica.

As respostas semelhantes relacionadas à baixa produtividade quando elevada a disponibilidade de água podem ser justificadas pela redução do arejamento do sistema radicular, promovendo então a deficiência de oxigênio e conseqüentemente o menor desenvolvimento das raízes, evidenciando que o excesso de água no solo é prejudicial ao desenvolvimento da cultura.

De qualquer maneira, as necessidades hídricas adequadas para o bom desempenho de culturas vem se tornando objeto de estudo nos últimos anos, em função da necessidade de se realizar o manejo hídrico conforme a realidade de cada situação, considerando a cultura, o tipo de solo, além de características climáticas da região, entre outros (LUNARDI, 2000), permitindo a Tanaka et al (2010) afirmar que a produção máxima de uma cultura é determinada por suas características genéticas e pelas condições ambientais.

A (Figura 1 F) relaciona o número de cápsulas com a profundidade do lençol freático. O ponto de maior eficiência foi a 0,6 m., com produção média de 6,83 unidades. Nota-se que o rebaixamento do nível freático favoreceu a produção de cápsulas, que de acordo com Bassegio et al (2012), representa a produtividade a planta.

A produtividade de outra cultura oleaginosa, a mamona, foi estudada por Freitas et al. (2010) e Souza et al. (2007) e em suas pesquisas, os autores observaram aumento da produção em função da maior disponibilidade de água para a cultura.

De acordo com Tanaka (2010), é constante o aumento no número de pesquisas para determinar o comportamento das culturas sob condições hídricas, uma vez que, o desenvolvimento pode variar em função do manejo da cultura e solo, diferentes localidades de ocorrência das culturas, cultivares utilizadas, entre outros (ROSENTHAL et al., 1987; GARRITY et al., 1982; MAGALHÃES et al., 1994).

Conclusão

As características fenométricas da linhaça foram influenciadas de maneira positiva pelo rebaixamento do nível freático, com exceção da variável massa fresca de cápsulas, onde a melhor resposta foi obtida ao nível de 0,3 m. do lençol freático.

Referencias

ADEGBUYI, E.; COOPER, S. R.; DON, R. Osmotic priming of some herbage Grass seed using polyethylene glycol (PEG). **Seed Science and Technology**, Zurich, v.9, n.3, p.867-878, 1981.

AGUIAR, J.V. **A Função de Produção na Agricultura Irrigada**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2005. 196p.

ANDRADE JÚNIOR, A.S.; KLAR, A.E.. Manejo da irrigação da cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) através do tanque classe A. **Sci. agric.** vol. 54 n. 1-2 Piracicaba Jan./Aug. 1997.

ARMSTRONG, W. et al. Mechanisms of flood tolerance in plants. **Acta Botanica Neerlandica**, v.43, p.307-58, 1994.

BARRETO, A. G. T.; COSTA, R. C. L.; CRUZ, F. J. R.; CAMARGO, P. M. P.; LUZ, L. M. Respostas bioquímicas e fisiológicas das plantas de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) submetidas ao alagamento. In: VI Seminário de iniciação científica da UFRA e XII Seminário de iniciação científica da EMBRAPA, 2008, Belém. **Anais...** Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2008.

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

BEEMSTER, G.T.S.; MASLE, J; WILLIAMSON, R.E.; FARQUHAR, G. Effects of soil resistance to root penetration on leaf expansion in wheat (*Triticum aestivum* L.): Kinematic analysis of leaf elongation. **Journal of Experimental Botany**, London, v.47, p.1663-1678, 1996.

BOMBO, A. J. **Obtenção e caracterização nutricional de snacks de milho (*Zea mays* L.) e linhaça (*Linum usitatissimum* L.)** 96 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2006.

BUTRINOWSKI, I.T.; SANTOS, R.F.; MAGGI, M.F.; BORSOI, A.; FRIGO, E.P.; BASSEGIO, D. Manejo da irrigação com mini tanque evaporímetro em *Crambe abyssinica*. **Cultivando o Saber**, v.4, n.3, p.54-65, 2011.

CABRAL, B. S. C. *Linum usitatissimum* L. – Uma matéria-prima para a produção de pasta para papel. Relatório do Trabalho de Fim de Curso. Instituto Superior de Agronomia. Universidade Técnica de Lisboa. 67 p, 2003.

CALEGATO, J. C. **Efeito do nível freático sobre a produtividade do feijoeiro, distribuição de umidade e concentração de nitro no perfil do solo**. Botucatu, 1998. 75 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

CARPINSKI, M.; SANTOS, R.F.; PRIMIERI, C.; SILVEIRA, L.; BASSEGIO, D.; TOMASSONI, F.; NAKAI, E.H. Sensibilidade do crambe (*Crambe abyssinica*) a variação de nível de lençol freático. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.2, n.4, p. 36-45, 2013.

CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. (2000). **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR. (CD)

COSTA, R. N. T.; VASCONCELOS, J. P.; SILVA, L. A.; NESS, R. L. L. Interferência do excesso de água no solo e componentes de produção em beterraba. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.1, p.74-77, 2008.

DINAR, A. Economic factors and opportunities as determinants of water use efficiency in agriculture. **Irrigation Science**, New York, v. 14, p. 47-52, 1993.

DUARTE, G.S. **Estudo da composição química e da toxidez nas variedades marrom e dourada de sementes de *Linum usitatissimum* L. (Linhaça) Linaceae**. Monografia (Trabalho de conclusão de Curso). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro- Nilópolis, 2010.

FERNANDES, P.L., BARBOSA, L.A., CORDEIRO, R. Semente de linhaça e o efeito de seus compostos sobre as células mamárias. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, 19(3), 727-732, 2009.

FERNANDEZ, E.M.; CRUSCIOL, C.A.C.; THIMOTEO, C.M. DE S.; ROSOLEM, C.A. Matéria seca e nutrição da soja em razão da compactação do solo e adubação fosfatada. **Científica**, São Paulo, v.23, n.1, p.117-132, 1995.

FREITAS, C. A. S. DE, BEZERRA, F. M. L.; SILVA, A. R. A. DA; PEREIRA FILHO, J. V.; FEITOSA, D. R. C. Comportamento de cultivares de mamona em níveis de irrigação por gotejamento em Pentecoste, CE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.1059-1066, 2010.

GALVÃO, E. L.; SILVA, D. C. F.; SILVA, J. O.; MOREIRA, A. C. B.; SOUSA, E. M. B. D. Avaliação do potencial antioxidante e extração subcrítica do óleo de linhaça. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 28(3): 551-557, jul.-set. 2008.

GARCIA, G.O.; FERREIRA, P.A.; FIGUEIREDO, W.S.C.; SANTOS, D.B. Fator de susceptibilidade e produtividade da ervilha para diferentes alturas de lençol freático. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.** Recife, v.5, n.2, p.265-271, 2010.

GARRITY, D. P.; WATTS, D. G.; SULLIVAN, C. Y. Moisture deficits and grain sorghum performance: Evapotranspiration yield relationships. **Agronomy Journal**. Madison, v. 74, p. 815-820, 1982.

GENSER, A. D.; MORRIS, N. D. **History of cultivation and uses of flaxseed.** In A.D. Muir and N. D. Westcott (eds). Flax - The genus *Linum*. Taylor and Francis. London, 2003.

GUIMARÃES, C.M.; MOREIRA, J.A. Compactação do solo na cultura do arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.36, n.4, p.703-707, 2001.

IAPAR –Instituto Agrônômico do Paraná. **Médias históricas em estações do IAPAR.** (2011).Disponível em:<http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Cascav-el.html>. Acesso em: 14 nov.2013.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal.** Porto Alegre: UFRGS, 2004.

LUNARDI, D. M. C. **Efeito da condição de umidade da superfície do solo na evapotranspiração de referência medida e estimada.** 2000. 103 f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; PAIVA, E. Recuperação da cultura do sorgo após um período de déficit hídrico. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 20, 1994, Goiânia. **Anais...** Goiânia: ABMS. 1994. p. 186.

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

MARTINI, Denise dos Santos. **Polímeros derivados do Biodiesel do óleo de linhaça: Obtenção e propriedades físico-químicas.** Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Instituto de Química – Programa de Pós Graduação em Química. Porto Alegre – RS, 2010.

MAULE, R.F.; MAZZA, J.A.; MARTHA JUNIOR, G.B. produtividade agrícola de cultivares de cana-de-açúcar em diferentes solos e épocas de colheita. **Scientia Agricola**, v.58, n.2, p.295-301, abr./jun. 2001.

McGINNIES, W. J. Effects of moisture stress and temperature on germination of six range grasses. **Agronomy Journal**, Madison, v.52, n.1, 159-163, 1960.

MINGOTI, R.; FLECHA, P. A. N.; DUARTE, S. N.; CRUCIANI, D. E. Efeito de velocidades de rebaixamento do nível freático em diferentes períodos de desenvolvimento da cultura da alfaca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 1, p.10-16, 2006.

NIERO, R.Z. **Acompanhamento do nível freático e determinação da condutividade hídrica do solo na Fazenda Experimental da Ressacada CCA – UFSC.** Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Santa Catarina, como Requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo. Florianópolis – SC. 2011.

RABETAFIKA, N. H. et al.. Flaxseed proteins: food uses and health benefits. **International Journal of Food Science and Technology**, n. 46, p.221–228, 2011.

ROSENTHAL, W. D.; ARKIN, G. F.; SHOUSE, P. J. Water deficit effects on transpiration and leaf growth. **Agronomy Journal**, Madison, v. 79, p. 1019-1026, 1987.

ROSOLEM, C.A.; ALMEIDA, A.C. DA S.; SACRAMENTO, L.V.S. Sistema radicular e nutrição da soja em função da compactação do solo. **Bragantia**, Campinas, v.53, n.2, p.259-266, 1994.

SÁ, J. S. **Influência do manejo do nível freático e doses de nitrogênio em culturas sob hipoxia no solo.** Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2005.

SANTOS, R. F.; FURLANETTO, C. E. S. BORSOI, A.; SECCO, D.; PRIMIERI, C.; SOUZA, S. N. M. Cultivo de planta energética *Crambe abyssinica* irrigada. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOENERGIA, 5, 2010. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2010.

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 4, n. 1, p. 71-78. (2002).

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. **Rev. Nutr.**, Campinas, 22(4):483-491, jul./ago., 2009.

SOUZA, A. S.; TÁVORA, F. J. A.; PITOMBEIRA, J. B.; BEZERRA, F.M. L. Épocas de plantio e manejo da irrigação para a mamoneira. II - Crescimento e produtividade. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, p.422-429, 2007.

SOUZA, V. F.; COELHO, E. F.; ANDRADE JUNIOR, A. S.; FOLEGATTI, M. V.; FRIZZONE, J. A. Eficiência do uso da água pelo meloeiro sob diferentes frequências de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.**, v. 4, n. 2, p. 183-8, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal.** 3ed. ARTMED, Porto Alegre, 2004, 719 p.

TANAKA, A.A., **Desenvolvimento de plantas de sorgo submetidos a diferentes níveis de lençol freático.** Dissertação (Mestrado Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Botucatu. 2010.

THERIOS, I. N. Effects of temperature, moisture stress and pH on the germination of seeds of amond (*Prunus amygdalu* “Truioto”). **Seed Science and Technology**, Zurich, v.10, n.3, p.585-594, 1982.

TRUCOM, C. **A importância da linhaça na saúde**. São Paulo: Alaúde, p.151, 2006.
VIEIRA, S.R.; REYNOLDS, W.D. & TOPP, G.C. Spatial variability of hydraulic properties in a highly structured clay soil. **Department of Agronomy and Horticulture**, New Mexico State University, p.471-483, 1988.

VILDOSO, T. A. **Relação entre a produção relativa e o índice diário de stress para a cultura da cenoura (*Daucus carota* L.)**. 1995. 43 p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.

WOOD, I. M. **Fibre Crops - New opportunities for Australian agriculture**. Department of Primary Industries, Brisbane. pp. 18-24, 1997

Recebido para publicação em: 10/11/2013

Aceito para publicação em: 25/03/2014