



COEFICIENTES DE CULTURA (KC) DO FEIJOEIRO COMUM IRRIGADO

Chaiane Guerra da Conceição¹, Ana Rita Costenaro Parizi², Fátima Cibele Soares³, João Antônio da Conceição⁴, Gideon Ujacov da Silva⁴, Ricardo Essi⁴

RESUMO

Com o aumento da população mundial, tornam-se necessários estudos de técnicas que potencializem a produção de alimentos, dentre estas se salienta a irrigação, que se torna uma forte aliada contra as incertezas climáticas que acometem a produção das culturas. O presente trabalho tem por objetivo determinar os coeficientes de cultura (Kc) do feijoeiro na região Oeste do Rio Grande do Sul. O trabalho foi desenvolvido no município de Alegrete, em Latossolo Vermelho Distrófico arênico. A área experimental contemplava três parcelas com 32m², com um lisímetro de drenagem em cada. A irrigação realizou-se através de aspersão convencional, onde era repostada 100% da evapotranspiração da cultura (ETc), em turno de rega pré-fixado de cinco dias. A ETc foi determinada através da contabilização das entradas e saídas de água dos lisímetros pela equação do balanço hídrico e a evapotranspiração de referência (ETo) foi calculada através do método padrão de Penman Monteith. Os coeficientes de cultura deram-se pela relação entre a ETc e a ETo. Ao final do ciclo da cultura foram obtidos os coeficientes de cultura para as três fazes de desenvolvimento da mesma, apresentando valores de 0,57, 0,83, 1,25 e 0,31 para as fases 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

Palavras-chave: balanço hídrico, evapotranspiração, estádios de desenvolvimento.

CROP COEFFICIENTS (KC) OF IRRIGATED COMMON BEAN

ABSTRACT

¹Eng. Agrícola, Mestranda em Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil, e-mail: chaianepg@yahoo.com.br

²Eng. Agrícola, Professora Adjunta de do Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, Alegrete, Rio Grande do Sul, Brasil, e-mail: ana.parizi@iffarroupilha.edu.br

³Eng. Agrícola, Professora Adjunta da Universidade Federal do Pampa, Alegrete, Rio Grande do Sul, Brasil, e-mail: fatimacibele1@gmail.com

⁴Graduandos do curso de Engenharia Agrícola do Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha e da Universidade Federal do Pampa, Alegrete, Rio Grande do Sul, Brasil, e-mails: conceicao.j.a@gmail.com, gideonujacov@yahoo.com.br, ricardo.essi@hotmail.com

With the increasing world population, become necessary studies techniques that enhance food production, among them stands out irrigation, which becomes a strong ally against climate uncertainties that affect crop production. This study aims to determine the crop coefficients (Kc) bean in western region Rio Grande do Sul. The study was conducted in the city of Alegrete, in Oxisoil Hapludalf. The experimental area contemplated three installments with 32sqm, with a drainage lysimeter in each. Irrigation was held through conventional sprinkler, which was restored 100% of crop evapotranspiration (ETc), pre-fixed irrigation interval of five days. The ETc was determined by counting the entries and lysimeters water outlets for the water balance equation and the reference evapotranspiration (ETo) was calculated using the standard method of Penman Monteith. The crop coefficients given by the relationship between ETc and ETo. At the end of the crop cycle were obtained crop coefficients for the three phases of development of the same, with values of 0.57, 0.83, 1.25 and 0.31 for the stages 1, 2, 3 and 4, respectively.

Keywords: water balance, evapotranspiration, developmental stages.

INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) apresenta-se com grande importância na alimentação humana, sendo um alimento básico para o brasileiro que consome em média 17 kg por ano (Wander e Chaves, 2011). Segundo a Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO (2010), o Brasil é o maior produtor e consumidor de feijão do mundo, e é cultivado por agricultores de diversos perfis, em diferentes regiões e em diversificados sistemas de produção.

Em relação aos fatores climáticos que mais influenciam na produção de feijão, destacam-se a temperatura, radiação solar e a precipitação pluvial, e dentre estes, a precipitação é a principal causadora do insucesso de altas produtividades da cultura do feijoeiro (Embrapa, 2005). Em regiões onde se tem esse fator escasso ou mal distribuído, como é o caso da região oeste do RS, os resultados podem ser expressivos tanto na perda de produtividade como na obtenção de produto com qualidade inferior, quando a cultura for submetida à falta ou excesso de água nas suas fases de desenvolvimento mais sensíveis. Desta maneira, a irrigação é considerada uma prática agrícola indispensável para se obter lavouras com produtividades elevadas e de boa qualidade.

Guimarães et al. (2011) constatou que o número de vagens.planta⁻¹ é o componente agrônomo mais sensível ao estado hídrico do feijoeiro comum. Acrescenta-se que o número

de vagens.planta⁻¹ foi mais intensamente afetado que o de grãos.vagem⁻¹, inferindo - se que a deficiência hídrica atua com mais intensidade sobre a abscisão de flores e vagens que sobre a esterilidade do grão de pólen, a qual determina menor número de grãos.vagem⁻¹.

Cunha et al. (2013) em estudos, observou que as plantas de feijoeiro submetidas a déficit hídrico de 21 e 37% nas fases vegetativa e reprodutiva, respectivamente, têm sua produtividade reduzida em 29%. Déficit hídrico de 22% na fase reprodutiva é capaz de reduzir a produtividade do feijoeiro em 15%. Porém, para a prática da irrigação ser eficiente, é necessário o conhecimento de parâmetros específicos para cada cultura e clima, que determinam o momento exato e a quantidade adequada da aplicação de água.

O manejo da irrigação pode ser efetuado através de parâmetros de planta, solo e clima, este último, porém, torna-se o mais utilizado por ser considerado mais simples, por depender de dados meteorológicos como precipitação pluviométrica, umidade relativa, velocidade do vento, e de valores que expressem correções de irrigação para cada cultura, como é o caso dos coeficientes de cultura (Kc). O coeficiente de cultura de determinado cultivo pode ser obtido pela relação entre a evapotranspiração da cultura e a evapotranspiração de referência, sugerido por Doorenbos & Pruitt (1977). A distribuição do coeficiente de cultura (Kc) durante o ciclo produtivo, é chamada de "curva da cultura", que é obtida experimentalmente, e representa o efeito integrado da mudança da área da folha, da

altura da planta, do grau de cobertura, da resistência do dossel da planta e do albedo sobre a ETc em relação a ETo (Sedyama, 1996).

Para determinar a quantidade e a disponibilidade de água para as plantas é necessário um conhecimento da dinâmica de água no solo. O balanço hídrico é um dos métodos utilizados para determinar essa demanda hídrica para os diferentes estágios de desenvolvimento das culturas (Silva, 2003).

Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo determinar os coeficientes de cultura do feijão preto para a região fronteira-oeste do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha – Campus Alegrete – Rio Grande do Sul.

O município de Alegrete apresenta coordenadas geográficas 29.7116° de latitude sul e 55.5261° de longitude oeste. O local encontra-se a 121m acima do nível do mar, apresentando clima predominante subtropical, temperado quente, com estações bem definidas (Cfa na classificação de Koppen). A média de precipitação pluviométrica é de 1525 mm anuais. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico arênico, unidade de mapeamento São Pedro (Streck et al., 2008). Os dados referentes às condições climatológicas do local foram obtidos através da estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia, localizada no Instituto Federal Farroupilha – Campus Alegrete, situada a aproximadamente 500m na área do experimento. Foram coletados diariamente dados de precipitação pluvial (mm), temperatura (°C), umidade relativa do ar (%), velocidade do vento ($m.s^{-1}$) e radiação solar ($w.m^{-2}$).

A área experimental corresponde a três parcelas com 32m² cada, onde em cada uma foi instalado um lisímetro de drenagem, que consistia em um reservatório de água de polietileno com capacidade para 1m³ de solo, diâmetro médio de 1,52m e altura de 0,78m. Cada lisímetro foi conectado em sua parte

inferior a um coletor, por meio de tubos de PVC de 25 mm de diâmetro com o objetivo de coletar a água percolada, segundo metodologia descrita por Bernardo et al. (2008).

A semeadura foi realizada em 21 de fevereiro de 2014 no sistema de plantio convencional. O espaçamento entre linhas utilizado foi de 0,45m totalizando 15 plantas metro linear⁻¹. A cultivar utilizada foi a BRS Valente, que possui ciclo médio. A irrigação foi realizada através de um sistema de aspersão convencional. O manejo de irrigação baseou-se em turno de rega pré-fixado de cinco dias e a lâmina de água utilizada representava 100% de reposição da evapotranspiração da cultura, que foi calculada através da coleta dos dados de evaporação do tanque Classe “A” pela seguinte expressão:

$$ETc = Ev \cdot Kp \cdot Kc \quad (1.0)$$

Onde:

ETc = Evapotranspiração da cultura (mm);

Ev = Evaporação do tanque (mm);

Kp = Coeficiente do tanque (adimensional);

Kc = Coeficiente de cultura (adimensional).

Para a obtenção dos dados da evapotranspiração da cultura no decorrer do experimento para realizar a determinação dos coeficientes de cultura, foi realizado o balanço hídrico, por meio da diferença entre o volume de água aplicado no lisímetro (irrigação + precipitação) e o volume drenado, recolhido nos coletores. Sendo assim, a evapotranspiração da cultura (ETc) foi determinada pela equação do balanço hídrico apresentada por Reichardt (1985) pela equação simplificada:

$$P + I - D - ETc = \Delta h \quad (2.0)$$

Onde:

I = Irrigação no lisímetro (mm);

P = Precipitação pluviométrica no lisímetro (mm);

D = Água drenada do lisímetro (mm);

Δh = Variação de armazenagem água dentro dos lisímetros (mm).

Assumindo-se balanços hídricos em intervalos de tempo em quinquênios, admitiram-

se condições de fluxo permanente, e desprezou-se o termo Δh . (Santos, 2011).

Para a determinação da evapotranspiração de referência (ET_o), foi utilizado o método indireto de Penman-Monteith, recomendado pela FAO.

$$ET_o = \frac{0,408 \cdot \Delta \cdot (R_n - G) + \gamma \cdot \frac{900}{T + 273} \cdot U_2 \cdot (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0,34 \cdot U_2)} \quad (3.0)$$

Onde:

R_n = Saldo de radiação ($MJ \cdot m^{-2} \cdot dia^{-1}$);

G = Densidade do fluxo de calor no solo ($MJ \cdot m^{-2} \cdot dia^{-1}$);

D = Declinação da curva de saturação do vapor de água ($kPa \cdot ^\circ C^{-1}$);

U_2 = Velocidade do vento (média diária) a 2 m acima da superfície do solo ($m \cdot s^{-1}$);

T = Temperatura média do ar ($^\circ C$);

e_s = Pressão de saturação do vapor (kPa);

e_a = Pressão atual do vapor (kPa);

γ = Fator psicrométrico ($MJ \cdot kg^{-1}$).

Utilizando os valores de evapotranspiração de referência (ET_o) e da evapotranspiração da cultura (ET_c) diários, foram calculados os coeficientes de cultura (K_c) nas diferentes fases do desenvolvimento da cultura do feijão pela expressão: (Doorenbos e Pruitt, 1977).

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o} \quad (4.0)$$

Onde:

ET_c = Evapotranspiração da cultura ($mm \cdot dia^{-1}$)

ET_o = Evapotranspiração de referência ($mm \cdot dia^{-1}$)

O ciclo de desenvolvimento da cultura foi dividido em quatro fases, sendo elas: F1 – Período que compreende a data da semeadura até a cultura cobrir 10% do solo; F2 – Período que compreende o término da F1 até a cultura cobrir 80% do solo; F3 – Período que compreende o término da F2 até o período de floração e formação dos grãos e F4 – Período que compreende o término da F3 até a colheita.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme é observado (Tabela 01), a precipitação pluvial no período do estudo, ultrapassou a demanda mínima de água que a cultura do feijoeiro necessita em seu ciclo, que ocorre na faixa de 300 a 400 mm. Porém a prática da irrigação foi imprescindível no período de floração da cultura, quando ocorreu precipitação pluvial mínima.

Tabela 01 - Valores da Precipitação (mm), Irrigação (mm), Drenagem (mm), Evapotranspiração da cultura ($mm \cdot dia^{-1}$) e Evapotranspiração de Referência ($mm \cdot dia^{-1}$) no decorrer das fases de desenvolvimento da cultura do feijão.

Fase de Desenvolvimento	Precipitação (mm)	Irrigação (mm)	Drenagem (mm)	ET_c (mm)	ET_o (mm)
F1	265,60	25,70	224,67	66,62	116,96
F2	86,80	12,60	21,86	77,54	93,52
F3	204,80	76,26	166,79	114,26	91,52
F4	89,80	3,13	79,15	13,78	43,76
Σ	647,00	117,69	492,47	272,20	345,76

Acompanhados dos dados de precipitação, também são apresentados os valores das irrigações aplicadas durante as fases e ainda a drenagem de água dos lisímetros, deste modo, pode-se observar que houve um acréscimo da evapotranspiração da cultura a partir da Fase 1 até a Fase 3, onde alcançou o pico máximo de

114,30 mm (média diária de 2,93 $mm \cdot dia^{-1}$), e onde ocorre o período que compreende ao término da F2 até o período de floração e formação dos grãos. Após este período a evapotranspiração da cultura apresentou um decréscimo considerável até o final da Fase 4, quando ocorreu a colheita da cultura do feijão,

COEFICIENTES DE CULTURA (KC) DO FEIJOEIRO COMUM IRRIGADO

apresentando média diária de $0,55 \text{ mm dia}^{-1}$, que se justifica pelo fato de que neste período as plantas necessitam de menor quantidade de água e entram em fase de senescência das folhas.

A taxa de evapotranspiração média da cultura foi de $2,32 \text{ mm dia}^{-1}$, com evapotranspiração de todo ciclo de $272,20 \text{ mm}$, valor próximo ao encontrado por Bastos (2008), que contabilizou $288,5 \text{ mm}$ da ETc em estudos com feijão-caupi BR-17 Gurguéia. Já, Souza (2005) trabalhando com feijão-caupi cultivar Setentão, observou um total de $337,4 \text{ mm}$. Para os dados de ETo,

observou-se que nas Fases 1 e 2 onde ocorreram os maiores valores (média diária de $4,03$ e $3,89 \text{ mm dia}^{-1}$ respectivamente), compreendendo os períodos que apresentaram maiores temperaturas e menores valores de umidade relativa do ar. Já para as Fases 3 e 4 (média diária de $2,34$ e $1,75 \text{ mm dia}^{-1}$ respectivamente), houve um decréscimo nos valores de temperatura e aumento da umidade relativa do ar. Os dados detalhados podem ser observados na figura 1 em dias após a semeadura, no qual confirma os resultados descritos anteriormente.

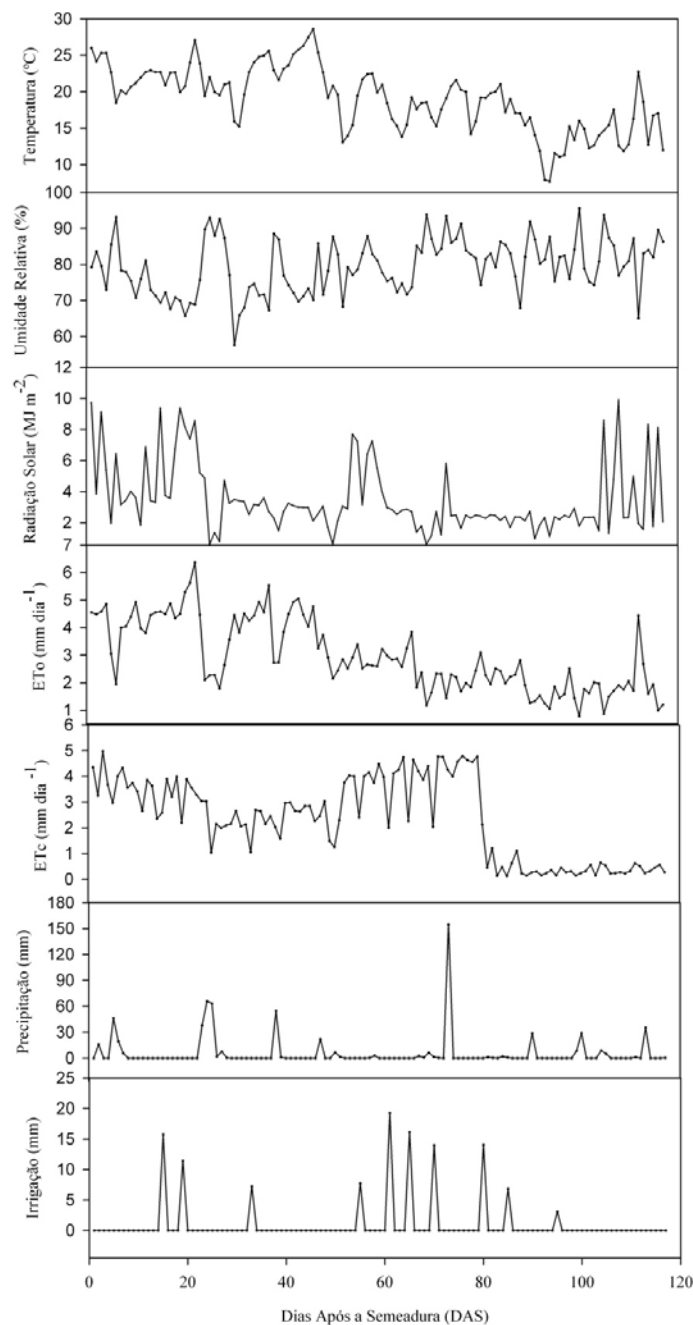


Figura 01 – Detalhamento dos dados de Temperatura (°C), Umidade Relativa (%), Radiação Solar (MJ m⁻²), Evapotranspiração de Referência (mm dia⁻¹), Evapotranspiração da cultura (mm dia⁻¹), Precipitação (mm) e Irrigação (mm) no decorrer dos dias após a semeadura (DAS) da cultura do feijão.

Tabela 02 – Período de duração (DAS), estágio fenológico e Coeficiente de Cultura do feijão para as quatro fases de desenvolvimento durante seu ciclo.

Fase Des.	Período (DAS)	Estádio Fenológico	Kc
F1	19	Semeadura – V2	0,57
F2	32	V3 – R5	0,83
F3	29	R6 – R8	1,25
F4	37	Maturação	0,31

O ciclo da cultura do feijão teve duração de 117 dias, sendo este período dividido nas quatro fases de desenvolvimento da cultura, e observado os estádios fenológicos da cultura conforme mostra a tabela 02.

Os coeficientes de cultura apresentaram valores de 0,57 e 0,83 para as Fases 1 e 2, respectivamente e nas Fases 3 e 4, os resultados foram de 1,25 para a Fase 3 e 0,31 para a Fase 4.

Os coeficientes de cultura, para a cultura do feijão, recomendados pela FAO são de 0,4 na fase inicial, 1,15 na fase intermediária e 0,35 na fase final.

Os resultados encontrados neste estudo podem ser comparados com os obtidos por Mendonça et al. (2007), que com o objetivo determinar valores de Kc para as diferentes fases fenológicas do feijoeiro comum, cultivar UENF-47, através da utilização de um lisímetro de pesagem e compará-los com os valores propostos pela FAO 56, encontrou valores de 1,04, 1,34 e 0,34, para os períodos inicial, intermediário e final, respectivamente. Bastos et al. (2008) estudando os coeficientes de cultura do feijão-caupi no Piauí, obteve valores de Kc de 0,8, 1,1, 1,4 e 0,3 para os estádios fenológicos inicial, crescimento, reprodutivo e final, respectivamente.

Observa-se que as fases que compreendem o período de crescimento e reprodução da cultura, são aquelas que apresentam os maiores valores de Kc, esse fato demonstra que são nessas fases que a cultura necessita de maior disponibilidade de água, o que irá refletir no final do ciclo e será revertido em maior produtividade.

É válido observar que a partir da fase 3, ocorreu um decréscimo no valor do Kc, isso se

explica pelo fato que o coeficiente de cultura apresenta crescimento gradual até o período reprodutivo, depois deste ocorre a redução da demanda hídrica pelas plantas justificando este decréscimo, segundo Souza et al. (2011).

CONCLUSÕES

A evapotranspiração da cultura do feijão cultivado na Região Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, apresentou 272,20 mm, sendo a média diária de 2,32 mm dia⁻¹, e os valores médios de coeficientes de cultura (Kc) obtidos para as quatro fases de desenvolvimento estudadas foram de 0,57, 0,83, 1,25 e 0,31 respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASTOS, E. A; FERREIRA, V. M; SILVA, C. R; ANDRADE JÚNIOR, A. S. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do feijão-caupi no vale do Gurguéia, Piauí. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 13, n. 2, p. 182-190, 2008.

BERNARDO, S; SOARES, A. A; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8^a ed. UFV, 2008, 625p.

CUNHA, P. C. R.; SILVEIRA, P. M.; NASCIMENTO, J. L. & JÚNIOR, J. A. Manejo da irrigação no feijoeiro cultivado em plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB. v.17, n.7, p.735–742, 2013.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. Las necesidades de água de los cultivos. Roma, FAO, 1977, 194p.

Embrapa, Arroz e Feijão. (2005). Disponível em <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoIrrigadoNoroesteMG/clima.htm>>.

Fao. Food balance sheets. 2010. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/368/DesktopDefault.aspx?PageID=368#ancor>>.

GUIMARÃES, C. M.; STONEL, L. F.; PELOSOL, J. D & OLIVEIRA, J. P. Genótipos de feijoeiro comum sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.7, p.649–656, 2011.

MENDONÇA, J. C.; SOUSA, E. F.; SALASSIER, B. Determinação do coeficiente cultural (Kc) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), em Campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.5, p.471–475, 2007.

REICHARDT, K. **Processo de transferência no sistema solo – planta – atmosfera**. 4ª ed. Campinas: Fundação Cargill, 1985, 466p.

SANTOS, A.; CORREA, A. M.; MELO, C. L. P.; DURANTE, L. G. Y.; CARNEIRO, T.; OLIVEIRA, R. Desempenho agrônomico de genótipos de feijão comum cultivados no período “da seca” em Aquidauana-MS. Dourados, **Revista Agrarian**, v.4, n.11, p.33-42, 2011.

SEDIYAMA, G. C. Evapotranspiração: histórico, evolução e análise crítica. **Revista**

Brasileira de Agrometeorologia. UFSM. v.4. p.1–12, 1996.

SILVA, L.D.B. **Evapotranspiração do capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.) e grama batatais (*Paspalum notatum* Flugge) utilizando o método do balanço de energia e lisímetro de pesagem**. 2003. 47f. Tese de doutoramento. Piracicaba, Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

SOUZA, M. S. M.; BEZERRA, F. M. L.; TEÓFILO, E. M. Coeficientes de cultura do feijão caupi na região litorânea do Ceará. **Revista Irriga**, Botucatu, v.10, n.3, p.241-248, 2005.

SOUSA, I. F. de. et al. **Estudo do coeficiente de cultura do centro da Região Agreste do estado do Sergipe**. In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA. Guarapari, CBAgro, 2011, 4p.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2ª ed. Porto Alegre, Emater/RS, 2008, 222p.

STÜPP, J. J. **Manejo de coleópteros desfolhadores com atrativos e repelentes em cultivos orgânicos**. 2005. 40f. Dissertação de mestrado. Lages, Universidade do Estado de Santa Catarina.

WANDER, A. E.; CHAVES, M. O. **Consumo per capita de feijão no Brasil de 1998 a 2010: Uma comparação entre consumo aparente e consumo domiciliar**. In: 10º Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão. Goiânia. CONAFE, 2011, 4p.