

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS CURITIBANOS
BACHARELADO EM CIÊNCIAS RURAIS**

LUIZ MARCELO LONGHI

**DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE CULTURA (KC) E
EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CULTURA DO ALHO NA REGIÃO DO PLANALTO
CATARINENSE**

CURITIBANOS

2013

LUIZ MARCELO LONGHI

**DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE CULTURA (Kc) E
EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CULTURA DO ALHO NA REGIÃO DO PLANALTO
CATARINENSE**

Projeto apresentado como exigência para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Rurais, do curso de Ciências Rurais, ministrado pela Universidade Federal de Santa Catarina – *Campus* Curitibanos. Orientador: João Batista Tolentino Júnior. Co-orientadores: Mônica A. Santos e Alexandre Tavela.

CURITIBANOS

2013

RESUMO

O coeficiente de cultura (K_c) associado a evapotranspiração de referência (E_{To}) estima a evapotranspiração da cultura. Esses dados são de extrema importância para um bom manejo de irrigação melhorando aspectos, como o consumo de água e a produtividade do alho. O projeto tem por objetivo determinar o coeficiente de cultura para a utilização desses dados no controle de irrigação. O coeficiente de cultura será determinado através de uma relação da evapotranspiração da cultura (E_{Tc}) e da evapotranspiração de referência (E_{To}), estimadas pelos métodos de tanque lisímetro para a E_{Tc} e pela equação de Penman-Monteith e tanque classe A para a E_{To} . Espera-se construir a curva do coeficiente de cultura determinando a duração dos estágios de desenvolvimento da cultura e o valor do K_c para cada fase, melhorando assim o manejo de irrigação na produção do alho, diminuindo os impactos ambientais e melhorando a produtividade da cultura.

Palavras-chave: *Allium sativum*, manejo de irrigação, balanço hídrico.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. JUSTIFICATIVA	6
3. OBJETIVOS	7
3.1. Objetivo geral	7
3.2. Objetivos Específicos.....	7
4. HIPÓTESE	8
5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
5.1. A cultura do alho	9
5.2. O alho em Santa Catarina.....	10
5.3. Irrigação do alho	11
5.4. Evapotranspiração.....	12
6. METODOLOGIA.....	15
7. RESULTADOS ESPERADOS	18
8. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO.....	19
9. ORÇAMENTO*	20
10. REFERÊNCIAS.....	22

1. INTRODUÇÃO

O alho (*Allium sativum*) é uma hortaliça vinda da Ásia central, possui grande importância tanto social quanto econômica, sendo cultivada há séculos por diferentes povos (MOURA et al., 2013). O Alho apresenta grande potencial nutricional, medicinal, usado também, em larga escala, como condimento para alimentos, pois é rico em amido e substâncias aromáticas. Dessa hortaliça, a parte aproveitável é o bulbo, que ainda é dividido em bulbilhos, conhecido popularmente como os dentes do alho (MOURA et al., 2013).

O alho é cultivado em todo mundo, sendo que no Brasil os estados de Santa Catarina, Rio Grande do sul, Goiás, Minas Gerais e Bahia detêm 94% da produção nacional (MOURA et al., 2013). Segundo a Companhia nacional de abastecimento-Conab (2013), em 2012 a produção nacional de alho foi de 108.393 toneladas em uma área de 10.213ha, com rendimento médio de 10,61t/ha. O Sul do país detém a maior área plantada, mas apresenta-se como apenas a terceira região em produção, devido a sua baixa produtividade em relação ao Centro-Oeste e ao Sudeste (IBGE, 2011).

No Sul, o estado de Santa Catarina ocupa a segunda posição em área de alho plantada, ficando atrás apenas do Rio Grande do Sul. Por outro lado, tem a maior produtividade (10,12 t/ha), sendo que em 2012 produziu 19.315 toneladas de alho (CONAB, 2013). A região do planalto catarinense é responsável por mais de 70% da produção do estado, sendo que, dos oitos municípios que cultivam alho na região, Curitiba é o pioneiro, seguido por Frei Rogério, que em 2010 detinham áreas plantadas de 650 ha e 250 ha respectivamente (PTDRS, 2010).

Para o agronegócio do alho, a qualidade do produto é de extrema importância em relação ao tamanho e aparência do bulbo, na comercialização. Sendo que uma irrigação mal manejada pode levar a ocorrência de doenças que diminuam a qualidade do produto (MOURA et al., 2013). Além disso, a água na irrigação contribui com elevado custo de produção, principalmente com o bombeamento, e o desperdício acarreta na diminuição do lucro da produção e o excesso de água pode causar perda de nutrientes, degradação do solo entre outros prejuízos ao agricultor. (ALBUQUERQUE, 2010).

A falta da irrigação pode reduzir a produção da cultura, sendo que, no planalto catarinense, segundo Lucini (2013) a irrigação é de extrema importância para ultrapassar a barreira de produção de oito mil toneladas por hectares.

Apesar de se ter vários benefícios com o investimento em irrigação, os agricultores ainda não dão a devida importância por vários fatores, como por exemplo, a falta de dados

edafoclimáticos. Sendo assim, a maioria dos agricultores não dispõem de dados climáticos e análises físico-hídricas do solo de sua área, desconhecendo, desse modo, alguns fatores determinantes para a evapotranspiração na cultura do alho em suas propriedades (ALBUQUERQUE, 2010).

A evapotranspiração é utilizada para a determinação do coeficiente de cultura, e ela é um processo dinâmico entre planta-solo-atmosfera, que sofre influência da cobertura do solo gerada pela planta e restos de culturas, o tipo de irrigação e o preparo do solo para o plantio (ABID, 2013). O coeficiente de cultura (K_c) é a relação entre a evapotranspiração máxima (ET_c) e a evapotranspiração de referência (ET_o) da cultura. O K_c pode ser visto como um método de racionalização da irrigação, diminuindo os custos e o impacto ambiental, ele determina a quantidade correta e o momento certo da aplicação da água, levando em consideração o método da irrigação empregado na área (SATURINO, 2013).

Com esse panorama, esse trabalho visa propiciar dados de evapotranspiração e coeficiente de cultura do alho, para que se possa maximizar a eficiência da irrigação, para um aumento da produtividade na cadeia de produção do alho, além de minimizar o impacto ambiental causado pela irrigação.

2. JUSTIFICATIVA

Na região do planalto catarinense, em especial a região de Curitibaanos, o alho tem um grande papel econômico, sendo essa área a maior produtora dessa cultura no estado. Mas essa é uma região de baixa produtividade da cultura por hectare se levarmos em consideração a produção em estados como Goiás e Minas Gerais.

Sendo assim, um dos motivos da baixa produtividade dessa cultura na região pode ser a irrigação com baixa eficiência que resulta na diminuição da produção e da renda final do agricultor.

A obtenção de informações sobre a cultura do alho específicas para a região do planalto catarinense pode contribuir para melhorar a eficiência da irrigação da cultura.

3. OBJETIVOS

3.1.Objetivo geral

Determinar o coeficiente de cultura do alho irrigado na região do planalto catarinense.

3.2.Objetivos Específicos

- Construir o gráfico do coeficiente de cultura para o alho e determinar a duração dos estágios de desenvolvimento da cultura.
- Melhorar o manejo de irrigação com o uso do coeficiente de cultura e do valor da evapotranspiração do alho para a racionalização do uso da água e o aumento a produtividade da cultura.

4. HIPÓTESE

A definição dos dados de coeficiente de cultura e evapotranspiração auxiliam na racionalização do uso da água na irrigação e na maximização dos resultados de produtividade do alho irrigado.

5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1.A cultura do alho

O alho (*Allium sativum*) representa uma cultura de grande importância econômica e social. É originário da Ásia Central, sendo seu cultivo realizado em praticamente todo o mundo (MOURA et al., 2013).

A parte aproveitável da cultura é o bulbo que é dividido em bulbilhos ou dentes, que são folhas modificadas em tecidos de reserva, ricos em amido e substâncias aromáticas, que proporcionam odor característico, muito aproveitado na culinária como tempero nos alimentos, pelo seu alto valor condimentar e nutricional. Além disso, o alho apresenta um grande valor para a medicina e, também, no controle de patógenos em plantas. Sendo utilizados desde a antiguidade como condimento e com finalidades medicinais (AMORIM et al., 2002; MOURA et al., 2013; ROSENBAUM; BORGES FILHO, 2013)

Segundo dados da FAO, em 2010 foram de 17,6 milhões de toneladas a produção de mundial de alho, em uma área de aproximadamente 1,2 milhões de hectare. A China é a grande líder de produção, produzindo cerca de 77% do alho mundial, o Brasil tem uma discreta participação chegando a 0,56%, o que não tira a importância dessa cultura para nosso país (CONAB, 2013).

O Brasil é o segundo maior consumidor de alho no mundo, perdendo apenas para a China, e o maior importador, onde apesar de uma crescente oferta de produtos nacionais ainda não é suficiente para suprir a demanda interna, isso se deve a baixa produtividade das plantações nacionais (CONAB, 2013; TREVISAN et al., 1997; RESENDE et al., 2013). A produção brasileira pode ser elevada a patamares de suprir as necessidades internas do país e até mesmo exportar o produto (RESENDE et al., 2013), no entanto, para isso é necessário estudos sobre quais cultivares melhor se adaptam as características climáticas, principalmente fotoperíodo e temperatura, de cada região produtora (RESENDE et al., 2003).

O Brasil produziu em 2012 108.393 toneladas de bulbos de alho em uma área de 10.213ha, com rendimento médio de 10,61t/há (CONAB, 2013). Cinco estados são responsáveis por mais de 90% da produção brasileira, são esses Minas Gerais, Santa Catarina, Goiás, Rio Grande do Sul e Bahia. Os três primeiros desde 2003 são os maiores produtores de alho no Brasil, com um destaque maior, nos últimos anos, para Goiás que teve um grande aumento em sua produção, devido a maior produtividade das lavouras que tem rendimento

médio de 14,70 ton/há, participando com 32,98% da produção nacional (MACÊDO et al., 2009; CONAB, 2013; MOURA et al., 2013).

5.2.O alho em Santa Catarina

A região Sul possui a maior área destinada ao plantio de alho no Brasil. Essas áreas estão distribuídas principalmente no Rio Grande do Sul e Santa Catarina, e possuem o pior rendimento por hectare no país (IBGE, 2011). Santa Catarina produz 17,82% do alho brasileiro, ficando atrás somente de Goiás (CONAB, 2013).

Santa Catarina foi um dos únicos estados brasileiros que apresentou crescimento na produção de alho no último ano. Observa-se esse crescimento na área plantada (hectares) com um acréscimo de 1,76% e também no rendimento (ton/ha) consequentemente na produtividade (em ton) apresentando um aumento de 1,2% e 2,79% respectivamente (CONAB, 2013).

A região do Planalto é a principal produtora da cultura do alho, responsável por 76% da produção total do estado de Santa Catarina, onde dos trezes municípios que compõem a região, apenas oito produzem alho. Curitibanos é o principal produtor com uma área plantada de 650 ha em 2010, seguido por Frei Rogério que deteve uma área de 250 hectares plantados (PTDRS, 2010). Sendo assim, percebe-se a importância dessa cultura para a região e, principalmente, para os agricultores familiares, os quais concentram a maior produção de alho no estado.

Por outro lado, no agronegócio do alho não basta apenas ter um rendimento quantitativo da produção, é de extrema importância ter também a qualidade do produto, como o tamanho, peso dos bulbo, aparência do alho, além características organolépticas e sólidos totais, os quais são de grande importância no processo de industrialização (MOURA et al., 2013; TREVISAN et al., 1997; RESENDE et al., 2003). Esses fatores são influenciados pela irrigação, sendo que quando essa prática é utilizada de forma correta pode garantir essas qualidades.

5.3. Irrigação do alho

O uso da água na agricultura irrigada tem um elevado peso no custo de produção, principalmente em relação ao bombeamento (ALBUQUERQUE, 2010). Além disso, a água é um dos principais fatores que afetam o desenvolvimento da cultura, comprometendo principalmente a fase do desenvolvimento bulbos, onde tanto a falta como o excesso são prejudiciais à qualidade do produto (MAROUELLI et al., 2002).

A época de cultivo do alho coincide justamente com a estação fria no Sul e Sudeste, ou seja, a época mais seca do ano, tornando-se indispensável o uso da irrigação, pois essa vai influenciar diretamente na quantidade e qualidade da produção (MELO, 1999; MAROUELLI et al., 2002). Segundo Lucini (2013) para a região do planalto catarinense é indispensável o uso da irrigação para obter uma produção acima de 8 ton/ha sendo que, após a diferenciação o solo deve ficar sempre em estado de capacidade de campo e irrigar a cultura principalmente na ocorrência dos veranicos, para não prejudicar o desenvolvimento da mesma.

Uma irrigação mal manejada pode trazer vários problemas para o desenvolvimento da cultura e também impactos ambientais. A falta de água no solo proporciona uma baixa produtividade, mas o excesso de irrigação pode acarretar sérios problemas, tanto para a cultura quanto para o ambiente. Como por exemplo, o aumento da ocorrência de patógenos (ALBUQUERQUE, 2010; MAROUELLI et al., 2002; PIRES; ARRUDA, 1995), superbrotamento do alho (MACÊDO et al., 2006), processo erosivos e a salinização do solo que dificulta a disponibilidade dos elementos essenciais para o desenvolvimento da planta (AMORIM et al., 2002), entre outros.

Entretanto quando se trabalha com uma irrigação bem manejada os benefícios são inúmeros. Esse manejo da irrigação deve maximizar a produtividade, melhorar a qualidade, não alterar a eficiência dos fertilizantes, minimizar os custos, controlar a ocorrência de doenças e pragas além de proporcionar melhores condições físicas e químicas ao solo (ALBUQUERQUE, 2010).

Embora quase todos os agricultores trabalhem com a irrigação, ele é realizada apenas pelo critério prático do Alicultor, não considerando as reais necessidades da cultura (MAROUELLI et al., 2002). Para se ter um bom programa de irrigação, é necessário conhecer a demanda de água da planta e a capacidade de retenção de água do solo. No entanto grande parte dos agricultores não tem acesso aos dados edafoclimáticos, como a evapotranspiração e o coeficiente de cultura para a cultura do alho (ALBUQUERQUE, 2010; MELO; OLIVEIRA, 1999), o que favoreceria na escolha dos melhores métodos produtivos.

5.4. Evapotranspiração

A evapotranspiração é a soma entre evaporação da água do solo e a transpiração da planta, que nada mais é que a liberação da água que foi utilizada nos processos metabólicos necessários para o crescimento e desenvolvimento da planta para atmosfera principalmente através dos estômatos (CARLESSO, 2007). Ou seja, a evapotranspiração é um sistema dinâmico entre solo, a planta e atmosfera a partir da entrada da aplicação da água através da forma natural (chuvas) ou da forma artificial (irrigação) (ABID, 2013). A evapotranspiração sofre a influência de fatores climáticos como radiação solar, temperatura, umidade relativa, vento, localização geográfica e etc. sendo que para cada condição de climática tem-se um valor para essa variável (MASSIGNAN; PANDOLFO, 2006).

A evapotranspiração pode ser definida em quatro modos:

- Evapotranspiração máxima de uma cultura (ET_m):

Sendo o consumo de água em condições ótimas de disponibilidade de água e sem a ocorrência de fatores limitantes tanto da planta quanto do solo que comprometam a transpiração da planta (ABID, 2013; CARLESSO, 2007);

- Evapotranspiração potencial (ET_p):

É a quantidade de água evaporada por uma cultura com porte baixo e toda a área de cultivo coberta pela planta sem estresse hídrico (CARLESSO, 2007);

- Evapotranspiração real (ET_r):

Quantidade de água evaporada pela planta em condições normais, influenciada pela disponibilidade de água no solo e pela demanda evaporativa da atmosfera (CARLESSO, 2007; BERGAMASCHI, 1999)

- Evapotranspiração de referência (ET_o):

É a perda de água de uma cultura bem adaptada ao clima local, sem efeito de bordadura e sem estresse hídrico, mas também pode ser estimado por recomendações da FAO pelo método de Penman-Monteith que dá um valor muito próximo a evapotranspiração de referência da grama no local da avaliação (CARLESSO, 2007; ABID, 2013).

A evapotranspiração pode ser determinada de forma direta ou através de estimativas. A forma direta utiliza dos métodos de balanço hídrico e micro meteorológico. Já para as estimativas, pode-se utilizar os métodos de Penman, equação de Priestley e Taylor, equação de Thornthwaite, tanque classe A e relação com elementos meteorológicos (BERGAMASCHI, 1999; ALTHOFF, 1996)

O conhecimento da evapotranspiração máxima das plantas cultivadas em suas diferentes fases de desenvolvimento é de extrema importância para o planejamento e manejo da utilização da água na agricultura irrigada, pois esta permite se ter um maior aproveitamento da disponibilidade hídrica naturais e artificiais (BERGAMASCHI, 1999).

5.5. Coeficiente de cultura (Kc)

É muito importante conhecer as necessidades hídricas das culturas para poder manejar de forma correta a aplicação da irrigação. Alguns parâmetros podem ser determinados para auxiliar no planejamento da atividade, entre eles está o coeficiente de cultura (MAIA; MORAIS, 2008), que é medido através da relação entre a evapotranspiração potencial da cultura ou máxima (ET_c) e a evapotranspiração de referência (ET_o) (ABID, 2013).

Mendonça et al. (2007) destaca que o K_c é uma variável dependente das condições ambientais e fisiológicas das plantas, e deve ser determinado para as condições locais onde vai ser utilizado. O coeficiente de cultura (K_c) sofre influência de indicadores biológicos como, área foliar, estrutura da planta (sistema radicular e parte aérea), cobertura do vegetal do solo e a transpiração (VILA NOVA, 2001), fatores físicos, do tipo de solo (BERGAMASCHI, 1999), do método de irrigação, estágio de desenvolvimento da cultura, do arranjo das plantas e dos fatores climáticos reinantes (MAIA; MORAIS, 2008).

Como o K_c varia de acordo com a cobertura do solo é indicado que ele seja determinado de acordo com as fases do ciclo da cultura, pois a porcentagem da área coberta do solo tende a aumentar com o desenvolvimento das plantas (ABID, 2013; BERGAMASCHI, 1999), e de acordo com Albuquerque (2010) para a determinação do coeficiente de cultura de plantas anuais o ciclo é dividido em quatro fases sendo eles:

1. Estágio inicial (cobertura do solo <10%);
2. Estágio de desenvolvimento vegetativo (de 10% a 80% da cobertura do solo);
3. Estágio de florescimento ou reprodutivo (até a maturação, máximo de cobertura do solo), no caso do alho é a fase de desenvolvimento dos bulbos;
4. Estágio de maturação.

O coeficiente de cultura (K_c) pode ser utilizado como um modo de racionalização da irrigação, reduzindo os custos de produção e os impactos ambientais causados pela irrigação. Quando utilizado nos cálculos de irrigação pode determinar o momento e a quantidade água a

serem utilizadas, levando em consideração o método de irrigação, isso tudo em busca do ganho máximo da produção (ABID, 2013; MENDONÇA, 2007).

6. METODOLOGIA

O experimento será realizado em uma área de 100m² (10x10) localizada no campo experimental da UFSC Curitibanos próximo a Rodovia Municipal Ulisses Gaboardi. Serão realizadas análises químicas, físicas e hídricas do solo para a classificação do solo e a necessidade de adubação e calagem da área.

Será instalado um tanque lisimétrico no meio da área do experimento para que não ocorra o efeito de bordadura. O tanque será composto por uma caixa d'água com capacidade para 100 litros e dimensões de 0,41m de altura, 0,41m de Diâmetro da base, 0,54m de Diâmetro da boca apoiada em cima de uma célula de carga do modelo GL-200 sustentada por um suporte, modelo SUPLEX – 200L (aço carbono) com sensibilidade de 0,04 kg e acoplado ao sistema um datalogger XPTO, modelo CD 10 Mega programado para coletar e armazenar os dados obtidos. Todo o sistema será ligado a uma bateria 12V que será conectada a um sistema elétrico de recarga e em sua parte inferior será instalado um sistema de drenagem com um reservatório simples de 20 litros para o armazenamento e controle da água drenada (MENDONÇA et al. 2007; FLUMIGNAN, 2011).

Para a instalação do lisímetro será necessário escavar a área e a construção de uma parede de tijolos em volta da área escavada para a contenção das paredes de terra, no fundo a confecção de um piso de concreto com espessura de 5 cm. Após a colocação do tanque e dos equipamentos de pesagem e medição será realizada a reconstituição do solo dentro do tanque (FLUMIGNAN, 2011).

O preparo do solo (encanteiramento e adubação) deve ocorrer no mínimo 35 dias antes do plantio com o auxílio de um trator e uma enxada rotativa com largura de 1,58 metros para a confecção de canteiros de 1,30 com espaçamento de 30 cm entre eles é importante se ter canteiros livres de torrões. No final do mês de junho será realizado o plantio manual do alho semente tipo 6 da variedade Chonan com espaçamento em fileira dupla espaçadas 10 cm dentro das fileiras e 40 cm entre fileiras. O controle fitossanitário será realizado conforme recomendação técnicas e necessidade de controle (LUCINI, 2013).

A irrigação será realizada diariamente por tubo gotejadores deixando o solo sempre em capacidade de campo, sendo que a quantidade de água no solo será medida por quatro tensiômetros (instrumentos de medição do potencial matricial do solo) distribuídos na área em profundidades de 0-15 e 15-30 centímetros.

A evapotranspiração da cultura (ETc) será medida através do lisímetro de pesagem instalado no experimento pelo balanço de massa. A diferença entre a massa do sistema no dia e a massa do sistema no dia anterior será considerada evapotranspiração.

Já a evapotranspiração de referência (ETo) será determinada de duas maneiras pela equação de Penman-Monteith e o método do tanque classe A.

A estimativa diária da ETo pelo método de Penman-Monteith será realizada pela equação (1) apresentada por Mendonça et al. (2007) e Flumignan (2011), sendo ela:

$$ETo = \frac{0,408 \Delta (Rn - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,3u_2)} \quad (1)$$

Onde, ETo é a evapotranspiração de referência, em mm dia-1; Rn é a radiação líquida sobre a superfície da cultura, em MJ m-2 dia-1; G é a densidade do fluxo de calor do solo, em MJ m-2 dia-1; T é a temperatura do ar, em °C a 2 m de altura; U2 é a velocidade do vento, em m s-1, a 2 m de altura; es é a pressão de saturação de vapor, em kPa, estimada pela média da es(Tmáx) e es(Tmín); ea é a pressão atual de vapor, em kPa; es - ea é o déficit de pressão de saturação de vapor, em kPa °C-1; Δ é tangente à curva de saturação de vapor, em kPa °C-1 e γ é constante psicrométrica em kPa °C-1. (MENDONÇA et al. 2007).

Os dados climáticos necessários para a obtenção da evapotranspiração de referência serão obtidos na estação do INMET em Curitiba localizada no aeroporto da cidade (Latitude: -27.2886°; Longitude: -50.6042°; Altitude: 982,00 metros).

Para a estimativa com o tanque classe A, será utilizado um tanque de evaporação circular com 120 cm de diâmetro e 25 cm de altura, construído com chapas galvanizadas ou de inox e montado a 15 cm do solo em cima de uma armação de madeira em nível. A lamina d'água será mantida no máximo 5cm e no mínimo 7,5 cm da borda. Esse método é uma combinação de fatores como radiação, vento, temperatura e umidade relativa do ar sobre uma superfície de água, com respostas muito parecidas com as das plantas. Na estimativa da ETo pelo tanque classe A serão feitas medidas diárias da evaporação e a renovação da água para evitar a turbidez que pode mascarar os resultados (ALBUQUERQUE, 2010)

Para a relação do tanque classe A e a evapotranspiração de referência utiliza-se da seguinte equação (2):

$$ETo = Kp \cdot ECA \quad (2)$$

Sendo ETo a evapotranspiração de referência pelo método do tanque classe A; o ECA evaporação da água do tanque classe A e; Kp coeficiente empírico adimensional tabelado

que leva em consideração o clima e o ambiente da região que varia de $0,35 \leq K_p \leq 0,85$ (ALBUQUERQUE, 2010).

O coeficiente de cultura (K_c) será medido diariamente de forma simples e direta, sendo determinado um valor para o método de Penman-Monteith e outro para o método do tanque classe A, através da relação da evapotranspiração de referência e a evapotranspiração da cultura, representada pela equação (3);

$$K_c = ET_c \div ET_o \quad (3)$$

Em que, o K_c é o coeficiente de cultura (adimensional); ET_c evapotranspiração da cultura (lâmina por tempo⁻¹) e ET_o evapotranspiração de referência (lâmina por tempo⁻¹) pelos dois métodos encontrados (MENDONÇA et al. 2007; FLUMIGNAN, 2011).

O coeficiente de cultura será determinado pelos dois métodos para que, quando esses valores forem utilizados pra determinar a evapotranspiração da cultura do alho a campo, o agricultor tenha a alternativa de escolher qual a alternativa mais viável para a determinação da evapotranspiração de referência e assim se ter os valores do K_c para cada método.

Com os dados do coeficiente de cultura encontrados serão construídos dois gráficos com a evolução do K_c , determinando as fases do ciclo do alho e o valor do coeficiente durante as fases de desenvolvimento inicial, vegetativo, desenvolvimento dos bulbos e maturação, pois para cada fase esses valores se modificam principalmente pelo aumento da área foliar das plantas.

7. RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se com o presente trabalho obter valores de evapotranspiração da cultura do alho e, com esses dados, determinar o coeficiente de cultura (K_c) desenvolvendo um gráfico da evolução do coeficiente, determinando a duração das quatro fases de desenvolvimento da cultura e os valores do K_c inicial, médio e final.

Com os resultados deste trabalho tem-se como objetivo melhorar o manejo da irrigação do alho, racionalizando o uso da água nessa atividade, e diminuindo os problemas causados pela falta ou excesso de irrigação e proporcionando melhores resultados na produtividade.

A divulgação do presente projeto se dará através da publicação de um artigo científico disponibilizando os dados de evapotranspiração e coeficiente de cultura (K_c) e o gráfico coeficiente obtidos através do experimento.

9. ORÇAMENTO*

ITENS	Unidade	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Total (R\$)
Sementes Chonan Tipo 6	Kg	25	6,00	150,00
Calcário e frete	t	0,5	70,00	35,00
FERTILIZANTES				
Adubo Orgânico	Kg	80	0,09	7,20
Adubo Químico - 3-30-15	Saco 20 Kg	1	106,75	106,75
Uréia	Saco 20 Kg	1	68,50	68,50
Nitrato de Cálcio	Saco 20 Kg	1	75,00	75,00
DEFENSIVOS				
Oxidiazon	L	1	58,00	58,00
Dinitroanilinas	L	1	26,75	26,75
Benzonitrila	L	1	135,00	135,00
Arilofenoxipropionato	L	1	42,60	42,60
Oxima ciclohexanodiona	L	1	160,50	160,50
LISÍMETRO DE PESAGEM				
Caixa d'água 100L polietileno	uni.	1	185,00	185,00
datalogger XPTO CD 10 Mega	uni.	1	851,00	851,00
Célula de carga GL-200	uni.	1	350,00	350,00
Suporte SUPLEX – 200L	uni.	1	150,00	150,00
Bateria 12V	uni.	1	269,77	269,77
Carregador de bateria	uni.	1	270,00	270,00
Cabo 2 x 2,5 mm ² Blindado	metro	150	5,20	780,00
Tijolos	uni.	60	0,54	32,40
Cimento	Saco 50 Kg	2	23,50	47,00
Areia	m ³	0,7	70,00	49,00
Ferro	Barra	1	18,50	18,50
Brita	m ³	0,5	50,00	25,00
Pedreiro	Dia	1	120,00	120,00
IRRIGAÇÃO				0,00
Moto bomba 2 CV	uni.	1	826,06	826,06
Cabo 10 mm ²	metro	100	3,70	370,00
Tubo gotejador	metro	210	0,30	63,00
Tubo de irrigação	rolo c/50m	2	119,90	239,80
Tanque classe A	uni.	1	1951,20	1951,20
Análise de solo		2	26,00	52,00
Gasolina	L	200	2,78	556,00
Diesel	L	40	2,25	90,00
TOTAL				8161,03

*Os serviços mecânicos como utilização de trator e implementos agrícola serão contrapartida da instituição (UFSC).

10. REFERÊNCIAS

- ABID-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM (Brasil). **Kc Coeficiente de cultura:** Evapotranspiração da cultura. Disponível em: <<http://www.abid.org.br/kc/cultura.html>>. Acesso em: 18 out. 2013.
- ALBUQUERQUE, Paulo Emílio Pereira de. **Estratégias de Manejo de Irrigação: Exemplos de Cálculo.** Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 24 p. (Embrapa. Circular técnica, 136).
- ALTHOFF, D.A.; SÔNEGO, M.; POLA, A.C. **Parâmetros para a agricultura irrigada de Santa Catarina: evapotranspiração potencial.** Florianópolis: EPAGRI, 1996. 32p. (EPAGRI. Documentos, 172.)
- AMORIM, Júlio Roberto de Araújo et al. Efeito da salinidade e modo de aplicação da água de irrigação no crescimento e produção de alho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 2, p.167-172, 2002.
- BERGAMASCHI, Homero et al. **Agrometeorologia aplicada á irrigação.** 2. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1999. 130 p.
- CARLESSO, Reimar et al. Estimativa do consumo de água das culturas. In: CARLESSO, Reimar et al. **Usos e benefícios da coleta automática de dados meteorológicos na agricultura.** Santa Maria: UFSM, 2007. Cap. 7. p. 77-100.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Alho.** Brasília, DF: 2013. 7 p. (CONAB. Conjuntura mensal, 69)
- FLUGNAN, Danilton Luiz. **Lisímetro de pesagem direta para estudo do consumo hídrico do pinhão manso (*Jatrofa curcas* L.).** 2011. 200 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências, Escola Superior de Agricultura "luiz de Queiroz", Piracicaba, 2011.
- IBGE - Instituto brasileiro de geografia e estatística. **Produção agrícola municipal.** Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão; Rio de Janeiro, 2011. 38v.
- LUCINI, Marco Antônio. **Cultura do alho.** Epagri. Disponível em: <http://www.anapa.com.br/principal/images/stories/documentos/Cultura_do_alho_no_sul.pdf>. Acesso em: 18 out. 2013.
- MACÊDO, Fábio Silva et al. Produtividade de alho vernalizado em função de doses de nitrogênio e molibdênio. **Bragantina**, Campinas, v. 68, n. 3, p.657-663, 2009.
- MACÊDO, Fábio Silva; SOUZA, Rovilson José de; PEREIRA, Geraldo Magela. Controle de superbrotamento e produtividade de alho vernalizado sob estresse hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 4, p.629-635, 2006.
- MAIA, Celsemy Eleutério; MORAIS, Elís Regina Costa de. Coeficiente de cultura do meloeiro irrigado com água salina estimado por modelo matemático. **Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 38, n. 5, p.1273-1278, ago. 2008.
- MASSIGNAM, Angelo Mendes; PANDOLFO, Cristina. **Estimativa da evapotranspiração de referência mensal e anual no estado de Santa Catarina.** Florianópolis: Epagri, 2006. 24p. (Epagri. Documentos, 225)

- MELO, João Paulo L.; OLIVEIRA, Ademar P. de. Produção de alho em função de diferentes níveis de água e esterco bovino no solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 1, p.11-15, mar. 1999.
- MENDONÇA, José C. et al. Determinação do coeficiente cultural (Kc) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), em Campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande - Pb, v. 11, n. 5, p.471-475, dez. 2007.
- MOROUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C.; MORETI, C.L. Desenvolvimento de plantas, produção e qualidade de bulbos de alho sob condições de deficiência de água no solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.3, p. 470-473, setembro 2002.
- MOURA, Alexandre Pinho de et al. **Recomendações técnicas para o manejo integrado de pragas da cultura do alho**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2013. 12 p. (Embrapa. Circular técnica, 118)
- PIRES, Regina Célia de Matos; ARRUDA, Flávio Bussmeyer. Método para cálculo do intervalo de irrigação suplementar. **Bragantina**, Campinas, v. 54, n. 1, p.193-200, 1995.
- PTDRS. **Planalto Catarinense, produção agrícola**. Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA). 2010. 67 p.
- RESENDE, G.M.; CHAGAS, S.J.R.; PEREIRA, L.V. Características produtivas e qualitativas de cultivares de alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.4, p.686-689, outubro-dezembro 2003.
- RESENDE, J.T.V. et al. Caracterização morfológica, produtiva e rendimento comercial de cultivares de alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.31, n. 1, p.157-162, janeiro-março 2013.
- ROSENBAUM, Priscila Pereira; BORGES FILHO, Bertoldo. **Grupos varietais de alho comercializados na CEAGESP**. Disponível em: <<http://www.hortibrasil.org.br/jnw/images/stories/servicodealimentacao/variedades/alho.pdf>> . Acesso em: 06 nov. 2013.
- SATURINO, Helvecil Mattana. (Brasil). **Kc Coeficiente de cultura**. Disponível em: <<http://www.abid.org.br/kc/index.html>>. Acesso em: 18 out. 2013.
- TREVISAN, J.N.; MARTINS, G.A.K.; DOS SANTOS, N.R.Z. Influência da época de plantio na produção de classes de bulbos comerciais de cultivares de alho (*Ailium sativum* L.) em Santa Maria , RS. **Ciências Rurais**, Santa Maria, v.27, n.1, p.7-11, 1997.
- VILA NOVA, N. A. et al. **Estimativa do coeficiente de cultura do cafeeiro em função de variáveis climatológicas e fitotécnicas**. 2. ed. Vitória - Es: II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2001.