

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS CURITIBANOS  
LUIZ MARCELO LONGHI

**BALANÇO HÍDRICO DA CULTURA DO ALHO NAS CONDIÇÕES  
EDAFOCLIMÁTICAS DE CURITIBANOS PARA SUBSÍDIO DO  
PLANEJAMENTO DE IRRIGAÇÃO**

Curitibanos  
2015

**LUIZ MARCELO LONGHI**

**BALANÇO HÍDRICO DA CULTURA DO ALHO NAS CONDIÇÕES  
EDAFÓCLIMÁTICAS DE CURITIBANOS PARA SUBSÍDIO DO  
PLANEJAMENTO DE IRRIGAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Universidade Federal de Santa Catarina, campus  
Curitibanos, como pré-requisito para a obtenção do Grau  
de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. João Batista Tolentino Júnior

Curitibanos  
2015

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Longhi, Luiz Marcelo

Balanço hídrico da cultura do alho nas condições edafoclimáticas de Curitibanos para subsídio do planejamento de irrigação / Luiz Marcelo Longhi ; orientador, João Batista Tolentino Júnior - Curitibanos, SC, 2015.

38 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos. Graduação em Agronomia.

Inclui referências

1. Agronomia. 2. Irrigação. 3. Manejo de irrigação. 4. Balanço hídrico. I. Tolentino Júnior, João Batista. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Agronomia. III. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Coordenação do Curso de Graduação em Agronomia

Rodovia Ulysses Gaboardi km3

CP: 101 CEP: 89520-000 - Curitiba - SC

TELEFONE: (048) 3721-2174 E-mail: agronomia.cb@contato.ufsc.br

LUIZ MARCELO LONGHI

## Balanço Hídrico na cultura do alho nas condições edafoclimáticas de Curitiba para subsídio do planejamento de irrigação

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Colegiado do Curso de Agronomia, do Campus Curitiba da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: João Batista Tolentino Júnior

Data da defesa: 03 de dezembro de 2015

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA:

João Batista Tolentino Júnior  
Presidente e Orientador  
Doutor em Ciências  
Área de concentração em Irrigação e Drenagem  
Universidade Federal de Santa Catarina

Leosane Cristina Bosco  
Membro Titular  
Doutora em Agrometeorologia  
Universidade Federal de Santa Catarina

Antônio Lunardi Neto  
Membro Titular  
Doutor em Manejo do Solo  
Universidade Federal de Santa Catarina

Local: Universidade Federal de Santa Catarina  
Campus de Curitiba  
Coordenação do Curso de Graduação em Agronomia

*Dedico este trabalho à meu pai AlvaDir Luiz Longhi in memoriam*

## **AGRADECIMENTOS**

*Quero agradecer, em primeiro lugar, a Deus, pela força e coragem durante  
toda esta longa caminhada!*

*Agradeço à Aline Pegoraro e nosso filho Bernardo, com quem quero partilhar  
minha vida!*

*Agradeço a minha mãe por toda a dedicação e amor e também a toda a  
minha família que de algum modo me apoiou nesta caminhada!*

*Ao meu orientador João Batista Tolentino Junior, pelo suporte na construção  
desta monografia!*

*Agradeço a Universidade, todo seu corpo docente, direção e administração  
que trouxeram a oportunidade de hoje estar aqui!*

*E a todos que de alguma maneira fizeram parte da minha formação, o meu  
muito obrigado!*

## RESUMO

O balanço hídrico de cultivos serve como uma ferramenta de controle de entrada e saídas de água no solo, levando em consideração todos os aspectos do desenvolvimento da cultura estudada e das características edafoclimáticas do local de cultivo. Os dados encontrados com a elaboração do balanço hídrico do alho podem servir como auxílio para o planejamento do manejo de irrigação, visando o aumento da eficiência do uso da água e melhoras no aspecto produtivo da cultura. A monografia teve por objetivo apresentar o balanço hídrico para a cultura do alho na região de Curitiba-SC, avaliando a lâmina necessária para irrigação e sua importância no desenvolvimento da cultura, históricos de precipitações e o comportamento em diferentes épocas de plantio. O balanço foi realizado para uma série histórica de sete anos (2008 a 2014) conforme método proposto por THORNTHWAITE e MATHER e os dados apresentados através de tabelas e gráficos dispostos ao longo do texto. Os resultados encontrados podem servir como subsídio para o planejamento do manejo de irrigação, critérios para elaboração de projetos hidráulicos e como base para escolha de época de plantio.

**Palavras chaves:** Consumo hídrico. Evapotranspiração. Manejo de irrigação.

## **ABSTRACT**

The water balance of crops serves as an entry control facility and water outlets on the ground, taking into account all aspects of the development of the studied culture and the soil and climatic characteristics of the place of cultivation. The data found in the format of garlic water balance can serve as an aid to the planning of irrigation management, aimed at increasing efficiency of water use and improvements in the productive aspect of culture. The paper aimed to present the water balance for the garlic crop in Curitibanos -SC region, assessing the blade needed for irrigation and its importance in the development of culture, historical rainfall and behavior in different planting dates. The balance was held for a time series of seven years (2008-2014) as the method proposed by Thornthwaite and Mather and data presented in tables and graphs willing to just text. These results can serve as input for the planning of irrigation management, criteria for development of hydraulic projects and a basis for choice of planting time.

**Keywords:** Water consumption. Evapotranspiration. Irrigation management.



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	8
1.1 JUSTIFICATIVA .....	9
1.1.1 <b>Objetivo geral</b> .....	9
1.1.2 <b>Objetivos específicos</b> .....	9
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	10
2.1 A CULTURA DO ALHO .....	10
2.2 O ALHO EM SANTA CATARINA.....	11
2.3 BALANÇO HÍDRICO DE CULTIVOS .....	12
2.4 BALANÇO HÍDRICO COMO MANEJO DE IRRIGAÇÃO. ....	13
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	14
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	17
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO HISTÓRICO DE CHUVAS .....	17
4.2 PRECIPITAÇÕES NO CICLO DA CULTURA .....	18
4.3 NECESSIDADE HÍDRICA DA CULTURA. ....	19
4.4 NECESSIDADE DE IRRIGAÇÃO.....	21
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	24
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	25
<b>APÊNDICES</b> .....	28

## 1 INTRODUÇÃO

O balanço hídrico pode ser considerado uma ferramenta que contabiliza as entradas e saídas de água no solo, sendo determinadas pela interação solo-planta-atmosfera e, como resultado, pode-se estimar os períodos de maior déficit hídrico da cultura, proporcionando um planejamento, com melhor eficiência do manejo da cultura, principalmente o manejo de irrigação (PINHEIRO et al., 2010; SOUZA et al., 2011).

O grande problema do balanço hídrico de cultivos é a grande heterogeneidade das variáveis envolvidas como, por exemplo, os diferentes tipos de solos e as diferenças entre suas camadas e a cobertura vegetal do solo que varia conforme o desenvolvimento das culturas (PINHEIRO et al., 2010). Na realização do balanço hídrico específico de uma cultura se faz necessário o conhecimento tanto das variáveis edafoclimáticas como o conhecimento da fenologia da cultura para analisar com coerência os resultados do balanço obtido (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007; SOUZA et al., 2011).

O balanço hídrico além de ser utilizado para determinar as épocas de déficit e excedente hídrico vem sendo muito utilizado na estimativa da evapotranspiração e, principalmente, para avaliar a eficiência do uso da água na agricultura irrigada (SOUZA et al., 2011).

A cultura do alho (*Allium sativum*) responde à irrigação; isso se deve ao fato de o alho ser muito sensível ao déficit hídrico, sendo essa técnica indispensável para obter-se boas produtividades (LUCINI, 2013). Sendo assim, um bom planejamento do manejo de irrigação se torna indispensável, sendo o balanço hídrico uma ferramenta que pode auxiliar o técnico, associado ao conhecimento das condições do solo, das características e necessidades das plantas e das condições atmosféricas, fazendo com que a irrigação seja utilizada no momento certo e na quantidade certa, favorecendo um equilíbrio e evitando gastos e problemas gerados pela falta ou excesso de irrigação (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007).

Com a determinação do balanço hídrico para a cultura do alho, no município de Curitiba, pode-se verificar as épocas de maior exigência de irrigação e com o estudo da série histórica pode-se avaliar a distribuição e ocorrência de chuvas e a importância da irrigação para o desenvolvimento da cultura.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A prática de irrigar implica em conhecer as características da cultura, suas fases de desenvolvimento e necessidades hídricas, e os atributos edafoclimáticos da região; com isso podemos fornecer a água em quantidade certa no momento certo para a cultura (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007). Sem esses conhecimentos não se alcançam os objetivos da irrigação, fazendo com que essa prática não passe de mera “molhação” da cultura, sem critérios técnicos.

Por essas características, o balanço hídrico da cultura do alho servirá como um método de subsídio de informação para a prática da irrigação. Pois, hoje, em critérios práticos, o que mais se observa é o ato de molhar a cultura sem nenhuma informação técnica do real consumo das plantas, aplicando-se, na maioria das propriedades da região, uma lâmina de água inadequada, assim podendo resultar em vários problemas ocasionados tanto pela falta, como pelo excesso de irrigação.

### 1.1.1 Objetivo geral

Este trabalho tem por objetivo apresentar o balanço hídrico para a cultura do alho nas condições edafoclimáticas do município de Curitiba.

### 1.1.2 Objetivos específicos

Avaliar as épocas de déficit e excedente hídrico para a cultura na região;

Determinar a irrigação real necessária (IRN) e a frequência de irrigação;

Avaliar a importância da irrigação para o desenvolvimento da cultura.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A CULTURA DO ALHO

O alho (*Allium sativum*) representa uma cultura de grande importância econômica e social para a região de curitibanos. 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. Esses bulbilhos são folhas modificadas em tecidos de reserva, ricos em amido e substâncias aromáticas, que proporcionam odor característico muito aproveitado na culinária, pelo seu alto valor condimentar e nutricional, como tempero nos alimentos. 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)

A China é a grande líder de produção, produzindo 77% do alho mundial; o Brasil tem uma discreta participação mundial chegando a 0,56% (CONAB, 2013).

O Brasil é o maior importador de alho no mundo e o segundo maior consumidor, perdendo apenas para a China. Apesar da crescente oferta de produtos nacionais, o país ainda não é autossuficiente; isso se deve à baixa produtividade nacional (CONAB, 2013; TREVISAN et al., 1997; RESENDE; CHAGAS; PEREIRA, 2013). A produção brasileira pode ser elevada a patamares de suprir as necessidades internas do país e até mesmo exportar o produto (RESENDE; CHAGAS; PEREIRA, 2013), no entanto, para isso são necessários estudos que melhorem a adaptação da cultura aos diferentes ambientes de cultivo de cada região produtora e também melhore o manejo empregado à cultura (RESENDE et al., 2003).

O Brasil produziu em 2014 93.826 toneladas de bulbos de alho em uma área de aproximadamente 9.670 ha, com rendimento médio de 9,70t/ha. A estimativa para o ano de 2015 é que a produção nacional atinja 104.186 toneladas do produto em uma área de 9.550 segundo informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (IBGE, 2015).

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 e Minas Gerais que vêm aumentando sua produção significativamente, principalmente pelo fato do grande rendimento das lavouras nesses dois estados (CONAB, 2013; 2014; IBGE, 2015; MACÊDO et al., 2009; MOURA et al., 2013).

## 2.2 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, mas em contra partida possuem baixa produtividade (IBGE, 2011; 2015; CONAB, 2013; 2014).

Até o ano de 2014 Santa Catarina foi o terceiro polo com maior produção no país, ficando atrás de Goiás e Minas Gerais, mas na última safra sua produção superou esses dois estados, chegando ao primeiro lugar no ranking de produção, devido ao fato da queda de rendimento médio das lavouras de Goiás e à menor área plantada no estado de Minas Gerais. As projeções para o ano de 2015 apontam que Santa Catarina voltará ao terceiro lugar, pois a safra de Goiás apresentou ótimos resultados de produtividade e a área plantada em Minas voltou a crescer (CONAB, 2014; IBGE, 2015).

A região do Planalto Catarinense é a principal produtora da cultura do alho, responsável por mais de 70% da produção total do estado, onde dos treze municípios que compõem a região, oito produzem alho. Curitiba e Frei Rogério são os municípios que mais se destacam na produção de alho no Planalto Catarinense (PTDRS, 2010). Sendo assim, percebe-se a importância dessa cultura para a região e, principalmente, para os pequenos agricultores, 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 bulbos, aparência do alho, além de 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 sofrem grande influência da irrigação, sendo que se bem planejada e bem manejada essa prática pode garantir os critérios de qualidade desejados.

## 2.3 BALANÇO HÍDRICO DE CULTIVOS

Conhecer o armazenamento de água no solo pode trazer vários benefícios que visem a melhorar características de manejo e resultados de produtividade nas culturas plantadas, pois os teores de umidade de solo podem influenciar tanto nos processos fisiológicos das plantas quanto na absorção de nutrientes do solo. Essa variável pode ser determinada por métodos diretos ou indiretos que medem a umidade no solo, ou estimada por meio de modelos matemáticos que relacionam propriedades edafoclimáticas com as entradas e saídas de água no solo (MARTINS et al., 2011; SANTOS, 2014).

O balanço hídrico pode ser compreendido como uma contabilização da água presente no solo, através da variação da lâmina de água durante um período de tempo; essa variação ocorre através de entradas e saídas de água no solo. Como entradas de água no solo, pode-se considerar a precipitação pluviométrica, irrigação, orvalho, escoamento superficial, drenagem lateral e ascensão capilar, e como saídas de água no solo pode-se levar em conta a evapotranspiração, escoamento superficial, drenagem lateral e drenagem profunda. (BORGES et al., 2012; PEREIRA<sup>1</sup>; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007).

Em aspectos práticos somente são levadas em consideração as entradas de água no solo por meio de precipitação e irrigação e saídas pela evapotranspiração e escoamento superficial, esse último quando a lâmina de água da chuva ou irrigação ultrapassa a capacidade do solo reter a água (BORGES et al., 2012; PEREIRA<sup>1</sup>; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007).

Existem dois tipos de balanços hídricos, sendo eles: o balanço hídrico climatológico que leva em consideração uma área vegetada com gramado padrão, ou seja, com cobertura vegetal total da área, e o balanço hídrico de cultivos, que é uma variação do primeiro, sendo que este leva em consideração as fases de desenvolvimento da cultura e a cobertura vegetal da área, pois a planta nem sempre cobre totalmente o solo e sua área foliar tende a mudar com o avanço das fases da cultura (PEREIRA<sup>1</sup>; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007; PEREIRA<sup>2</sup>; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007).

Para a determinação do balanço hídrico de cultivos deve-se determinar a capacidade de água disponível no solo (CAD). O cálculo da CAD deve ser realizado

para cada tipo de solo e para cada uma das camadas de solo, pois esta variável é determinada pelas características do solo e pela profundidade das raízes das culturas. Além da CAD é necessário ter conhecimento sobre a fenologia das plantas, sua demanda hídrica e os fatores climatológicos (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007).

#### 2.4 BALANÇO HÍDRICO COMO MANEJO DE IRRIGAÇÃO.

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

Segundo Lucini (2013) para a região de Curitiba é indispensável o uso da irrigação para obter-se uma produção acima de 8 ton/ha (toneladas por hectare), sendo que a fase de diferenciação do alho, ou seja, a fase onde os bulbilhos são formados é a mais sensível, exigindo que a quantidade de água no solo esteja dentro da faixa de água facilmente disponível para que não haja restrições na produção do alho.

Partindo do exposto no parágrafo acima pode-se notar a importância da irrigação para atender às necessidades da cultura do alho, mas para se realizar a irrigação de maneira eficiente, suprimindo as necessidades hídricas no momento certo, é preciso conhecer as características fenológicas das plantas e também as características do solo. Nesse sentido, o balanço hídrico de cultivos pode ser utilizado como uma ferramenta para o manejo da irrigação, buscando uma racionalização do uso da água e um melhor custo benefício no uso desta prática (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O balanço hídrico de cultivos foi realizado para as condições edafoclimáticas do município de Curitiba no estado de Santa Catarina. O município se localiza no planalto serrano catarinense; a classificação climática segundo Koeppen, é Cfb – Temperado (mesotérmico úmido e verão ameno), possui temperatura média anual entre 16°C a 17°C, precipitação em torno de 1600 mm anuais e umidade relativa do ar de 80% a 82%. O município também possui disponibilidade de recursos hídricos (SDR, 2014).

O balanço hídrico foi realizado com cálculos diários conforme o método proposto por Thornthwaite e Mather em 1955 e simplificado por Pereira (2005). Para a determinação do Balanço hídrico da cultura do alho foram utilizadas planilhas para realização dos cálculos necessários.

Foi realizado o balanço hídrico do alho para uma série histórica de sete anos (2008 a 2014), em um Nitossolos brunos (COSTA, 2012) e em três épocas de plantio, sendo elas 1ª época (21 de maio), 2ª época (15 de junho) e 3ª época (15 julho). Para a realização da série histórica foram utilizados dados da estação do INMET, localizada no aeroporto municipal de Curitiba, obtidos do Banco de dados agrometeorológicos para a microrregião de Curitiba, da UFSC campus Curitiba. Os dados obtidos foram os de precipitação e evapotranspiração de referência.

A evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) foi calculada através do método Penman-Monteith, apresentado na equação conforme proposto por Mendonça et al. (2007)

$$ET_0 = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,3u_2)}$$

Onde,  $ET_0$  é a evapotranspiração de referência, em mm dia<sup>-1</sup>;  $R_n$  é a radiação líquida sobre a superfície da cultura, em MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>;  $G$  é a densidade do fluxo de calor do solo, em MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>;  $T$  é a temperatura do ar, em °C a 2 m de altura;  $U_2$  é a velocidade do vento, em m s<sup>-1</sup>, a 2 m de altura;  $e_s$  é a pressão de saturação de vapor, em kPa, estimada pela média da  $e_s$  ( $T_{\text{máx}}$ ) e  $e_s$  ( $T_{\text{mín}}$ );  $e_a$  é a pressão atual de vapor, em kPa;  $e_s - e_a$  é o déficit de pressão de saturação de



vapor, em  $\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$ ;  $\Delta$  é tangente à curva de saturação de vapor, em  $\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$  e  $\gamma$  é constante psicrométrica em  $\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$ . (MENDONÇA et al. 2007).

No cálculo da  $ET_0$  não foi considerado densidade do fluxo de calor no solo, pois a estação meteorológica de Curitiba não possui aparelhos que realizem e coleta desse dados.

Para estimar os valores de evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ) serão relacionados a  $ET_0$  e o coeficiente de cultura ( $K_c$ ) através da expressão a seguir (MENDONÇA et al. 2007):

$$ET_c = ET_0 \cdot K_c$$

Os valores de  $K_c$  da cultura do alho que serão utilizados para a elaboração do balanço hídrico estão disponíveis no relatório da FAO descrito por ALLEN et al. (2006). Os dados encontrados trazem os valores de  $K_c$  inicial, médio e final, conforme as fases de desenvolvimento da cultura, sendo esses valores, respectivamente, 0,7, 1,0 e 0,7. Nas fases onde o coeficiente tem o aumento e quedas de forma linear, a variação do valor de  $K_c$  será dividida pelos dias de duração da fase para que haja a correção dos valores.

Como a  $ET_c$  é um valor de evapotranspiração em que a cultura deve estar exposta a condições normais de cultivos, isto é, a quantidade de água no solo deve estar na capacidade de campo, se faz necessário utilizar um fator de correção que leva em consideração a umidade real do solo. No aspecto prático, a redução de água no solo faz com que a planta não desenvolva todo seu potencial de evapotranspiração, diminuindo suas atividades fisiológicas e concentrando mais energia para a absorção da água (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2011).

Para calcular o valor real da  $ET_c$ , levando em consideração o déficit hídrico, foi utilizado o fator de correção  $K_s$  (Coeficiente de umidade do solo), conforme a fórmula exposta a seguir:

$$K_s = \frac{\ln(LAA+1)}{\ln(CTA+1)}$$

Onde LAA é a lâmina atual de água no solo (mesmo valor da CAD - capacidade de água disponível no solo) e CTA capacidade total de água no solo. Para corrigir o valor da  $ET_c$  foi aplicada a expressão a seguir, que relaciona a evapotranspiração potencial da cultura em condições ótimas ( $ET_{pc}$ ) com o coeficiente de umidade do solo.

$$ET_c = ET_{pc} \cdot K_s$$

A CAD, que representa a lâmina de água que está disponível às plantas, foi determinada conforme a expressão proposta por Pereira<sup>2</sup>, Angelocci e Sentelhas (2007).

$$CAD = 0,01.(CC\% - PMP\%).D.Z$$

Onde CC é a capacidade de campo, PMP é o ponto de murcha permanente, D a densidade do volume de solo e Z a profundidade do sistema radicular.

Para a realização do Balanço hídrico foi considerado o tipo de solo Nitossolos brunos, os valores de capacidade de campo e ponto de murcha permanente, utilizados no trabalho, são os descritos por Costa, 2012.

Para determinar a água facilmente disponível (AFD), ou seja, a fração da água do solo em que as plantas não sofrem estresse hídrico para retirá-la, foi utilizada a seguinte equação:

$$AFD = p . CAD$$

Sendo  $p$  a fração de esgotamento de água do solo tolerada pelas plantas (PEREIRA<sup>2</sup>; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007, WREGG et al., 1999).

O perfil do solo explorado pelas raízes da cultura foi determinado conforme as fases da cultura obtidos no FAO Irrigation and Drainage Paper nº 56 (ALLEN et al., 2006).

A água facilmente disponível inicial (AFDini), no dia de plantio, é igual a umidade de capacidade de campo. A água facilmente disponível final do dia (LAAfim) será a determinada pelo cálculo a seguir:

$$LAAfim = AFDini - ETc + Precipitação (P)$$

A partir do segundo dia a AFDini será igual a AFDfim somada a lâmina de água aplicada na irrigação (I), quando esta for realizada, como demonstrado na expressão a seguir:

$$AFDini = AFDfim + I$$

Os resultados encontrados através do método descrito acima, e calculados para cada dia, foram agrupados em intervalos de cinco dias e utilizados para elaboração de gráficos e tabelas que serão apresentados ao longo da discussão.

Os dados de precipitação, ETc, números de eventos de irrigação, Irrigação real necessária, excedente e reposição foram agrupados em ano e época de plantio, para realização de análises estatísticas sobre o aproveitamento da água das chuvas e a importância da irrigação para o bom desenvolvimento da cultura.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

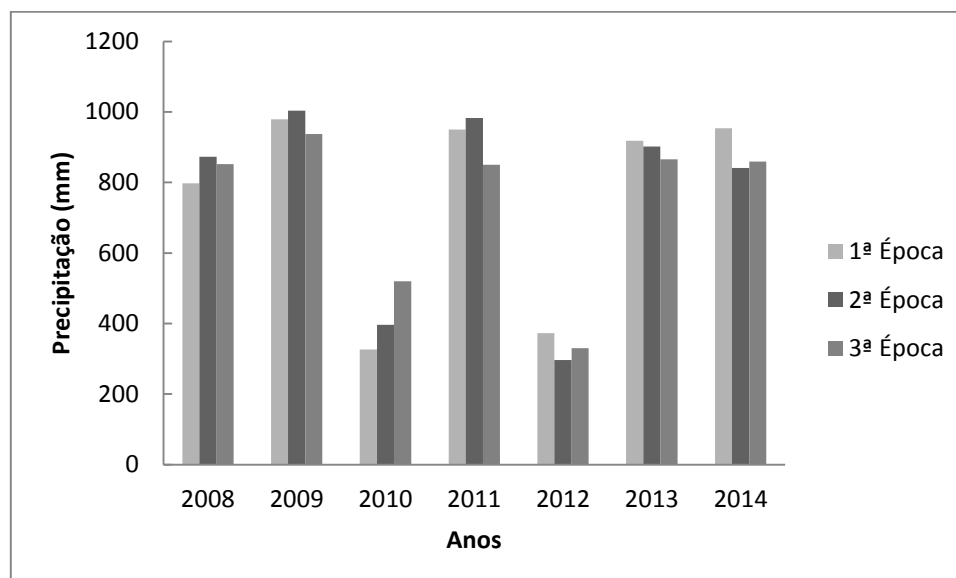
### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO HISTÓRICO DE CHUVAS

Neste primeiro tópico serão caracterizados os anos conforme a ocorrência de eventos de precipitação no decorrer do ciclo da cultura, conforme a TABELA 1, a seguir:

**Tabela 1:** Precipitação (em mm) acumulada durante o ciclo da cultura

Anos	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>1ª Época</b>	797,800	978,600	326,000	950,200	372,400	918,000	954,000
<b>2ª Época</b>	872,800	1003,600	396,600	982,200	296,600	902,000	840,600
<b>3ª Época</b>	852,000	937,000	519,400	850,000	329,800	865,800	859,200
<b>Média</b>	<b>840,867</b>	<b>973,067</b>	<b>414,000</b>	<b>927,467</b>	<b>332,933</b>	<b>895,267</b>	<b>884,600</b>

Conforme tabela acima podemos notar a variação pluviométrica entre os anos de cultivo, classificando esses anos quanto à concentração média de chuvas.



**Figura 1.** Precipitação acumulada durante o ciclo da cultura para as três épocas de plantio.

Os anos de 2010 e 2012 foram os anos que apresentaram menor precipitação acumulada no ciclo, com médias de 414,00 mm e 332,93 mm de chuva, respectivamente. Já 2009 com 973,06 mm e 2011 com 927,46 mm de média, foram anos com as maiores concentrações de chuvas durante o ciclo.

Os acumulados dos anos de 2013 e 2014 apresentaram-se próximos a 900 mm, podendo ser considerados anos chuvosos, mas não tanto quando os anos de 2009 e 2011. E o acumulado de 2008 com 840,86 mm apresenta-se em uma faixa mediana.

## 4.2 PRECIPITAÇÕES NO CICLO DA CULTURA

Analisando a TABELA 1 e 3 observa-se que em todas as épocas de plantio, exceto 2012, os valores de precipitação foram superiores aos valores de evapotranspiração da cultura, no entanto nem todo esse volume hídrico é armazenado pelo solo. Com o auxílio dos gráficos presentes nos APÊNDICES I a O, pode-se notar que essas chuvas foram mal distribuídas e apresentam volumes superiores a capacidade de armazenamento do solo sendo que o excedente das precipitações foi perdido, tanto através da percolação da água no solo quanto pelo escoamento superficial.

Observando os valores de aproveitamento da água proveniente de precipitações, presentes na TABELA 2, tem-se uma melhor visão sobre o real aproveitamento dessa fonte para a cultura.

**Tabela 2:** Aproveitamento (%) de água proveniente de precipitações.

	<b>Máximo (%)</b>	<b>Mínimo (%)</b>	<b>Média (%)</b>	<b>Cv (%)</b>
<b>1ª Época</b>	48,55	21,66	30,01	30
<b>2ª Época</b>	43,28	24,19	31,04	26
<b>3ª Época</b>	55,87	27,70	38,34	27
<b>Geral</b>	<b>55,87</b>	<b>21,66</b>	<b>33,13</b>	<b>29</b>

Acima pode-se notar que o aproveitamento médio da água das chuvas é de 33,13%, com o maior aproveitamento (55,87%) na terceira época de 2010, que teve como característica volume de chuvas abaixo da média, caracterizando menores perdas por excessos de chuvas. Nota-se esse comportamento nos anos que foram classificados como secos (2010 e 2012), como apresenta o APÊNDICE A.

Os menores índices de aproveitamento estão presentes nos anos que apresentaram os maiores volumes pluviométricos, principalmente naqueles em que os eventos de chuvas ocorreram de maneira concentrada. Como menor índice de aproveitamento está a primeira época de 2014 com um índice de 21,66, época esta que teve um volume de precipitações de 954,00 mm de chuva.

Com os dados acima, observa-se que o maior índice de aproveitamento da água proveniente dos eventos de chuvas está na 3ª época de plantio e sua média é a maior de todas. Seguindo o mesmo raciocínio nota-se que o menor índice e a menor média de aproveitamento estão na 1ª época. Essa característica dos dados também pode ser encontrada quando se avalia ano a ano esse índice de

aproveitamento, utilizando o APÊNDICE A, sendo que o índice de aproveitamento da água proveniente das precipitações tende a um aumento em plantios tardios.

O aumento do aproveitamento da água proveniente de precipitações em épocas de plantio tardio ocorre, porque quanto mais tarde o plantio maior será a sua evapotranspiração, assim mais rápido o solo perde água e esgota mais rapidamente a água armazenada.

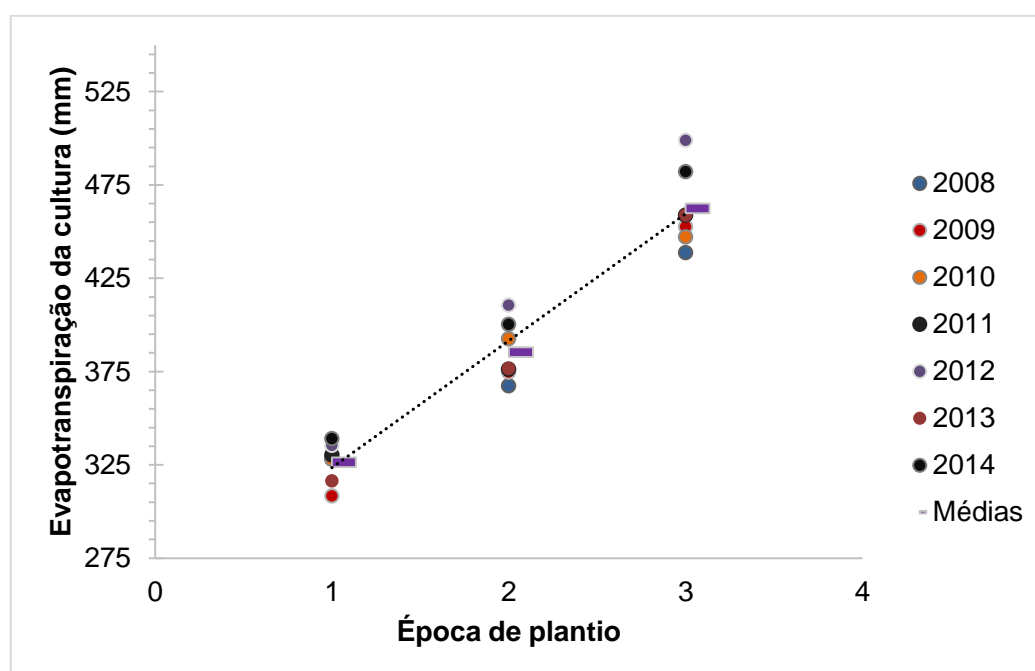
Essa característica observada nos dados pode servir como subsídio para o planejamento do manejo da cultura, pois serve como apoio para a definição do zoneamento da cultura do alho podendo essa ser alocada em uma data que possa expressar um melhor aproveitamento da água proveniente das chuvas.

#### 4.3 NECESSIDADE HÍDRICA DA CULTURA.

A necessidade de água durante o ciclo da cultura foi determinada através do cálculo diário da ET<sub>c</sub>, conforme proposto na metodologia do trabalho. Os valores encontrados foram somados dentro de cada época e ano, para se obter o consumo total da cultura, sendo apresentados na tabela a seguir:

**Tabela 3:** Evapotranspiração da cultura (em mm) acumulada durante o ciclo.

Ano	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Médias	CV
1ª Época	327,96	308,28	328,04	330,24	335,34	316,39	338,96	326,46	3%
2ª Época	367,37	374,74	392,46	376,27	410,58	376,66	400,27	385,48	4%
3ª Época	438,71	452,64	447,14	458,79	498,95	458,68	482,12	462,44	5%



**Figura 2.** Evapotranspiração da cultura do alho nas três épocas de plantio.

Dentro de cada época, pode-se notar que a ETc total da cultura tende a uma estabilidade durante os anos, mostrando que as variáveis climáticas (temperatura do ar, radiação, velocidade do vento, fluxo de calor do solo, umidade relativa do ar, etc.) não tiveram grande alteração no comparativo dos anos dentro de cada época de cultivo, com exceção da 2ª e 3ª época do ano de 2012.

Analisado a TABELA 3 nota-se que a 2ª e 3ª época do ano de 2012 apresentaram valores mais elevados se comparadas aos demais, dentro de cada época. Partindo do princípio que, na série histórica estudada, o ano de 2012 apresentou menor volume de chuvas, sendo estas mal distribuídas (APÊNDICE M) e comparando os dados da Tabela 3 com os gráficos do APÊNDICE F, nota-se que como houve poucos eventos de chuva durante o ciclo da cultura, ocorreram mais dias com radiação direta, temperatura e umidade relativa do ar elevadas, entre outras variáveis climática que interfere na evapotranspiração, elevando assim a  $ET_0$  e posteriormente aumentando o valor da ETc que representa o consumo hídrico pela cultura.

Na TABELA 3 observa-se que, quando comparados os valores de ETc total das épocas 1, 2 e 3 dentro de cada ano, os valores tendem a um comportamento similar, aumentando a evapotranspiração em épocas de plantios mais tardios, ficando mais evidente quando avalia-se a FIGURA 2. Isso se deve ao fato de que quanto mais tardio o plantio maior as variáveis climáticas propiciam um melhor desenvolvimento das atividades fisiológicas das plantas, estando estas variáveis diretamente ligadas ao valor de  $ET_0$ , explicando seu comportamento.

A variação do consumo hídrico da cultura do alho, nas características descritas no trabalho, ficou entre 300 mm e 500 mm com uma média de 391,46 mm, como apresenta a TABELA 4, sendo que o valor do coeficiente de variação apresentou-se baixo se levar-se em consideração que os dados pertencem a todas as épocas de plantio. Analisa-se a TABELA 3 com base no coeficiente de variação, nota-se dentro das épocas em anos distintos que esse valor é muito baixo, mostrando que há uma constância nas variáveis climáticas.

**Tabela 4:** Análise do consumo hídrico (ETc) da cultura.

	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Média</b>	<b>CV (%)</b>
<b>ETc (mm)</b>	498,95	308,28	391,46	15%

Comparando-se os dados de consumo de água encontrados no trabalho com os descritos por Marouelli et al. (2014) há discordância, onde os valores descritos pelos autores ficam entre 400mm e 850mm e os encontrados no balanço hídrico ficaram entre 300mm e 500mm, sendo essa variação dependente do ciclo da variedade estudada, tipo de solo e critérios de medições adotados.

Outro dado importante para realização de projetos de irrigação na região é o máximo valor de ETc durante o ciclo da cultura. Nesta série histórica o maior valor encontrado entre todos os quinquênios foi de 26,61 mm, com média de 5,32 mm diários; esse valor ocorreu no 23º quinquênio da 3ª época de 2009. Quando avaliada diariamente, a máxima evapotranspiração da cultura também ocorreu na terceira época de 2009, no 113º dia (04/11/2009) do ciclo da cultura, com 5,98 mm de evapotranspiração da cultura. A máxima ETc ocorre durante o enchimento dos bulbilhos, época da cultura do alho que se caracteriza pela alta demanda hídrica e de nutrientes.

#### 4.4 NECESSIDADE DE IRRIGAÇÃO

Apesar de se ter um grande volume acumulado de chuvas durante o ciclo da cultura a irrigação tem grande importância na disponibilidade de água para o bom desenvolvimento da lavoura.

Lucini (2013) afirma que para alcançarem produtividades acima de 8 t/ha é indispensável o suprimento da água através da irrigação. Com os dados da TABELA 5, pode-se analisar que realmente a irrigação possui grande importância para o desenvolvimento da cultura, representando, em média, 38,70% do consumo de água evapotranspirada.

**Tabela 5:** Irrigação real necessária (IRN), número de eventos de irrigação e representatividade da água proveniente da irrigação para o desenvolvimento da cultura na série histórica estudada.

	<b>IRN (mm)</b>	<b>Nº de eventos</b>	<b>Irrigação (%)</b>
<b>Máximo</b>	329,88	21	66,67
<b>Mínimo</b>	47,53	3	15,42
<b>Média</b>	154,66	10	38,70
<b>CV (%)</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>38</b>

Tabela 6: Irrigação real necessária (IRN), número de eventos de irrigação e representatividade da água proveniente da irrigação para o desenvolvimento da cultura na 1ª, 2ª e 3ª época.

	1ª época			2ª época			3ª época		
	IRN (mm)	Nº de eventos	Irrigação (%)	IRN (mm)	Nº de ventos	Irrigação (%)	IRN (mm)	Nº de eventos	Irrigação (%)
Máximo	196,18	12	58,50	273,73	17	66,67	329,88	21	66,12
Mínimo	47,53	3	15,42	82,29	5	22,40	125,20	8	27,66
Média	111,09	7	33,71	162,77	10	41,70	190,13	12	40,69
CV (%)	49	48	47	41	40	37	37	37	32

Em média foram necessários 10 eventos de irrigação, levando em conta todas as épocas de cultivo, mas observa-se na TABELA 6 que quanto mais tarde a época de plantio maior a necessidade de eventos e também maior a lâmina necessária, isso porque como já visto e discutido anteriormente em épocas mais tardias, onde o ciclo da cultura se encaixa dentro de um período mais quente, o consumo hídrico da cultura aumenta.

A lâmina média de irrigação foi de 154,66 mm, variando de 47,53 mm, com ocorrência na 1ª época do ano de 2009 que foi o ano mais chuvoso da série, até 329,88 mm que ocorreu na 3ª época de 2012, este o ano que apresentou o menor índice pluviométrico.

Em um ano tão chuvoso como de 2009, que na primeira época a representatividade da irrigação é de 15,42 % observa-se pelo gráfico 21/05/2013, presente no APÊNDICE C, que a irrigação do quinquênio 18 poderia ser evitada, pois ocorre bem na época do começo da diferenciação da cultura, que se indica reduzir a água para se evitar o superbrotamento. Isso diminuiria a representatividade da irrigação como suprimento de água, mas não anularia sua importância, pois nos quinquênios 20 e 21 (100-110 dias) onde a cultura apresenta necessidade hídrica maior decorrente do início do enchimento dos bulbilhos, ocorre um intervalo sem a ocorrência de eventos de precipitação. Essa situação mostra que mesmo sendo irrigações pontuais durante o ciclo da cultura elas têm grande importância para o seu bom desenvolvimento.

Essa importância da irrigação, mesmo em anos chuvosos, pode ficar mais evidente quando avaliamos os gráficos da 2ª e 3ª épocas do ano de 2009, presentes no APÊNDICE C, pois observa-se intervalos maiores entre os eventos de precipitações, atingindo, respectivamente, níveis de 28,51% e 27,66% do consumo



hídrico total proveniente da irrigação. Característica que também é constatada no histórico do ano de 2011, conforme o APÊNDICE E, principalmente quando se aproxima do final do ciclo da cultura.

Quando avalia-se os gráficos presentes nos APÊNDICES D e F, referentes aos anos de 2010 e 2012, com os menores volumes pluviométricos acumulados, observa-se que sem o manejo da irrigação a produtividade estaria totalmente comprometida. Isso fica mais evidente com os dados de representatividade da irrigação, presentes no APÊNDICE A, que mostram que na 1ª, 2ª e 3ª época do ano de 2010 a representatividade foi de 50,03%, 53,35% e 35,10% com média de 46,16% e para o ano de 2012 com valores de 58,50%, 66,67% e 66,12% com média de 63,76% do consumo hídrico da cultura proveniente da irrigação.

Nota-se que há grande variação nos dados quando avalia-se a necessidade de irrigação, como apresentam os coeficientes de variação dos dados acima. Isso ocorre porque não apenas o volume total de chuvas, que já possui uma variação alta ao longo da série, influencia nesse aspecto, mas também o volume de cada chuva, o intervalo entre cada evento de precipitação, a distribuição das chuvas ao longo do ciclo, a necessidade hídrica de cada fase da cultura, entre outros aspectos não mensurados no trabalho como a intensidade da chuva (volume/tempo), capacidade de infiltração do solo que tem efeitos sobre a dinâmica de armazenamento da água.

Por esses fatores descritos acima, os dados presentes no trabalho devem ser estudados para dar suporte no planejamento do manejo de irrigação; para que o manejo realmente seja eficiente, deve-se realizar o acompanhamento da dinâmica da água no solo com o objetivo de se saber qual a real necessidade de irrigação para a cultura.

## 5 CONCLUSÃO

As épocas de déficit e excedente hídrico são influenciadas pela ocorrência e distribuição dos eventos de precipitações, pois estas normalmente apresentam lâmina superior à capacidade de armazenamento do solo.

Épocas tardias de plantio apresentam melhor aproveitamento da precipitação, mas também apresentam uma IRN maior, pois nestas épocas o volume de água evapotranspirada pela cultura é superior às épocas anteriores.

A necessidade hídrica da cultura ficou na faixa entre 300 mm e 500 mm, desse total a irrigação representa, em média, 38,70%, com a ocorrência média de 10 eventos de irrigação durante o ciclo da cultura. Mesmo em anos com elevados índices pluviométricos a irrigação mostra-se uma prática indispensável para a cultura e em anos secos fica ainda mais evidente essa importância.

Os dados encontrados no balanço hídrico podem servir como subsídio para o planejamento do manejo de irrigação na cultura do alho e também como critérios para a elaboração de projetos hidráulicos. Além disso, os dados podem ser utilizados para alocar o plantio da cultura na época que propicie as melhores condições para o seu desenvolvimento.

## REFERÊNCIAS

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).

ALLEN, Richard G. et al. FAO Irrigation and Drainage Paper: Crop Evapotranspiration. 56. ed. Roma, Itália: Fao, 2006.

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.

BERNARDO, Salassier; SOARES, Antonio Alves; MANTOVANI, Everardo Chartuni. **Manual de irrigação**. Viçosa: Ufv, 2011. 625 p.

BORGES, Camilla Kassar et al. **Balanco hídrico como planejamento agropecuário para a cidade de Cabaceira, Paraíba**. 2012. Disponível em: <<http://www.bibliotekevirtual.org/simposios/8SBCMAC/8sbcmac-a012.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2014.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Alho**. Brasília, DF: 2014. 3 p. (CONAB. Conjuntura mensal, 70).

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Alho**. Brasília, DF: 2013. 7 p. (CONAB. Conjuntura mensal, 69).

COSTA, André da. **Retenção e disponibilidade de água em solos de santa catarina**: avaliação e geração de funções de pedotransferência. 2012. 423 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Manejo do Solo, Udesc, Lages, 2012.

IBGE - Instituto brasileiro de geografia e estatística. **Produção agrícola municipal**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão; Rio de Janeiro, 2011. 38v.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**: Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 79 p. 7 f. 29 v. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola/Levantamento\\_Sistematico\\_da\\_Producao\\_Agricola\\_\[mensal\]/Fasciculo/lspa\\_201507.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201507.pdf)>. Acesso em: 22 nov. 2015

LUCINI, Marco Antônio. **Cultura do alho**. Epagri. Disponível em: <[http://www.anapa.com.br/principal/images/stories/documentos/Cultura\\_do\\_alho\\_no\\_sul.pdf](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.

MARQUELLI, 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.

MARQUELLI, Waldir Aparecido et al. **Irrigação na cultura do alho**. 136. ed. Brasília: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2014. (Embrapa. Circular técnica, 136).

MARTINS, Camila Aparecida da Silva et al. Balanço hídrico da cultura do café conilon nas condições edafoclimáticas do município de Ecoporanga-ES. **Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 7, n. 12, p.1-16, maio 2011.

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.

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)

PEREIRA, Antonio Roberto. Simplificando o balanço hídrico de THORNTHWAITE-MATHER. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 2, p.311-313, out. 2005.

PEREIRA, Antonio Roberto; ANGELOCCI, Luiz Roberto; SENTELHAS, Paulo Cesar. Balanço hídrico climatológico. In: PEREIRA<sup>TM</sup>, Antonio Roberto; ANGELOCCI, Luiz Roberto; SENTELHAS, Paulo Cesar. **Meteorologia agrícola**. Piracicaba: Lce, 2007. Cap. 22. p. 92-101.

PEREIRA, Antonio Roberto; ANGELOCCI, Luiz Roberto; SENTELHAS, Paulo Cesar. Balanço hídrico de cultivos. In: PEREIRA, Antonio Roberto; ANGELOCCI, Luiz Roberto; 14

PINHEIRO, Adilson et al. Avaliação das variáveis hidrológicas do balanço Hídrico em área agrícola com cultivo de milho (*zea Mays*) através de uso de lisímetro. **Revista de Estudos Ambientais**, Blumenau, v. 12, n. 1, p.73-81, jan. 2010.

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.

SANTOS, Alexandre Rosa dos. **Balço hídrico segundo THORNTHWAIT E MATHER, 1955**. Disponível em:

<<http://www.mundogeomatica.com.br/CL/ApostilaTeoricaCL/Capitulo10-BalancoHidrico.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2014.

SDR, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Regional. **Curitibanos:** caracterização regional. Disponível em:

<[http://docweb.epagri.sc.gov.br/website\\_cepa/publicacoes/diagnostico/CURITIBANOS.pdf](http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/diagnostico/CURITIBANOS.pdf)>. Acesso em: 26 set. 2014.

SENTELHAS, Paulo Cesar. **Meteorologia agrícola**. Piracicaba: Lce, 2007. Cap. 22. p. 102-110.

SOUZA, Cícero de et al. Balço hídrico da cultura da mamona sob condições de sequeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 1, p.3-10, 04 jun. 2011.

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 (*Allium sativum* L.) em Santa Maria, RS. **Ciências Rurais**, Santa Maria, v.27, n.1, p.7-11, 1997.

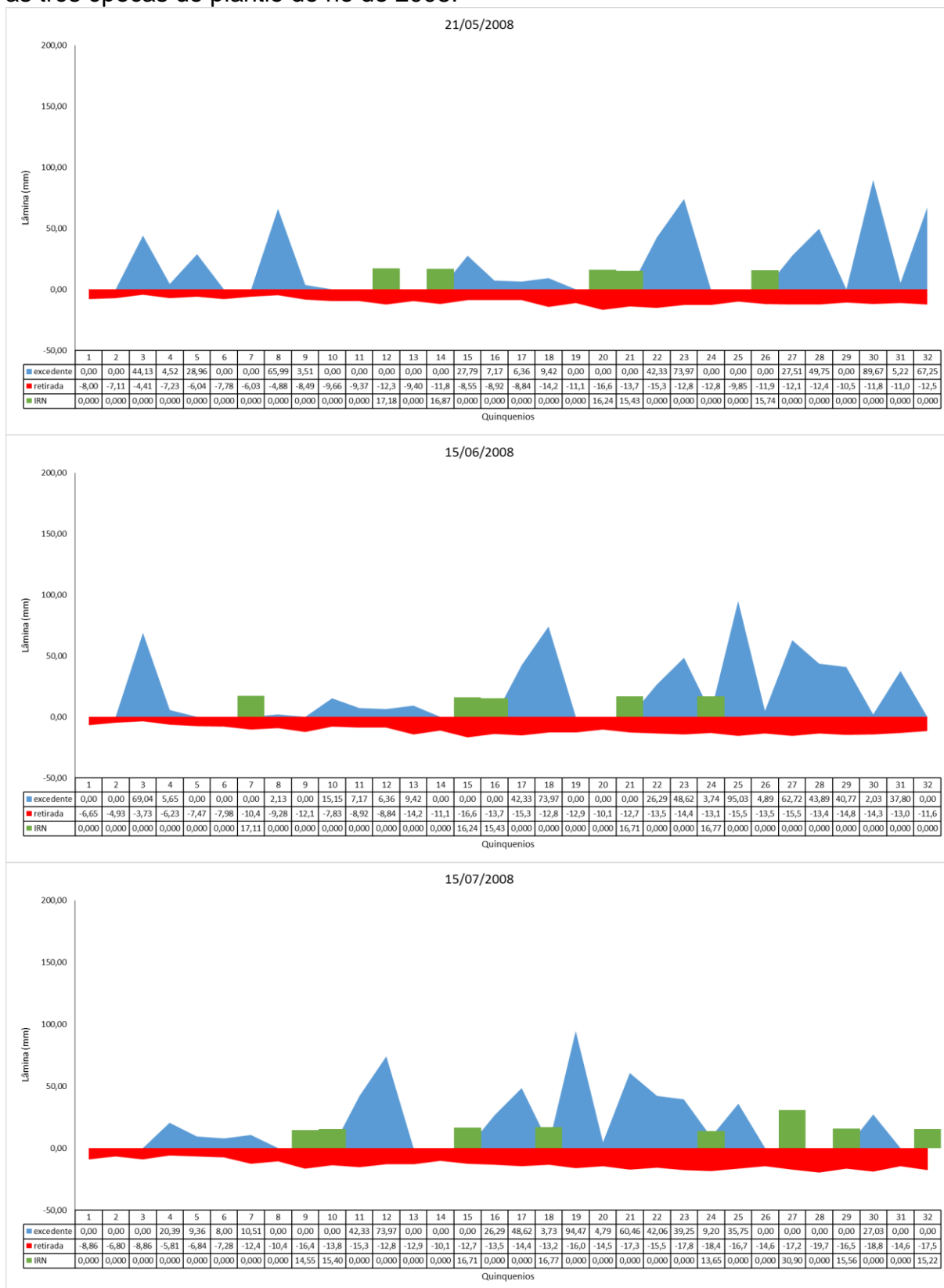
WREGGE, Marcos Silveira et al. Risco de deficiência hídrica na cultura do milho no estado do Paraná. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 34, n. 7, p.1119-1124, jul. 1999.

## APÊNDICES

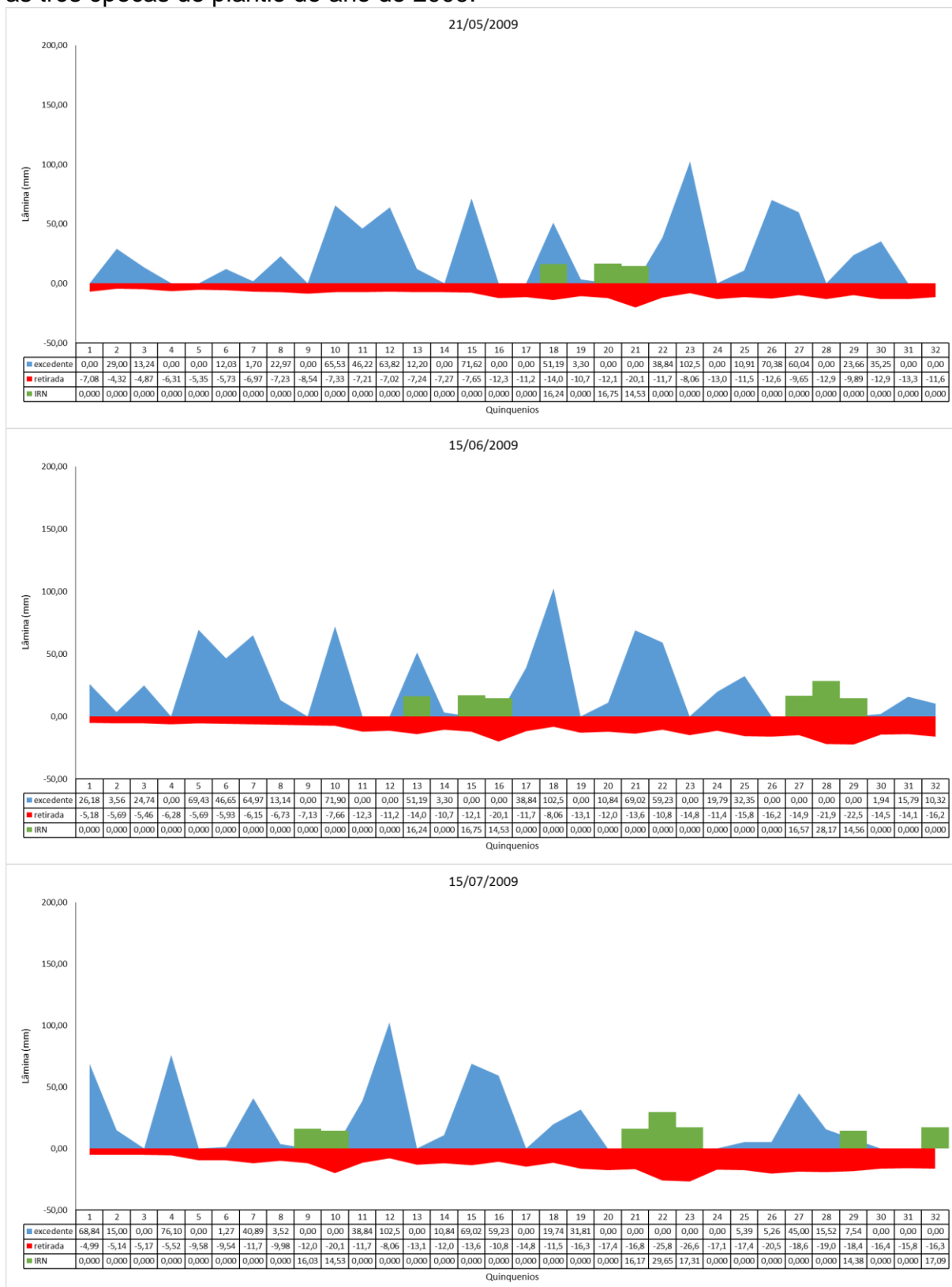
### Apêndice A: Detalhamento do balanço hídrico.

Ano	Época	Precipitação	ETc	Irrigação	IRN	Excedente	Reposição	Precipitação		Irrigação
								Aproveitamento (%)	Excedente (%)	No consumo Total (%)
2008	1º Época	797,800	327,968	5	81,496	553,530	244,270	30,62	69,38	24,85
	2º Época	872,800	367,371	5	82,287	596,994	275,806	31,60	68,40	22,40
	3º Época	852,000	438,712	9	138,790	556,220	295,780	34,72	65,28	31,64
2009	1º Época	978,600	308,280	3	47,533	734,416	244,184	24,95	75,05	15,42
	2º Época	1003,600	374,747	7	106,845	735,698	267,902	26,69	73,31	28,51
	3º Época	937,000	452,647	8	125,198	616,342	320,658	34,22	65,78	27,66
2010	1º Época	326,000	328,042	10	164,129	167,716	158,284	48,55	51,45	50,03
	2º Época	396,600	392,463	13	209,398	224,954	171,646	43,28	56,72	53,35
	3º Época	519,400	447,148	10	156,966	229,219	290,181	55,87	44,13	35,10
2011	1º Época	950,200	330,245	6	97,291	720,752	229,448	24,15	75,85	29,46
	2º Época	982,200	376,277	8	126,091	740,799	241,401	24,58	75,42	33,51
	3º Época	850,000	458,796	14	218,519	614,586	235,414	27,70	72,30	47,63
2012	1º Época	372,400	335,342	12	196,183	249,184	123,216	33,09	66,91	58,50
	2º Época	296,600	410,583	17	273,730	174,489	122,111	41,17	58,83	66,67
	3º Época	329,800	498,953	21	329,884	166,544	163,256	49,50	50,50	66,12
2013	1º Época	918,000	316,391	4	65,376	669,945	248,055	27,02	72,98	20,66
	2º Época	902,000	376,662	9	144,125	669,463	232,537	25,78	74,22	38,26
	3º Época	865,800	458,689	10	158,087	572,160	293,640	33,92	66,08	34,46
2014	1º Época	954,000	338,961	8	125,611	747,379	206,621	21,66	78,34	37,06
	2º Época	840,600	400,274	12	196,894	637,220	203,380	24,19	75,81	49,19
	3º Época	859,200	482,120	13	203,471	580,551	278,649	32,43	67,57	42,20

Apêndice B: Gráficos de IRN, excedente de precipitação e retirada da cultura para as três épocas de plantio do no de 2008.

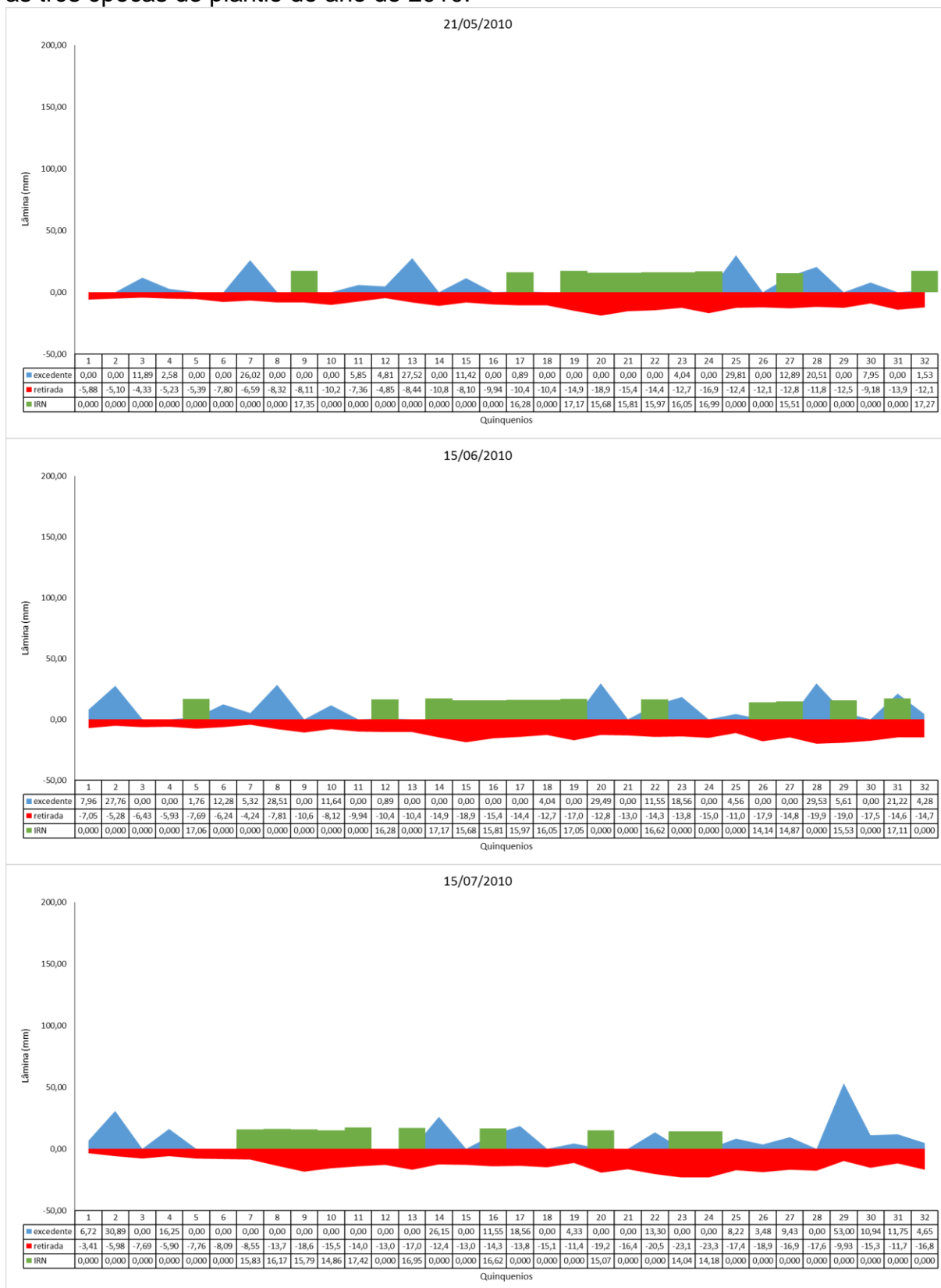


### Apêndice C: Gráficos de IRN, excedente de precipitação e retirada da cultura para as três épocas de plantio do ano de 2009.

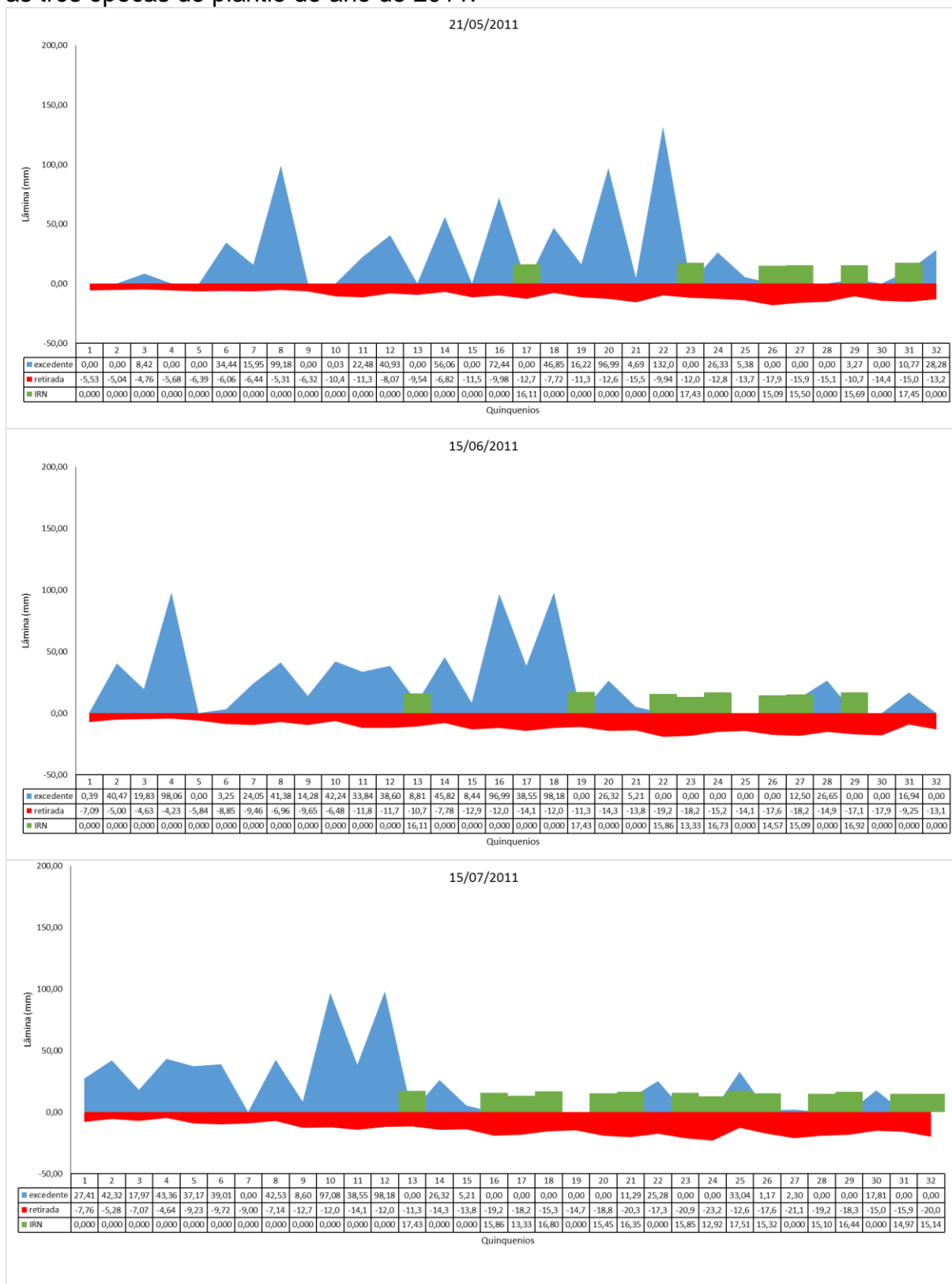




### Apêndice D: Gráficos de IRN, excedente de precipitação e retirada da cultura para as três épocas de plantio do ano de 2010.

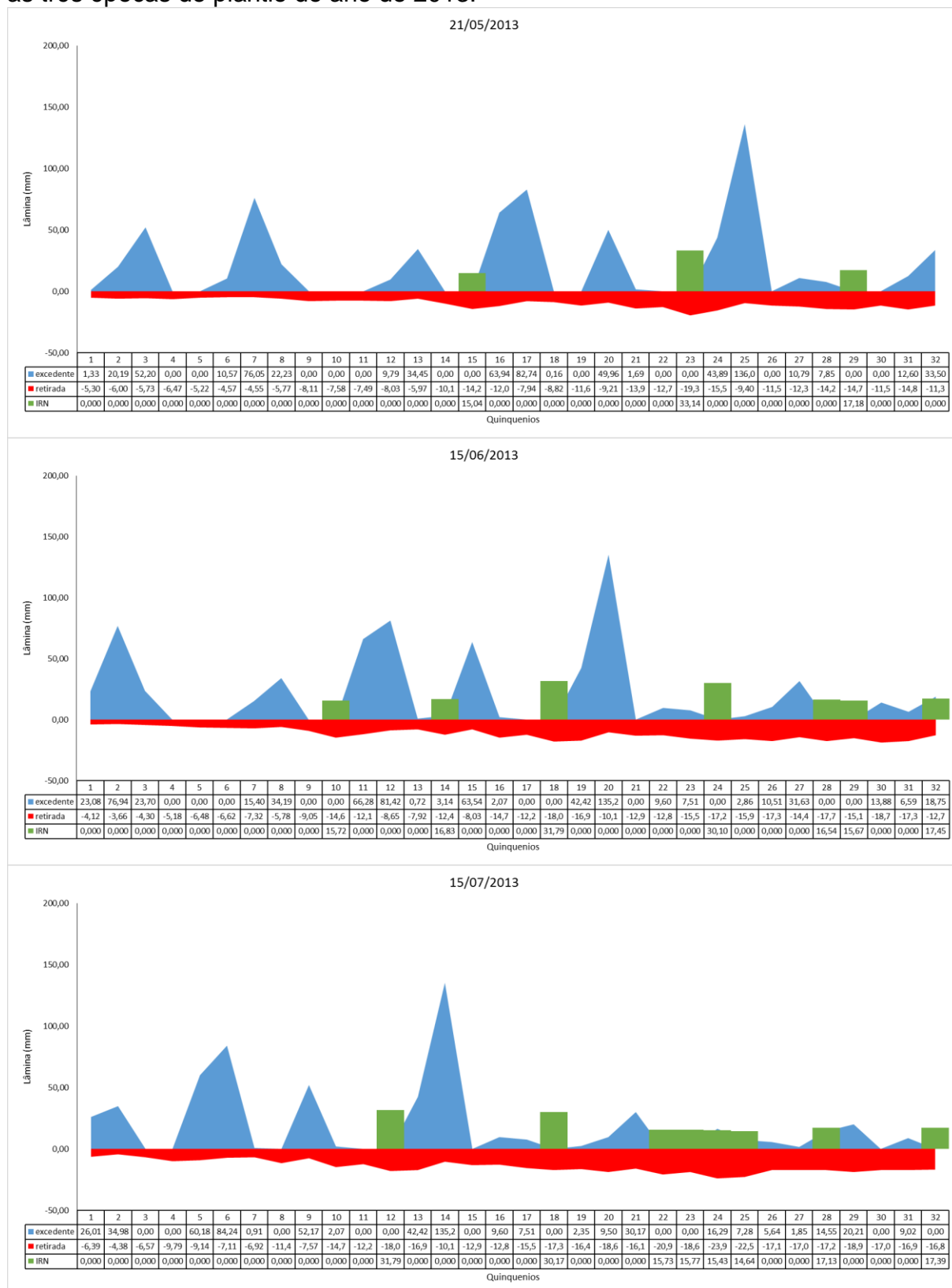


Apêndice E: Gráficos de IRN, excedente de precipitação e retirada da cultura para as três épocas de plantio do ano de 2011.

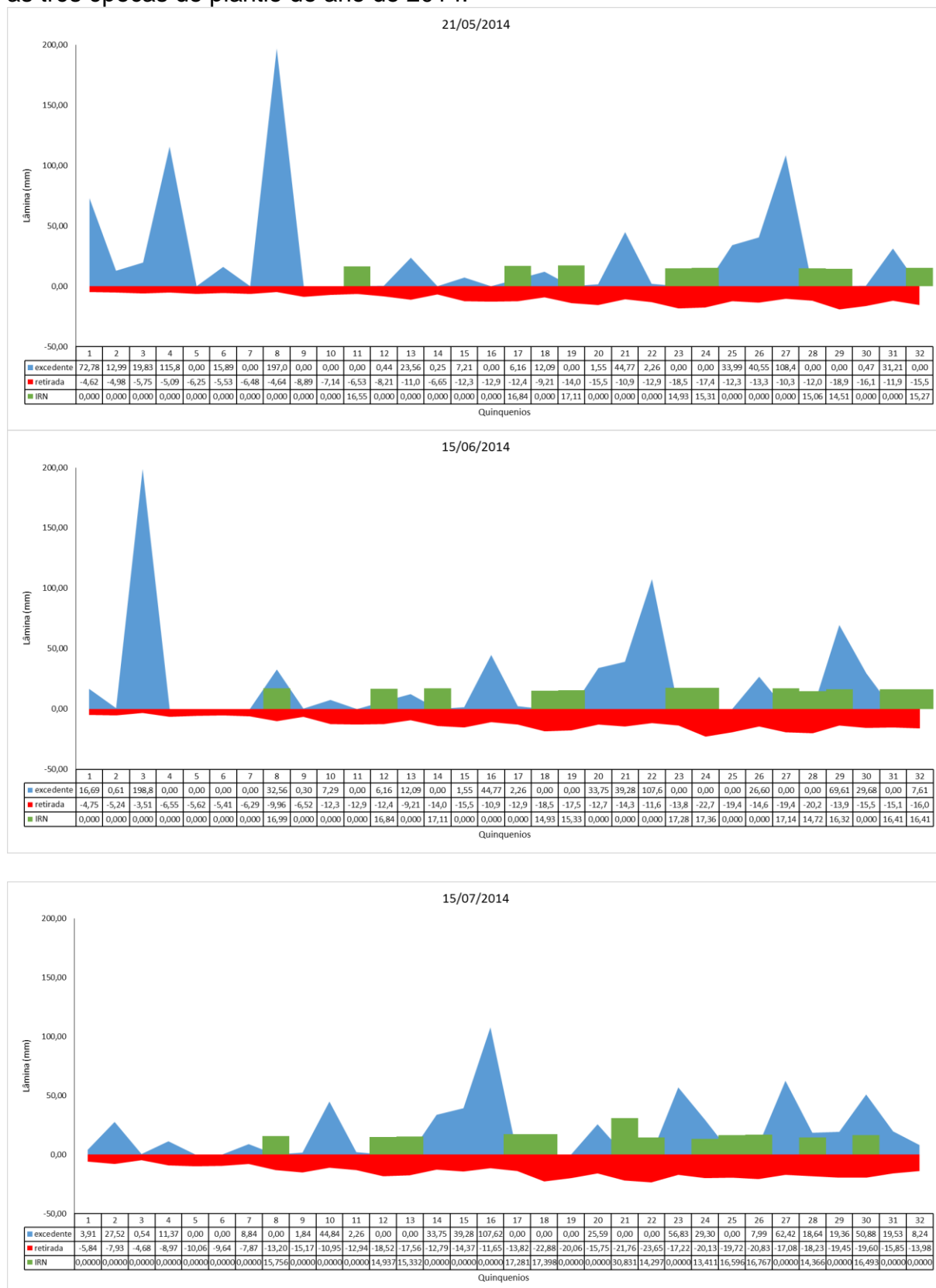




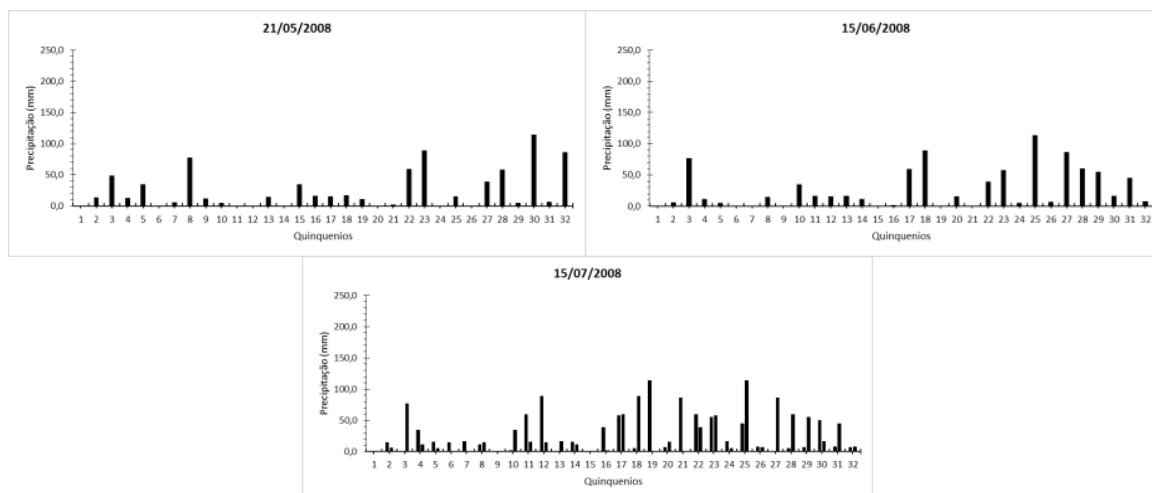
Apêndice G: Gráficos de IRN, excedente de precipitação e retirada da cultura para as três épocas de plantio do ano de 2013.



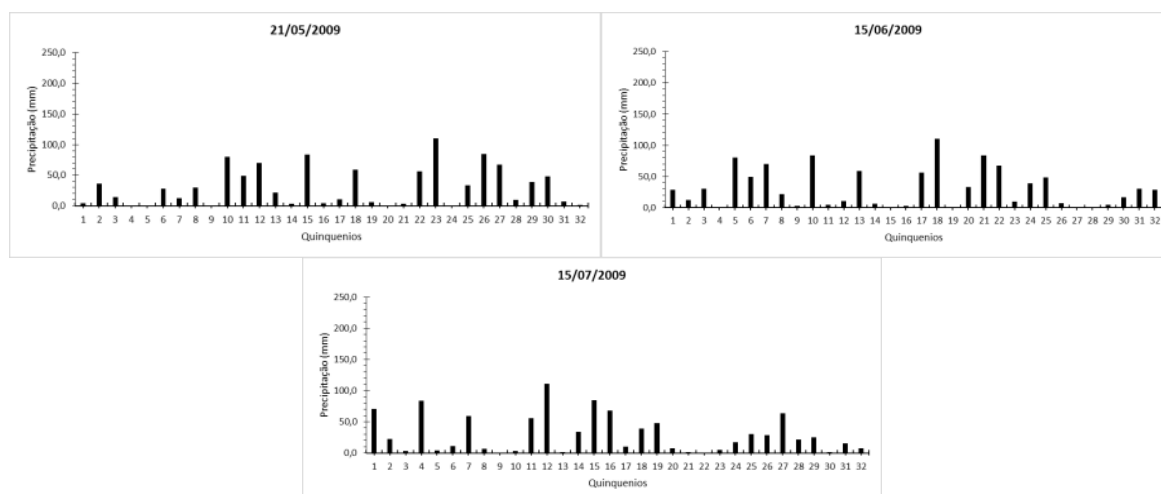
Apêndice H: Gráficos de IRN, excedente de precipitação e retirada da cultura para as três épocas de plantio do ano de 2014.



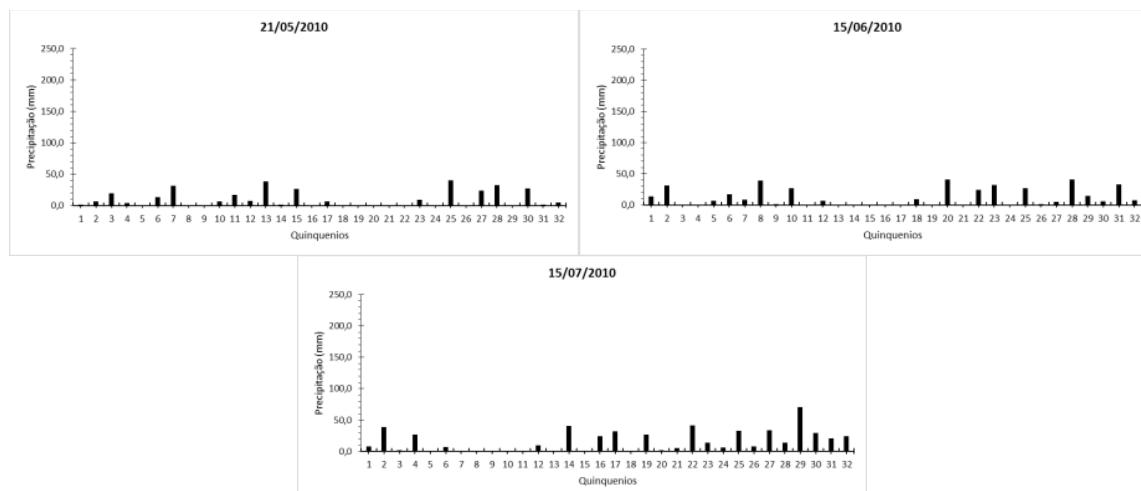
Apêndice I: Gráficos de distribuição de chuvas para as três épocas de plantio do ano de 2008.



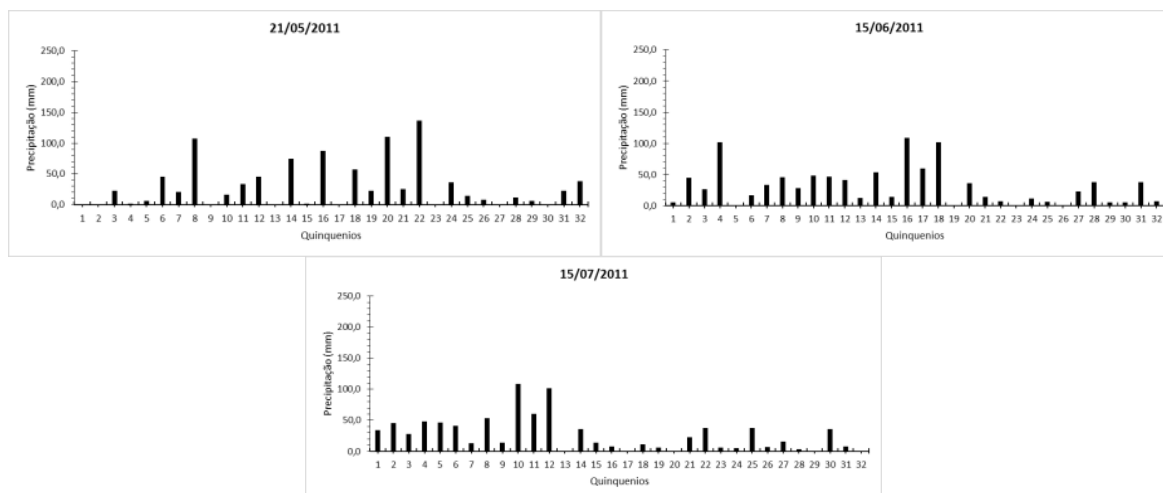
Apêndice J: Gráficos de distribuição de chuvas para as três épocas de plantio do ano de 2009.



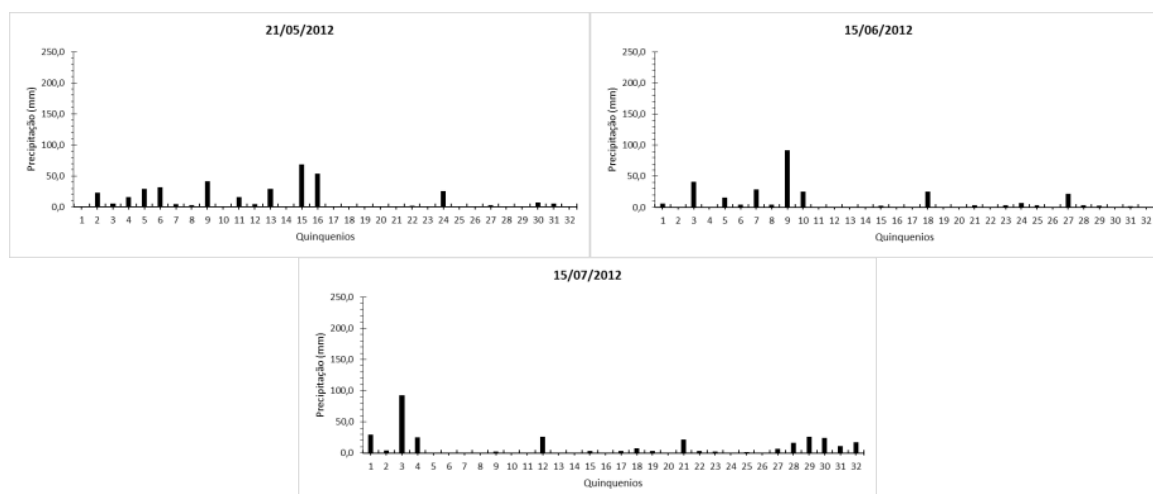
Apêndice K: Gráficos de distribuição de chuvas para as três épocas de plantio do ano de 2010.



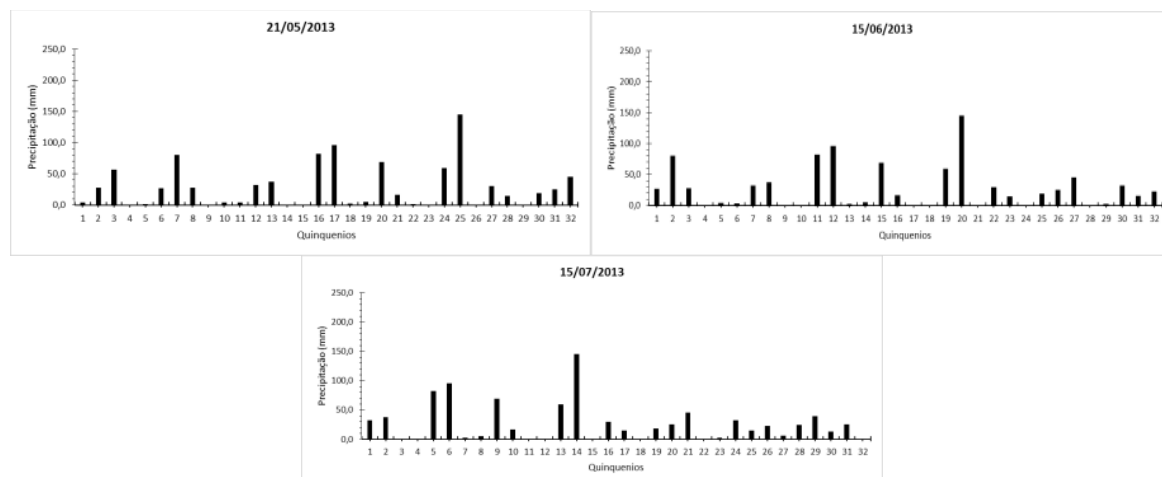
Apêndice L: Gráficos de distribuição de chuvas para as três épocas de plantio do ano de 2011.



Apêndice M: Gráficos de distribuição de chuvas para as três épocas de plantio do ano de 2012.



Apêndice N: Gráficos de distribuição de chuvas para as três épocas de plantio do ano de 2013.



Apêndice O: Gráficos de distribuição de chuvas para as três épocas de plantio do ano de 2014.

