



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

ANDRÉ HENRIQUE PINHEIRO ALBUQUERQUE

**DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE DO SOLO NO CULTIVO DA GOIABEIRA SOB
ALTAS FREQUÊNCIAS DE IRRIGAÇÃO E DIFERENTES COBERTURAS
MORTAS**

FORTALEZA - CE
2015

ANDRÉ HENRIQUE PINHEIRO ALBUQUERQUE

**DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE DO SOLO NO CULTIVO DA GOIABEIRA SOB
ALTAS FREQUÊNCIAS DE IRRIGAÇÃO E DIFERENTES COBERTURAS
MORTAS**

Tese apresentada ao curso de Doutorado em Engenharia Agrícola do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola. Área de Concentração Irrigação e Drenagem.

Orientador: Professor Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana.

FORTALEZA - CE

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A298d Albuquerque, André Henrique Pinheiro.

Distribuição da umidade do solo no cultivo da goiabeira sob altas frequências de irrigação e diferentes coberturas mortas / André Henrique Pinheiro Albuquerque. – 2015.
85 f. : il. color.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2015.

Orientação: Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana.

Coorientação: Profa. Dra. Solerne Caminha Costa.

1. Psidium guajava L.. 2. Lâmina de irrigação. 3. Semiárido. I. Título.

CDD 630

ANDRÉ HENRIQUE PINHEIRO ALBUQUERQUE

**DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE DO SOLO NO CULTIVO DA GOIABEIRA SOB
ALTAS FREQUÊNCIAS DE IRRIGAÇÃO E DIFERENTES COBERTURAS
MORTAS**

Tese apresentada ao curso de Doutorado em Engenharia Agrícola do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola. Área de Concentração Irrigação e Drenagem.

APROVADO EM: 28 / 02 / 2015.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Solerne Caminha Costa (Co- Orientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda (Presidente da banca)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Geocleber Gomes de Sousa (Conselheiro)
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

Prof^ª. Dr^ª. Waleska Martins Eloi (Conselheira)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Prof. Dr. Cleilson do Nascimento Uchôa (Conselheiro)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Agradeço a **DEUS**, pela graça da vida, e pela concessão de muitas vitórias em minha caminhada.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Ceará.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq, pelo apoio financeiro através da concessão da bolsa de estudo.

Ao Banco do Nordeste do Brasil- BNB, pelo financiamento do projeto.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – UFC.

À Empresa FRUTACOR - Razão Social João Teixeira Junior, pelo apoio irrestrito à realização dos trabalhos de pesquisa.

Ao Professor Thales Vinícius de Araújo Viana, pela amizade, ensinamentos, confiança depositada em mim desde a graduação, pelo apoio durante o decorrer do curso, por ter sido um excelente orientador e sempre ter acreditado em mim.

Ao Professor Dr. Solerne Caminha Costa do IFCE, pela amizade, co-orientação, ensinamentos e pela disponibilidade de recursos junto ao IFCE para o desenvolvimento desta tese.

Aos Professores Drs. Geocleber Gomes de Sousa da UNILAB e Claudivan Feitosa de Lacerda da UFC, pela amizade e valiosas sugestões que contribuíram para o desenvolvimento e discussão deste trabalho.

Aos professores participantes da Banca examinadora Waleska Martins Eloi e Cleilson do Nascimento Uchôa pelo tempo e pelas valiosas colaborações e sugestões.

À pessoa do sr. João Teixeira Junior, pela acolhida e incentivo indispensáveis à realização deste trabalho.

Aos professores e funcionários que compõem o Departamento de Engenharia Agrícola da UFC de modo especial, aqueles pelos quais tive a oportunidade de ter a companhia e/ou compartilhar conhecimentos e experiências.

Aos meus pais Osmar de Castro Albuquerque e Elza Pinheiro Albuquerque pela atenção, dedicação e por tudo que me proporcionaram para que eu pudesse chegar até aqui.

À minha amada esposa Antonia Gislaíne Brito Marques Albuquerque, pelo amor, incentivo, orações e compreensão dedicadas a mim.

Ao Gregório Hermes, sr. Dedé e a sra. Regina pela amizade, confiança e acolhimento durante e depois de toda a minha estadia em Limoeiro do Norte (CE).

Aos funcionários da Frutacor, em especial: João Filho, Vânia, Simone, Ítala, Edinaldo, Carlos, Rafael, Rosano e Thiago, pelo total apoio na condução da pesquisa.

A todos os meus familiares e amigos, em especial: Adriano Albuquerque, Aldiel Lima, Alessandra Carvalho, Alexandre Reuber, Aline Luz, André Rufino, Antônio Henrique, Carlos Newdmar, Camboim Neto, Danilo Romero, Fábio, Fabiana Gadelha, Francisco Alexandre, Francisco Carlos, Francisco Limeira, Giovana Silva, José Bruno, Inês Gifone, Kleiton Saraiva, Márcio David, Marilac, Mário Oliveira, Moacir Carvalho, Pedro Evandro, Rafaelly Duarte, Sandra Brasil, Sildemberny dos Santos e Winnie Fernandes pela amizade construída ao longo desses anos, pelas brincadeiras, descontrações, incentivos e pelas palavras de conforto que, de forma direta ou indireta, deram sua contribuição para que eu chegasse até aqui.

“Algo só é impossível até que alguém
duvide e acabe provando o contrário. ”
(Albert Einstein)

RESUMO

A fruticultura tem se mostrado como uma das alternativas para o desenvolvimento do semiárido. No entanto, alguns estudos devem ser implementados em relação à goiabicultura no Estado do Ceará, desenvolvida, principalmente, em solos excessivamente arenosos, como os predominantes no Distrito de Irrigação Tabuleiros de Russas. Desta forma, o experimento teve como objetivo avaliar os efeitos da alta frequência de irrigação e da utilização de coberturas mortas na retenção de água na zona radicular da goiabeira e na sua produção, durante dois ciclos. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e quatro repetições. Nos tratamentos, o tempo de irrigação diário foi fracionado em cinco diferentes quantidades de “pulsos”, ou seja, em diferentes frações do intervalo de tempo total. Já nos subtratamentos analisou-se os efeitos da ausência e da presença de quatro diferentes coberturas mortas no solo. As variáveis analisadas foram: tensão da água no solo, distribuição espacial da umidade do solo, número de frutos, massa média dos frutos, produtividade, diâmetro, tamanho e circunferência dos frutos, densidade, espessura da casca e diâmetro da polpa. Inicialmente, os dados foram submetidos à análise de variância e os dados com significância pelo teste F, foram submetidos à análise de regressão. Não foi encontrada interação significativa para a tensão da água no solo durante o primeiro ciclo, sendo que o oposto ocorreu no segundo ciclo devido a maior demanda por água pela cultura. A distribuição espacial da umidade do solo demonstrou que os maiores valores desta variável foram encontrados quando se dividiu a lâmina de irrigação diária nas maiores quantidades de pulsos. A utilização pelo produtor de maiores quantidades de pulsos de irrigação lhe proporciona melhores respostas quanto às características produtivas da goiabeira. A utilização pelo produtor de cobertura morta na superfície do solo trás lhe benefícios quanto a retenção de água nas camadas próximas a superfície do solo. Recomendam-se aos produtores do Distrito de irrigação Tabuleiro de Russas, bem como aos de áreas com solos arenosos, a divisão da lâmina de irrigação diária em uma grande quantidade de pulsos e a condução dos cultivos com cobertura do solo, como restolhos de bananeira.

Palavras-chave: *Psidium guajava* L. Lâmina de irrigação. Semiárido.

ABSTRACT

Fruit production has been shown as an alternative to the development of semiarid region. However, some studies should be implemented in relation to guava cultivation in Ceará, developed mainly in excessively sandy soils, such as those prevailing in Tabuleiros de Russas. Thus, the experiment was to evaluate the effects of high frequency of irrigation and the use of mulches on water retention in the root zone of guava and its yield over two cycles. The experimental design was a randomized block with split plots and four replications. In the treatments the time of daily irrigation was fractionated into five different amounts of "pulses", into different fractions of the total time interval. Already in the subplot examined the effects of absence and presence of four different mulches. The analyzed variables were: water tension in the soil, spatial distribution of soil moisture, number of fruits, average fruit weight, yield, diameter, size and circumference of the fruit, density, shell thickness and diameter of pulp. Initially, data were submitted to analysis of variance and data with significance by the F test, were subjected to regression analysis. There wasn't significant interaction for the water tension in the soil during the first cycle, while the opposite occurred in the second cycle due to higher demand for water by culture. The spatial distribution of soil moisture showed that the highest values of this variable were found when it divided the daily irrigation depth in the largest quantities of pulses. The use by the producer of larger amounts of irrigation pulses gives you better answers for the guava yield characteristics. Your use of mulch producer on the soil surface provides benefits as water retention in the layers near to the surface. It is recommended that producers of the Distrito de Irrigação Tabuleiros de Russas, and the areas with sandy soils, the division of daily water depth in a lot of pulses and the conduct of crops with soil cover, as banana's crop waste.

Keywords: *Psidium guajava* L.. Irrigation depths. Semiarid.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DA GOIABEIRA	13
2.2 A UMIDADE DO SOLO	14
2.3 O USO DA IRRIGAÇÃO	16
2.3.1 <i>O manejo da irrigação</i>	16
2.3.2 <i>A importância da irrigação na goiabeira</i>	17
2.3.3 <i>Irrigação em alta frequência</i>	18
2.3 A IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DA COBERTURA MORTA	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	21
3.1.1 <i>Clima</i>	22
3.1.2 <i>Solo</i>	23
3.2 CONDUÇÃO DA CULTURA	24
3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	25
3.4 SISTEMA E CONDUÇÃO DA IRRIGAÇÃO	26
3.5 CONDUÇÃO DA FERTIRRIGAÇÃO	28
3.6 VARIÁVEIS ANALISADAS	29
3.6.1 <i>Tensão da água no solo</i>	29
3.6.2 <i>Distribuição espacial da umidade do solo</i>	30
3.6.3 <i>Número de frutos, massa média dos frutos e produtividade</i>	32
3.6.4 <i>Diâmetro, tamanho e circunferência dos frutos</i>	34
3.6.5 <i>Densidade do fruto, espessura da casca e diâmetro da polpa</i>	34
3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1 TENSÃO DA ÁGUA NO SOLO NO 0 DAP	37
4.2 TENSÃO DA ÁGUA NO SOLO AOS 75 DAP	41
4.3 TENSÃO DA ÁGUA NO SOLO AOS 150 DAP	45
4.4 DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL DA UMIDADE DO SOLO NAS DIFERENTES QUANTIDADES DE PULSOS	49
4.5 NÚMERO DE FRUTOS E MASSA MÉDIA DOS FRUTOS	60
4.6 PRODUTIVIDADE	63
4.7 TAMANHO DO FRUTO	66
4.8 DIÂMETRO DO FRUTO	68
4.9 CIRCUNFERÊNCIA DO FRUTO	70
4.10 DENSIDADE DO FRUTO	72
4.11 ESPESURA DA CASCA E DIÂMETRO DA POLPA	74
5 CONCLUSÕES	78
6 REFERÊNCIAS	79

1 INTRODUÇÃO

A região Nordeste responde por 43% da produção nacional de goiaba, constituindo-se na segunda maior região produtora do país, com 7.604 hectares cultivados e 153.710 toneladas colhidas (IBGE, 2014). A goiabicultura nordestina concentra-se nos perímetros irrigados de Pernambuco e da Bahia, acolhida pelo potencial hidráulico regional, pelas condições de solo favoráveis e pelas tecnologias de produção utilizada pelos grandes produtores locais.

Desde o início da década passada é notório que a fruticultura tem se mostrado como uma das alternativas para o desenvolvimento do semiárido do Ceará, sendo que dentre as frutíferas adaptadas ao cultivo irrigado no semiárido cearense destacam-se: a banana, o melão, a melancia, a graviola, o maracujá e a uva, dentre outras. Recentemente, iniciou-se principalmente por parte dos produtores dos perímetros de irrigação Jaguaribe-Apodi e Tabuleiros de Russas a inserção das culturas goiaba, laranja, limão e tangerina e a tentativa de adaptação das culturas maçã e pêra, sob condições agroempresariais. Entretanto, na maioria dos casos, ainda não há tecnologias de cultivo adequadas para as mesmas em nosso Estado, e muitas das técnicas utilizadas no cultivo dessas frutíferas são “importadas” de Israel, passando por adaptação nos cultivos irrigados de Petrolina e no norte da Bahia, necessitando-se assim de estudos para às condições locais.

O Ceará contribui com doze por cento da produção de goiaba na região Nordeste e apenas com cinco por cento da produção nacional (IBGE, 2014). Daí a necessidade da introdução em escala comercial de cultivos de goiaba no estado para inicialmente atender a demanda interna e, posteriormente, com a autossuficiência passar de importador para exportador, como aconteceu com as culturas do melão, da melancia, da banana, dentre outras. Uma das maneiras de se auxiliar a goiabicultura no Estado é a partir da interação pesquisador-produtor para tentar corrigir alguns problemas do cultivo da cultura, principalmente, em solos com condições adversas, como os arenosos predominantes no Distrito de Irrigação Tabuleiros de Russas.

Para isso, em reunião com produtores de goiaba, em uma área experimental da agroempresa Frutacor nos Tabuleiros de Russas, percebeu-se a seguinte problemática: por predominar solos com textura arenosa, a área do distrito de irrigação apresenta elevada taxa de infiltração de água, o que tem dificultado a

retenção de água no solo e a absorção por parte das plantas. Além disso, uma grande parte dos fotoassimilados produzidos tende a se deslocar para a constituição das raízes que se aprofundam em busca de água nas camadas mais profundas do solo, em detrimento das demais partes vegetativas e reprodutivas.

Em consequência, para se tentar solucionar esta problemática no Perímetro de Irrigação Tabuleiros de Russas elaborou-se proposição de tecnologias para os presentes, tornando-se também objetos desta pesquisa: a utilização de irrigação de alta frequência aliada ao uso de coberturas mortas. Têm-se como hipóteses:

- 1) A irrigação em alta frequência deve reduzir as perdas de água por infiltração para as camadas mais profundas do solo;
- 2) A utilização de coberturas mortas deve diminuir a evaporação da água do solo e possibilitar uma maior retenção da mesma próxima à superfície.

Em ambas as hipóteses propostas, a absorção de água pelas raízes próximas à superfície deve ser facilitada. Caso haja a confirmação destas hipóteses, provavelmente as plantas reduzirão o crescimento de suas raízes e ampliarão a produção de frutos, obviamente com as demais técnicas de fertirrigação, tratos fitossanitários e outras, realizadas a contento.

Por conseguinte, em virtude da importância do estudo da umidade em solos arenosos, o experimento teve como objetivo principal avaliar os efeitos da alta frequência de irrigação e da utilização de coberturas mortas na retenção de água na zona efetiva do sistema radicular da goiabeira. Ressalta-se que a proposição dessas técnicas teve como objetivo contornar os problemas da elevada taxa de infiltração de água em solos predominantemente arenosos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais da cultura da goiabeira

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) pertence à família *Myrtaceae*, cuja região de origem provavelmente seria entre o sul do México e a América do Sul. A goiabeira é composta por mais de 70 gêneros e 3.024 espécies, sendo que de 110 a 130 espécies são naturais da América Tropical e Subtropical (MANICA, 2002).

A goiabeira é um arbusto ou uma árvore de pequeno porte (KOLLER, 1979). As folhas são opostas, de formato elíptico-oblongo e caem após a maturação. As flores são brancas, hermafroditas, eclodem em botões isolados ou em grupos de dois ou três, sempre nas axilas das folhas e nas brotações surgidas em ramos maduros. Os frutos da goiabeira são bagas que tem tamanho, forma e coloração de polpa variável em função da cultivar (GONZAGA NETO, 2007). O sistema radicular apresenta raízes adventícias primárias, que se concentram a uma profundidade de 30 cm do solo. Das raízes adventícias primárias saem as raízes adventícias secundárias, que podem atingir profundidades de até 4 ou 5 metros (ZAMBÃO; NETO, 1998 apud GONZAGA NETO, 2007). Apresenta lugar de destaque entre as frutas tropicais, principalmente devido ao seu valor nutritivo, com elevados teores de vitamina C, A e B, e ao sabor e aroma característicos, que lhe conferem excelente qualidade organoléptica (PEREIRA; MARTINEZ JR., 1986).

A goiaba possui boa aceitação nos mercados interno e externo, sendo uma das principais matérias-primas utilizadas pela indústria brasileira de conservas, permitindo várias formas de aproveitamento dos frutos (PIO *et al.*, 2002). Atualmente, os derivados de goiaba de maior aceitação nos mercados nacional e internacional são a polpa de purê enlatado, o suco concentrado, a goiabada em suas mais diversas formas e doces em pasta. Produtos como compota, fruta em calda, néctar, geleia, sorvete e iogurtes são encontrados com menor frequência nas prateleiras dos supermercados. (ROZANE; OLIVEIRA; LÍRIO, 2003).

Na região Nordeste, a goiabeira tem sido cultivada com sucesso no Vale do Rio São Francisco, nas proximidades dos municípios de Petrolina – PE e Juazeiro – BA. Nessa região, a goiabicultura é composta por pequenos produtores vinculados a projetos de irrigação, associados em cooperativas, e de médios e grandes produtores que atuam em escala empresarial, com predominância da

variedade 'Paluma'. A grande vantagem da cultura da goiaba irrigada no semiárido nordestino consiste na precocidade de sua produção a partir do plantio e da possibilidade de se produzir até duas safras por ano devido às altas taxas de insolação anuais, permitindo ao produtor comercializar seus frutos em diferentes épocas do ano, ocupando os períodos de entressafra do mercado externo da região Nordeste. (GONZAGA NETO *et al.*, 1991)

O Ceará vem implantando nos últimos anos, uma sólida infraestrutura de suporte à sustentabilidade do agronegócio da agricultura irrigada, criando condições competitivas para as cadeias produtivas da fruticultura. Mas, a goiabicultura cearense em 2010 correspondeu a somente 2,85% da produção nacional, com uma produção de 9.031 toneladas, ou seja, 6,92% da produção da região Nordeste (IBGE, 2012).

2.2 A umidade do solo

O solo é considerado um sistema trifásico bastante heterogêneo. As três fases são representadas da seguinte maneira: a fase sólida constitui a matriz do solo (componentes minerais e orgânicos); a fase líquida que consiste na água do solo, na qual existem substâncias dissolvidas (solução do solo), e a fase gasosa que é a atmosfera do solo (JONG, 2010).

O volume de sólidos pode ser considerado praticamente fixo, enquanto os gases e a solução dividem o espaço poroso do solo. Se a quantidade de solução ou a umidade do solo aumentam, a quantidade de gases diminui. Na realidade, o solo pode ser considerado como grande reservatório, cuja quantidade de água armazenada varia com a umidade (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006).

A umidade do solo é um fator essencial nos processos de transferência entre o solo, a planta e a atmosfera. O seu monitoramento contínuo em áreas irrigadas é importante para avaliar se a água aplicada pela irrigação está prontamente armazenando-se no solo explorado pelas raízes ou está se transferindo por percolação (SOUSA *et al.*, 2006).

Para Hanks e Ashcroft (1980), o conhecimento da quantidade de água no solo além de ser importante para calcular a quantidade de água aplicada via irrigação, pode-se ainda inferir sobre a influência da água sobre o crescimento das

plantas e estimar as perdas por evapotranspiração ao longo do ciclo de uma cultura qualquer.

De acordo com Timm *et al.* (2006), a umidade influencia importantes processos no solo e na planta tais como: movimento de água, compactação do solo, aeração do solo e desenvolvimento radicular. Já para Hu *et al.* (2008), estudos sobre a umidade nas diferentes camadas do solo são muito importantes, pois esta apresenta uma variabilidade nos domínios espacial e temporal, que pode levar a incertezas críticas para o manejo agrícola da água.

A umidade do solo é definida como a razão entre a massa de água e a massa de solo seco, denominada umidade em peso, ou como a razão entre o volume de água e o volume de solo, denominada umidade em volume (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006). Há vários métodos ou técnicas para a sua determinação direta ou indireta. Os principais métodos são o padrão da estufa, também denominado de gravimétrico, que fornece de forma direta os valores de umidade do solo, e os indiretos, que tomam como base medidas da moderação de nêutrons, da resistência do solo à passagem de uma corrente elétrica, da constante dielétrica do solo e da tensão da água no solo.

Um dos métodos que se destaca é a tensiometria, a qual consiste no emprego de sensores chamados de tensiômetros, que medem a umidade do solo, indiretamente, através da tensão de retenção da água do solo. Segundo Coelho (2003), o princípio de funcionamento do tensiômetro é baseado na formação do equilíbrio entre a água no seu interior e na circunvizinhança da cápsula porosa. De acordo com Olitta (1976), uma vantagem do tensiômetro, em relação a outros métodos, é a possibilidade de determinação do estado de energia da água do solo. Já como desvantagens têm-se que os tensiômetros necessitam de constante manutenção e o fato da sua capacidade de leitura não ultrapassar 76 kPa, razão pela qual ele cobre somente uma parte da água útil do solo, sendo 40% e 70%, nos solos argilosos e arenosos, respectivamente. Além disso, Olitta (1976) aponta o aparecimento de bolhas de ar no sistema quando próximo a 0,8 atm (81,06 kPa) como responsáveis por atraso na resposta do aparelho e recomenda a utilização de água livre de ar.

2.3 O uso da irrigação

2.3.1 O manejo da irrigação

A irrigação tem sido reconhecida como parte fundamental do manejo da cultura da goiabeira, não só como condição essencial, principalmente em regiões semiáridas, mas também como alternativa de produção na entressafra em regiões que apresentam baixas precipitações, como é o caso da região Nordeste do Brasil.

De acordo com Gomes (1997), a irrigação é uma prática agrícola de fornecimento de água às culturas, onde e quando as chuvas, ou qualquer outra forma natural de fornecimento não são suficientes, para suprir as necessidades hídricas das plantas.

Marengo e Lopes (2009) afirmaram que a água tem diversas funções dentro das plantas, sendo que as mais importantes são: constituinte do protoplasma, solvente de substâncias, reagente de numerosas reações químicas e bioquímicas, produto da oxidação de substratos respiratórios, manutenção de estruturas moleculares, manutenção de turgidez (essencial para o alongamento e crescimento celular) e termorreguladora.

Segundo Rego *et al.* (2004), o déficit hídrico provoca o fechamento dos estômatos, diminuindo a assimilação de CO₂ e, conseqüentemente, as atividades fisiológicas das plantas, principalmente a divisão e o crescimento das células. Por outro lado, o excesso hídrico tem como a principal consequência, a diminuição da concentração de oxigênio, o que dificulta a respiração radicular e acarreta outros problemas, como a parada do processo ativo de absorção de nutrientes e a ocorrência de respiração anaeróbia pela planta e pelos microrganismos do solo (DOBASHI *et al.*, 1998; PIRES; SOPRANO; CASSOL, 2002).

O momento em que a irrigação é necessária pode ser definido tanto pelos sintomas visuais como pela medição da deficiência de água na planta; esse momento também pode ser determinado pela disponibilidade de água no solo, pela evapotranspiração real, pelo turno de rega e pelo balanço de água no solo (JANSEN, 1983).

Para o manejo de irrigação, no que se refere à aplicação da quantidade adequada de água para o bom desenvolvimento de uma cultura, o volume de água aplicado pode ser estimado relacionando-se a lâmina de irrigação e a evaporação no

tanque classe “A” (ECA), através de percentuais ou coeficientes, definido para cada condição de cultivo (COELHO *et al.*, 1994; HAMADA; TESTEZLAF, 1995; ANDRADE JÚNIOR; KLAR, 2003). Chaves (2004) afirma que o manejo de irrigação realizado através de um simples instrumento meteorológico como o tanque classe “A” permite ao produtor rural a possibilidade de irrigar sem a necessidade de cálculos complexos na estimativa da necessidade hídrica da cultura. Dentre os vários métodos existentes para o manejo da irrigação, o do tanque Classe “A” tem sido amplamente utilizado em todo o mundo, devido, principalmente, ao seu custo relativamente baixo, à possibilidade de instalação próximo da cultura a ser irrigada e à sua facilidade de operação, aliado aos resultados satisfatórios para a estimativa hídrica das culturas (SANTOS *et al.*, 2004).

2.3.2 A importância da irrigação na goiabeira

Na fruticultura em geral, tem-se demandado conhecimentos relativos à irrigação, principalmente devido ao emprego de fruteiras de alto valor econômico. A utilização de irrigação também é uma tática dos produtores para diminuir os riscos inerentes à atividade.

Para a cultura da goiabeira não é diferente. Esta responde satisfatoriamente ao uso da irrigação. Pomares irrigados, além de excelente produtividade, registram ainda duas safras por ano (GONZAGA NETO, 2007).

Quando pomares de goiabeira passam a ser cultivados sob irrigação, pode-se dobrar o número de frutos/ha/ano, ou seja, de 250 para 500 mil frutos (MANICA *et al.*, 1981), atingindo alta produção (250 kg de frutos/planta) em árvores com mais de quatro anos de idade, permitindo, ainda, várias colheitas por ano (MANICA *et al.*, 2000).

Nas regiões onde a precipitação é suficiente e as chuvas são bem distribuídas, não há necessidade de irrigações complementares para se obter safras compensadoras (GONZAGA NETO, 2001). Nessas condições, só haverá uma boa produção, se a precipitação pluviométrica média anual estiver entre 800 a 1000 mm, sendo esta bem distribuída. Já em regiões com precipitação anual inferior a 600 mm, a goiabeira pode chegar a florescer, porém a planta perde as folhas e não produz no período de estiagem (GONZAGA NETO; SOARES, 1994).

Em regiões onde a estação seca se prolonga por cinco meses ou mais, a goiabeira produz apenas uma safra anual, resultante da brotação surgida após as primeiras chuvas (MARANCA, 1981). Caso ocorra deficiência hídrica prolongada, pode ocorrer atraso no florescimento e aumento na queda de frutos (SOUZA, BERNARDO; COUTO, 1997).

Para Zanini e Pavani (1997), culturas com podas intensas têm redução no volume da copa e conseqüentemente, menor consumo de água nesse período, devido à redução da área foliar, porém a emissão e o crescimento de novas brotações e frutificações são altamente dependentes do fornecimento de água. No período de frutificação da goiabeira o fornecimento de água é um ponto crítico, pois enquanto a falta pode provocar a redução na produção, o excesso diminui a qualidade dos frutos (MARANCA, 1981).

Nas condições do Rio de Janeiro, a lâmina total de água aplicada influenciou no número de brotos emitidos e no número de ramos estabelecidos na goiabeira, sendo a aplicação de 355 mm de água a que proporcionou a máxima emissão e a maior quantidade de ramos (SOUZA; BERNARDO; COUTO, 1997). Pereira *et al.* (2000) observaram que deficiência hídrica de 73 a 119 mm, durante cinco meses consecutivos, foi suficiente para reduzir a produção de frutos de diferentes cultivares de goiabeira, em até 51% do peso da matéria fresca. Bassoi *et al.* (2001a) estimou o Kc em pomar de goiabeira cv. Paluma em formação, cultivada a 6 x 5 m, em Petrolina - PE, irrigado por microaspersão. Pelos resultados, observaram que o consumo médio de água durante o primeiro ano de cultivo da goiabeira foi de 36,7 L planta⁻¹, aumentando para 46,3 e 45,6 L planta⁻¹ nos segundo e terceiro anos, respectivamente.

2.3.3 Irrigação em alta frequência

Com o advento de emissores mais eficientes e a adaptação de tecnologias já existentes, voltadas para a automação de sistemas de irrigação, possibilitou-se a aplicação da água diretamente sobre a região radicular, em pequena intensidade e em alta frequência, visando-se manter a umidade próxima da ideal, que é a de capacidade de campo.

O manejo da água em alta frequência por meio da irrigação por gotejamento diminui o volume de solo utilizado como reservatório no

armazenamento de água, fornece as exigências diárias de água à porção efetiva da zona radicular de cada planta e mantém um alto potencial mátrico do solo na rizosfera, reduzindo a tensão de água na planta (PHENE; SANDERS, 1976).

A frequência de irrigação e a quantidade de água a ser aplicada devem ser determinadas em função, principalmente, das variações climáticas e das características físico-hídricas dos solos. Alta frequência e baixo volume de água são ideais para a maximização do uso da água em irrigação por gotejamento (SRINIVAS; HEGDE; HAVANAGI, 1989), propiciando pequena variação nos níveis de umidade do solo, na concentração de sais e nas condições de aeração.

A aplicação das altas frequências de irrigação de acordo com a demanda da planta por água se dá através da “irrigação por pulsos”, ou seja, em um mesmo dia, parcela-se a lâmina a ser aplicada em várias operações. Os horários dos pulsos de irrigação coincidem com o consumo de água da cultura (elevadas taxas evaporativas), repondo a cada pequeno intervalo de tempo à quantidade equivalente ao consumo das plantas em tempo real.

A irrigação por pulsos apresenta grande importância em regiões com demanda hídrica elevada e em solos que apresentam textura arenosa, os quais possuem uma baixa capacidade de retenção, devendo-se trabalhar com emissores com baixa vazão para evitar faixas úmidas profundas.

2.3 A importância da utilização da cobertura morta

Práticas que favoreçam a manutenção de água, com consequente redução da evaporação são componentes importantes de sustentabilidade agrícola. Isso se dá principalmente pelo fato de que a evaporação é, em geral, mais facilmente manejada em agroecossistemas do que a transpiração de uma planta cultivada (GLIESSMAN, 2005). O mesmo autor afirma que uma ampla gama de resíduos animais e vegetais pode ser usada sobre a superfície do solo como cobertura morta, reduzindo as perdas de água por evaporação e dificultando o desenvolvimento da vegetação espontânea.

Sob o ponto de vista de conservação de água no solo, Reichardt (1990) considera como efetiva uma cobertura morta que reduz substancialmente a evaporação e permite a infiltração da água de chuva, o que, segundo Bertoni e

Lombardi Neto (1999), a torna uma prática especialmente recomendada em zonas com baixa precipitação pluviométrica.

A proteção do solo com cobertura morta promove incrementos na produção das plantas, aumenta a água disponível no solo, fornece nutrientes essenciais às plantas (CADAVID *et al.*, 1998), reduz a perda de água por evaporação resultando em maior crescimento do sistema radicular na camada superficial e reduz a flutuação da temperatura na superfície do solo (GILL *et al.*, 1996).

A escolha do tipo de cobertura morta deve levar em consideração sua capacidade de retenção de água, porosidade, microbiótica benéfica, servir como fonte de nutrientes para a cultura, pH adequado e estar livre de insetos, nematoides e microrganismos competidores (STAMETS; CHILTON, 1983). Para Flegg, Spencer e Wood (1985), a camada de cobertura deve favorecer a formação do gradiente de concentração de CO₂ e possuir composição de nutrientes diferenciada do substrato de cultivo.

Depois de incorporada ao solo, a camada de cobertura morta aumenta a capacidade de água disponível do solo, a qual é determinada pela diferença entre a quantidade de água à capacidade de campo e ao ponto de murcha permanente (STEWART, 1994). Dados da FAO apontam reduções de até 30 % na taxa de evapotranspiração do solo quando submetido à proteção, comparado ao solo descoberto (STANGHELLINI, 1993).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

O trabalho foi desenvolvido no Perímetro de Irrigação Tabuleiros de Russas, na área de produção de goiabeiras da agroempresa Frutacor, lote 75, localizada no município de Russas, Ceará. A posição geográfica da localidade é: 04° 57' S; 38° 03' W; 88 m.

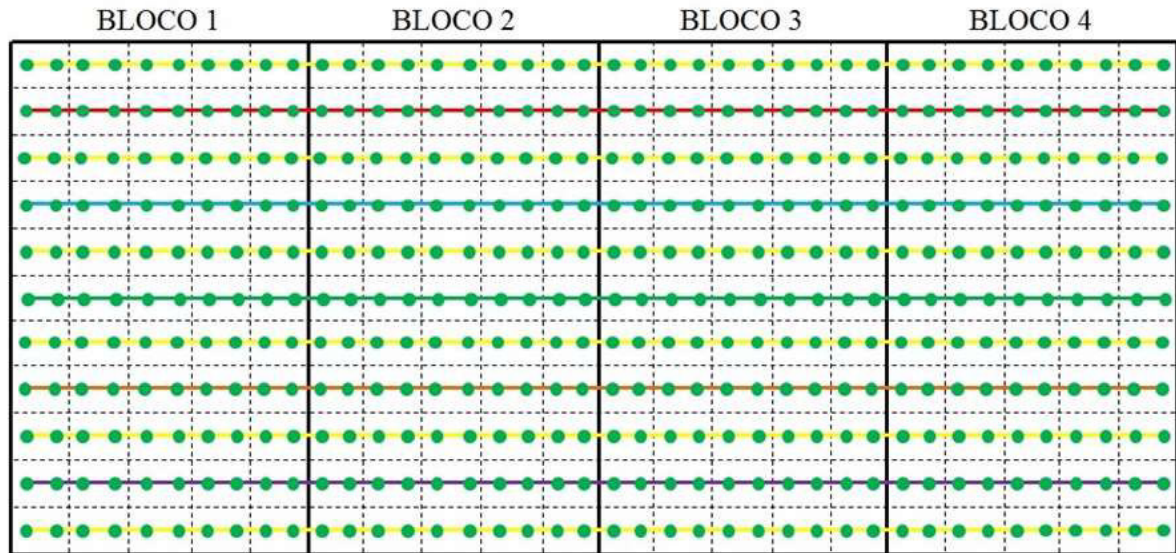
Figura 1 – Vista aérea da área experimental com destaque do lote 75.



Fonte: GOOGLE MAPS (2012).

A área total cultivada com a goiaba foi de 10.560,0 m² (66,0 x 160,0 m; Figura 2), onde foi realizado o experimento em parcelas subdivididas, no qual a lâmina diária foi dividida em cinco diferentes quantidades de pulsos de irrigação e com cinco tipos de coberturas do solo, conforme descrição posterior. Assim, cada bloco apresentava uma área de 2.640,0 m² (66,0 x 40,0 m).

Figura 2 – Croqui da área experimental.

**Legendas:**

- Bordaduras
- P3
- P21
- P7
- P13
- P1

Fonte: Autor

3.1.1 Clima

De acordo com a DNOCS (2006), o clima pode ser classificado como Bswb, ou seja, semiárido, muito quente, com precipitação média anual em torno de 720 mm, distribuída irregularmente, ao longo do ano (estação chuvosa de fevereiro a maio). A umidade relativa média anual é pouco superior a 60%, com máximas no trimestre março-maio e mínimas em setembro. As temperaturas médias mensais oscilam em torno de 27°C, com mínimas no período maio-junho e com máximas no trimestre novembro-janeiro. A insolação média anual atinge cerca de 2.900 horas com sol, sendo fevereiro o mês menos ensolarado e agosto o com maior número horas com sol dia⁻¹. A evaporação média anual, medida em tanque Classe “A”, é da ordem de 2.900 mm, correspondendo a uma evaporação no lago de cerca de 2.000 mm ano⁻¹. Na área do perímetro irrigado, a direção predominante dos ventos é Leste, não havendo incidência de dias de ventania. A velocidade média dos ventos fica em torno de 4,5 m s⁻¹.

3.1.2 Solo

Na área do perímetro irrigado foram identificados Argissolos Vermelho-Amarelo, Neossolos Quartzarênicos, Neossolos Litólicos de substratos gnáissicos, de textura superficial normalmente arenosa ou média (DNOCS, 2006). Já o solo da área experimental pertence à ordem dos Neossolos, subordem Neossolos Quartzarênicos.

As características de fertilidade do solo da área foram determinadas no Laboratório de Análises de Solos e Águas para fins de Irrigação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE de Limoeiro do Norte e a análise granulométrica foi realizada no Departamento de Ciência do Solo – UFC, a partir de amostras coletadas nas profundidades de 10, 30 e 50 cm (Tabela 1).

Tabela 1 – Análise do solo nas profundidades de 10, 30 e 50 cm, da área experimental, lote 75, agroempresa Frutacor, Russas, CE, 2011.

Atributo	Unidade	Profundidade (cm)		
		10	30	50
Areia	g kg ⁻¹	887,25	870,98	851,64
Silte	g kg ⁻¹	31,25	92,03	22,37
Argila	g kg ⁻¹	81,50	37,00	125,90
C	g kg ⁻¹	9,83	5,14	3,77
M.O.	g kg ⁻¹	16,95	8,87	6,50
pH	-	7,0	6,4	5,5
P	mg dm ⁻³	399,0	121,0	38,0
K ⁺	mmol _c dm ⁻³	1,92	1,61	1,43
Ca ²⁺	mmol _c dm ⁻³	22,5	13,0	6,5
Mg ²⁺	mmol _c dm ⁻³	36,0	32,5	14,0
Na ²⁺	mmol _c dm ⁻³	0,74	0,65	0,52
Al ³⁺	mmol _c dm ⁻³	0,0	0,0	0,5
H+Al ³⁺	mmol _c dm ⁻³	19,0	22,3	28,9
SB	mmol _c dm ⁻³	61,2	47,8	22,5
CTC	mmol _c dm ⁻³	80,2	70,1	51,4
V	%	76,0	68,0	44,0
PST	%	1	1	1
CE	dS m ⁻¹	0,33	0,26	0,36

Fonte: Autor

MO – matéria orgânica / SB – soma de bases / CTC – capacidade de troca de cátions / V – saturação por bases / PST – porcentagem de sódio trocável / CE – condutividade elétrica.

3.2 Condução da cultura

A variedade utilizada foi a Paluma, com espaçamento de 4,0 m x 6,0 m. Os trabalhos experimentais foram realizados em um pomar já constituído com um ano de idade que foi submetido a adubações conforme recomendações de análises de solo, irrigado por gotejamento autocompensante.

O trabalho experimental iniciou-se com a primeira poda de formação da goiabeira, realizada no início do mês de agosto de 2011, quando os pulsos e as coberturas foram diferenciados de acordo com os tratamentos propostos. Os dados do experimento foram coletados a partir da primeira poda de produção, que foi realizada no dia 02 de janeiro de 2012 (Figura 3).

Figura 3 – Goiabeiras da área experimental: (A) durante e (B) após a poda de formação.



Fonte: Autor

No decorrer dos trabalhos experimentais, os demais tratos culturais realizados foram o controle das ervas daninhas, com roçagem mensal de forma mecanizada nas linhas de plantio e manual próximo das plantas e linhas de irrigação, e os controles fitossanitários, combatendo de modo preventivo as principais pragas e doenças da goiabeira (Figura 4). Os tratos culturais foram realizados em conformidade com a rotina da agroempresa Frutacor, exceto as irrigações.

Figura 4 – Goiabeiras atacadas pelo psíldeo (a) e realização da pulverização (b).



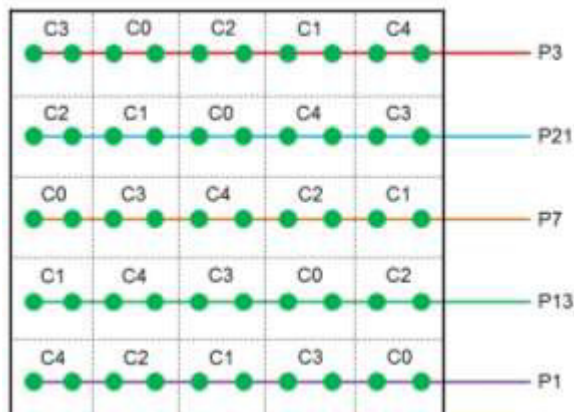
Fonte: Autor

3.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos ao acaso, com parcelas subdivididas e com quatro repetições (5 x 5 x 4). Cada bloco tinha 5 linhas de plantas úteis (5 frequências de pulsos) e em cada linha tinha 10 plantas, sendo 2 plantas por unidade experimental (5 subparcelas; cobertura morta) (Figura 5).

Nos tratamentos, o tempo de irrigação diário foi fracionado em diferentes quantidades de “pulsos”, ou seja, em diferentes frações do intervalo de tempo total. No tratamento 01, a lâmina total diária foi aplicada de uma só vez (1 pulso), ao longo do dia (P1); no tratamento 02, fracionada em 3 vezes (P2); no tratamento 03, em 7 vezes (P3); no tratamento 04, em 13 vezes (P4); no tratamento 05, em 21 vezes (P5).

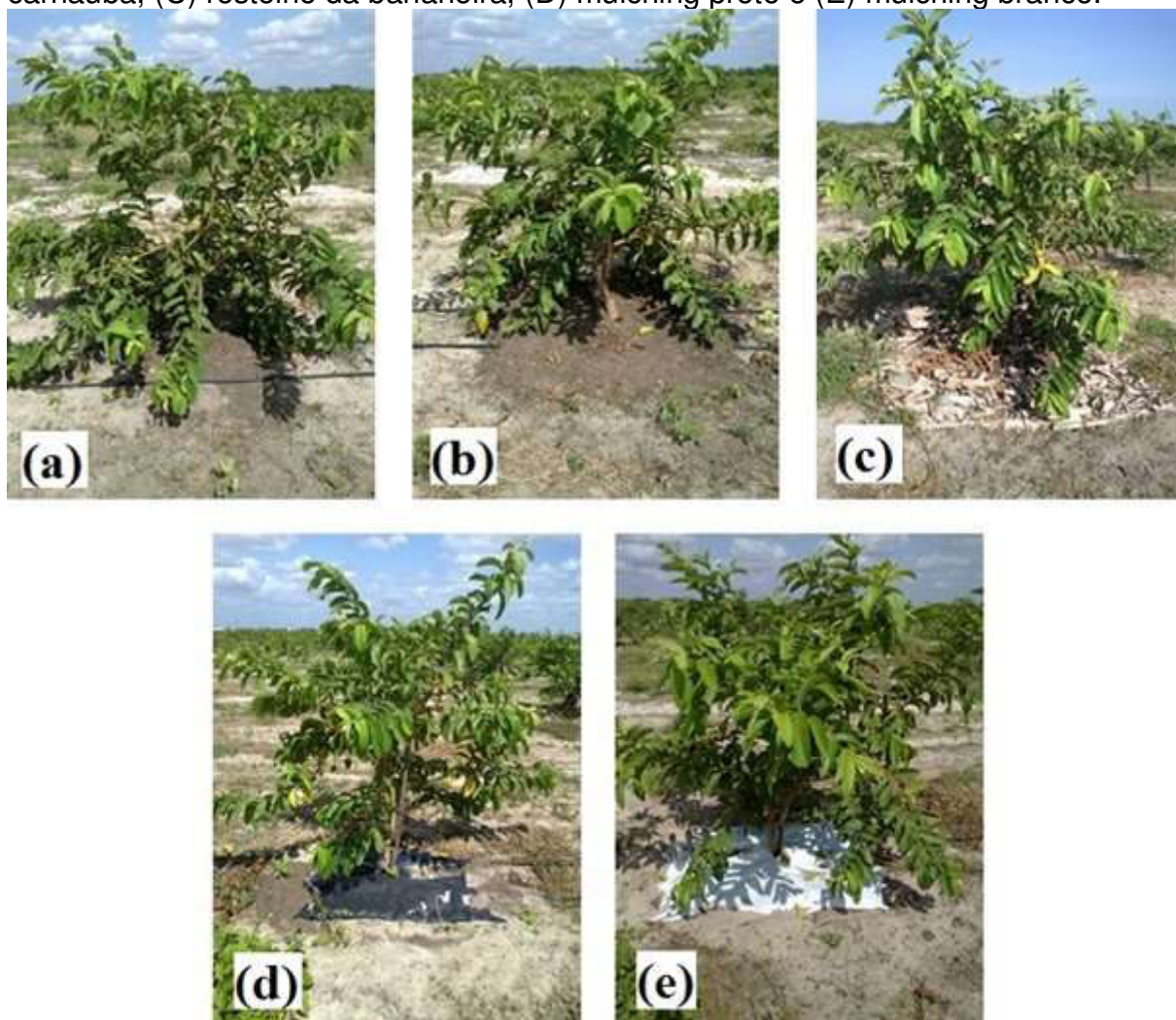
Figura 5 - Croqui de um bloco do experimento.



Fonte: Autor

Nos “subtratamentos” analisaram-se os efeitos da cobertura morta sobre a umidade do solo com a cultura da goiaba, sendo 01, sem cobertura morta (C0); 02, cobertura com bagana de carnaúba (C1); 03, cobertura com restolho da banana (C2); 04, cobertura com mulching preto (C3); 05, cobertura com mulching branco (C4) (Figura 6). Manteve-se a cobertura morta, bem como o mulching, em um raio de 1,0 m a partir do tronco da planta.

Figura 6 – Subtratamentos de coberturas mortas: (A) sem cobertura, (B) bagana de carnaúba, (C) restolho da bananeira, (D) mulching preto e (E) mulching branco.



Fonte: Autor

3.4 Sistema e condução da irrigação

Cada linha de plantas úteis (5 frequências de pulsos) era composta por duas linhas gotejadoras distribuídas lateralmente e a uma distância de 0,50 m do colo da

planta. O espaçamento entre gotejadores na linha era de 0,50 m e com vazão de 2,3 L h⁻¹.

O tempo de irrigação total utilizado em um dia foi quantificado a partir da evaporação medida no tanque classe “A”, conforme equação 01.

$$Ti = \frac{ECA * Kp * Kc * EL * Eg * Fc}{Ei * qg} \quad (01)$$

Em que: Ti é o tempo de irrigação, em h; ECA é a evaporação medida no tanque classe “A”, em mm dia⁻¹; Kp é o coeficiente do tanque, adimensional; Kc é o coeficiente da cultura, adimensional (Tabela 2); EL é o espaçamento entre linhas de irrigação, em m; EG é o espaçamento entre gotejadores, em m; FC é o fator de cobertura do solo, adimensional (0,3); Ei, é a eficiência de irrigação, adimensional; qg é a vazão do gotejador, em L h⁻¹.

Tabela 2 – Valores de Kc utilizados na estimativa do tempo de irrigação.

Fase	Fase de desenvolvimento	Dias após a poda de produção	Kc
F1	Brotação e crescimento vegetativo	63	0,66
F2	Crescimento vegetativo, floração e queda fisiológica dos frutos	77 109	0,76
F3	Crescimento dos frutos	172	0,74
F4	Maturação e colheita dos frutos	200	0,65

Adaptado de Ferreira, 2004.

A irrigação diária foi realizada após a quantificação da evaporação a partir do tanque Classe “A” (Figura 7). O tempo de irrigação diário foi dividido em pequenos intervalos de aplicação (por pulsos), conforme os tratamentos propostos, com o auxílio de painéis controladores e válvulas solenoides (Figura 8).

Figura 7 – Tanque Classe “A” instalado na área experimental para a leitura da evaporação diária (a) e pluviômetro para a quantificação de precipitações (b).



Fonte: Autor

Figura 8 – Painel de automação (a) e válvulas solenoides (b).



Fonte: Autor

3.5 Condução da fertirrigação

As fertirrigações foram realizadas a partir de um cabeçal de controle, composto por um venturi, um manômetro de glicerina e um filtro de disco de 120 mesh (Figura 9).

Figura 9 – Cabeçal de controle da irrigação e da fertirrigação utilizado na realização do experimento.



Fonte: Autor

A quantidade de adubo diluída por fertirrigação foi calculada de acordo com a fase da cultura, a partir da recomendação da análise de solo para os ciclos vegetativo e reprodutivo.

Os macronutrientes N e K tiveram como fontes o nitrato de cálcio e o cloreto de potássio, respectivamente. A aplicação da fertirrigação foi realizada diariamente e a quantidade aplicada por fertirrigação foi as mesmas em todos os experimentos.

A aplicação do adubo fosfatado foi realizada manualmente, no início de cada ciclo produtivo, após a poda realizada e teve como fonte o MAP (mono-amônio fosfato).

3.6 Variáveis analisadas

3.6.1. Tensão da água no solo

A tensão da água no solo foi determinada de forma indireta, a cada 15 dias, com o auxílio de 300 tensiômetros de punção (5 intensidades de pulsos de irrigação x 5 tipos de coberturas mortas x 3 repetições x 4 profundidades no solo). As profundidades do solo observadas foram 10, 30, 50 e 70 cm.

Antes da instalação, os tensiômetros foram saturados com água destilada durante 24 horas. A instalação foi realizada com o auxílio de um trado tipo rosca de meia polegada, o qual foi introduzido no solo, retirando-o até a profundidade de instalação (Figura 10).

No monitoramento por tensiômetro de punção, a tensão foi registrada em um vacuômetro digital e foi expressa em quilopascal (kPa).

Figura 10 – Saturação (a) e instalação dos tensiômetros (b), tensiômetros no campo (c) e realização das leituras (d).



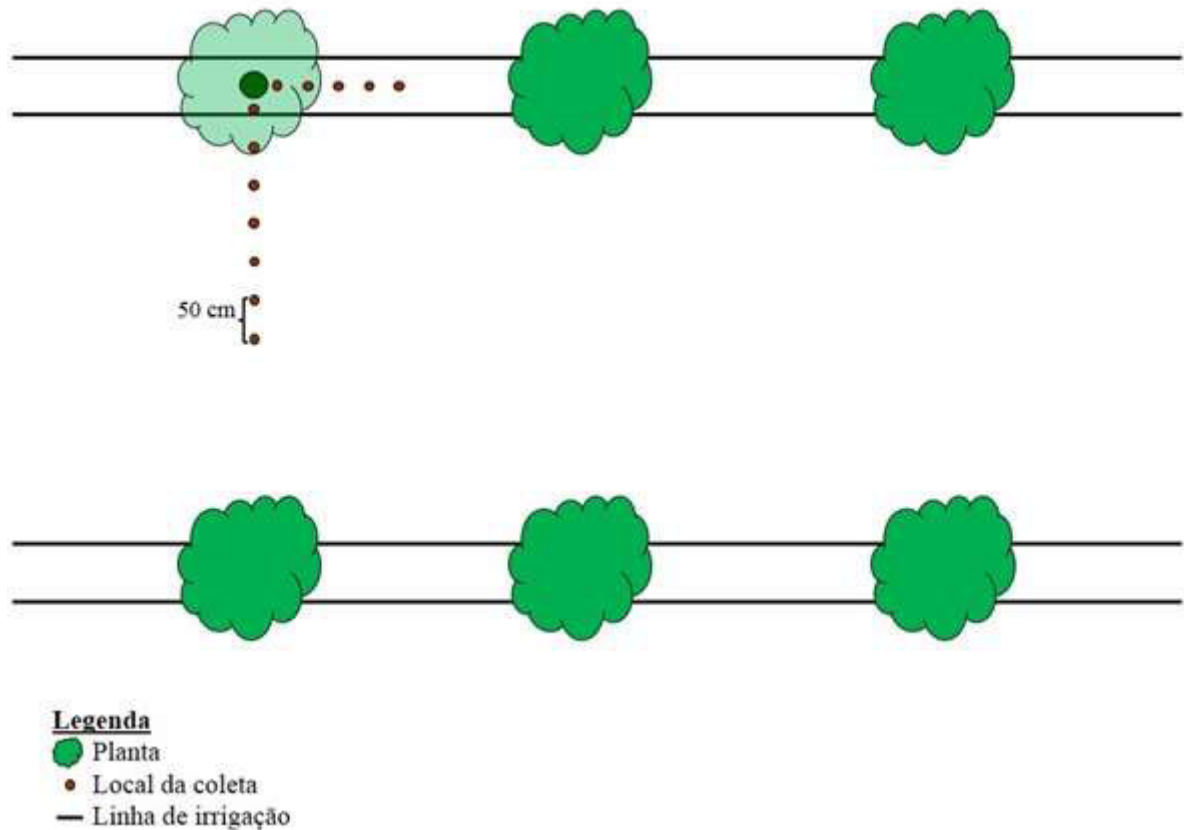
Fonte: Autor

3.6.2 Distribuição espacial da umidade do solo

Visando-se verificar a distribuição espacial da umidade do solo foi coletado amostras de solo deformadas aos 150 dias após a poda de produção. As coletas foram realizadas nas direções longitudinal e ortogonal à fileira de plantas, espaçadas 50 cm partindo do colo da planta até a metade do espaçamento entre as plantas e entre as linhas. Assim, foram coletadas por planta 4 amostras na linha e 6

entre as linhas de plantio (Figura 11), por profundidade correspondente a de instalação dos tensiômetros (10, 30, 50 e 70 cm). Analisou-se a distribuição em 2 plantas de cada um dos 25 tratamentos e subtratamentos.

Figura 11 – Distribuição dos pontos de coleta para a determinação da umidade do solo pelo método gravimétrico.



Fonte: Autor

Após coletadas, as amostras deformadas foram transportadas para o laboratório em latinhas de alumínio numeradas e de massa conhecida. Em seguida foram pesadas e transferidas para estufa a 105 °C, deixando-se nesta condição por 24 horas. No dia seguinte as amostras foram retiradas da estufa e acondicionadas em um dessecador até esfriar e logo após novamente pesadas.

A umidade gravimétrica foi determinada de acordo com a equação abaixo:

$$U_g = \left(\frac{a-b}{b} \right) * 1000 \quad (02)$$

Em que: U_g é a umidade gravimétrica ($g\ kg^{-1}$); a é a massa da amostra úmida (kg) e b é a massa da amostra seca (kg).

Com os valores de umidade gravimétrica do solo, para as diversas posições no perfil do solo, foram construídos gráficos de isolinhas de umidade do solo, permitindo avaliar a sua distribuição em planos dimensionais, o que foi possível com o auxílio do software “Surfer 8.0”.

3.6.3 Número de frutos, massa média dos frutos e produtividade

Antes da colheita, as plantas foram previamente sorteadas, de acordo com os tratamentos e subtratamentos, e marcadas com uma fita de cor laranja para facilitar a identificação destas plantas.

Para a determinação do ponto de colheita, os frutos apresentavam um teor de sólidos solúveis próximos a 10 °Brix (MOTTA *et al.*, 2015). Constatando-se que os frutos estavam prontos para a colheita, dividiu-se a copa de cada planta em quatro quadrantes e retirou-se um fruto representativo de cada um dos mesmos. Os frutos foram identificados de acordo com o seu tratamento correspondente.

Após a colheita, os frutos foram acondicionados em estantes no laboratório, visando o seu completo amadurecimento por no máximo três dias e a realização de futuras análises (Figura 12).

Figura 12 – Estágios do fruto: (A) Goiaba verde, (B e C) goiabas no ponto de colheita e (D) goiaba madura.



Fonte: Autor

Para a quantificação dos frutos, realizou-se a contagem dos mesmos, em todas as plantas úteis durante a colheita. A massa média foi obtida pesando os frutos colhidos com o auxílio de uma balança eletrônica (Figura 13) com precisão de 0,001 g.

Figura 13 – Pesagem do fruto em balança de precisão.



Fonte: Autor

A produtividade foi determinada por meio dos dados das variáveis: número de frutos por planta e massa média dos frutos. Cada variável foi mensurada sistematicamente por parcela, subparcela e repetição. Para a obtenção da produtividade, utilizou-se a equação 03.

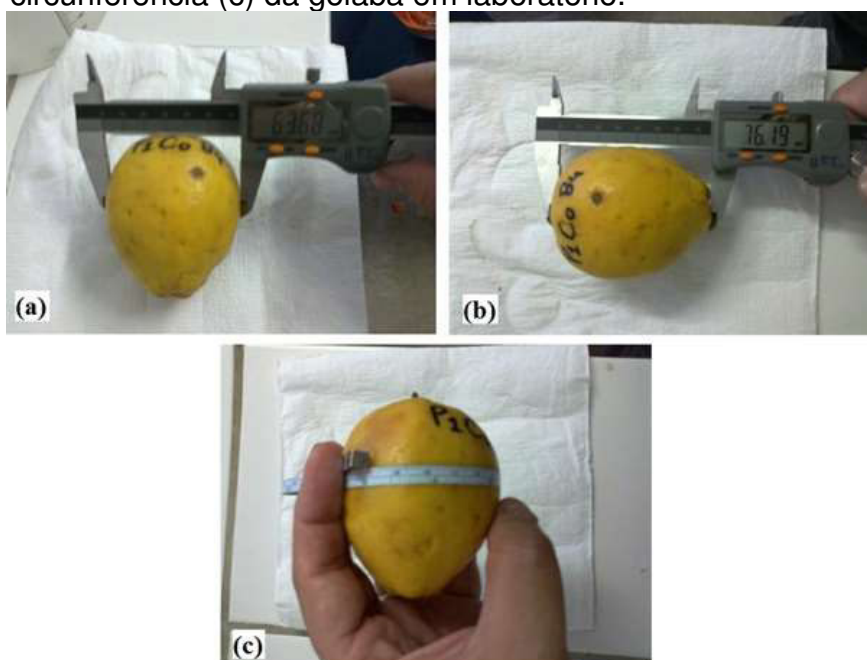
$$PROD = NF * MF * 416,67 * \left(\frac{1}{1000}\right) \quad (03)$$

Onde: PROD é a produtividade, em kg ha⁻¹ ciclo⁻¹; NF é o número de frutos por planta, em unidade de fruto; MF é a massa média dos frutos, em g; 416,67 é a quantidade de plantas por hectare; (1/1000) é uma constante para transformar grama em quilo.

3.6.4. Diâmetro, tamanho e circunferência dos frutos

As variáveis diâmetro e tamanho dos frutos foram determinadas com o auxílio de um paquímetro digital graduado em milímetros. Já a circunferência dos frutos foi determinada com uma fita métrica flexível graduada em centímetros (Figura 14).

Figura 14 – Medição do diâmetro (a), do tamanho (b) e da circunferência (c) da goiaba em laboratório.



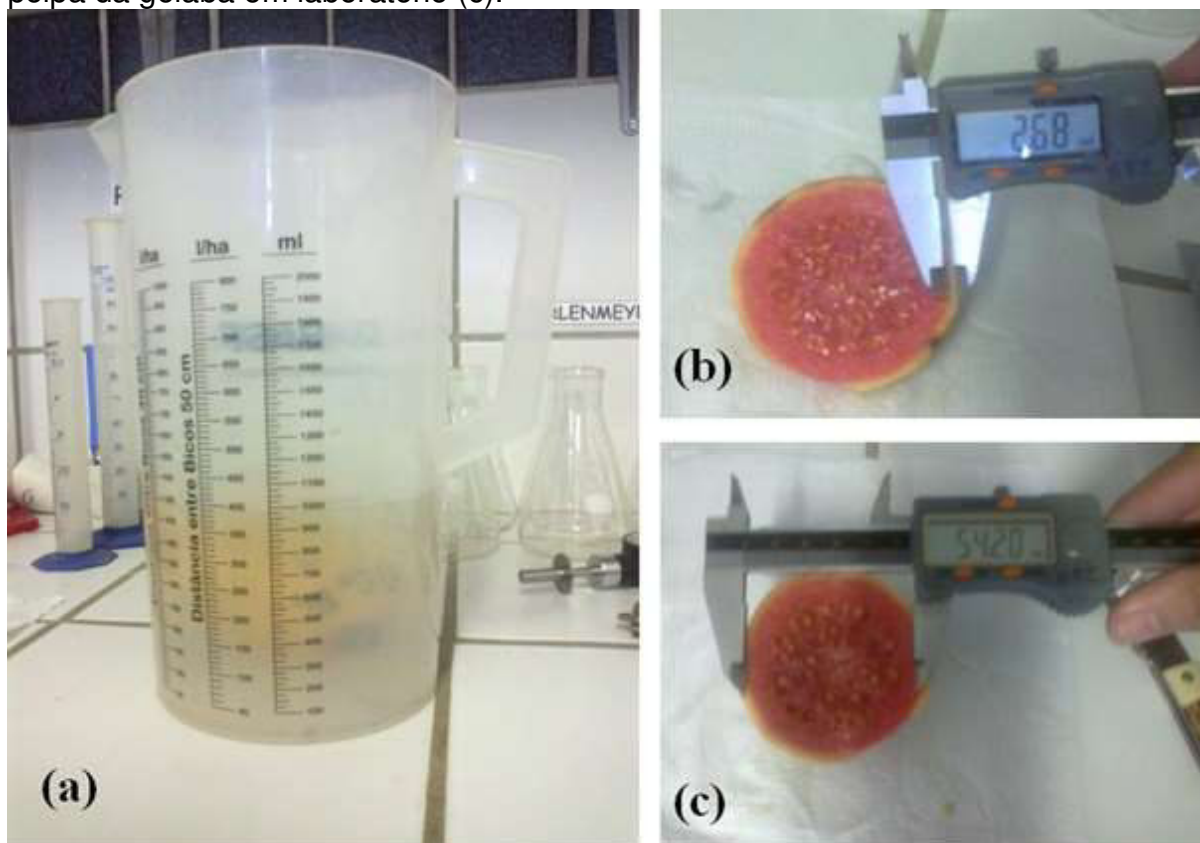
Fonte: Autor

3.6.5. Densidade do fruto, espessura da casca e diâmetro da polpa

O volume do fruto foi determinado a partir do deslocamento da água quando a goiaba foi emersa em recipiente de 2L graduada em mililitro, e posterior conversão para centímetro cúbico. A variável densidade do fruto foi determinada pela razão da massa do fruto previamente mensurada pelo volume do mesmo.

Os frutos foram cortados ao meio para a determinação das variáveis espessura da casca e diâmetro da polpa dos frutos, que foram mensuradas com o auxílio de um paquímetro digital graduado em milímetros (Figura 15).

Figura 15 – Medição do volume (a), da espessura da casca (b) e do diâmetro da polpa da goiaba em laboratório (c).



Fonte: Autor

3.7 Análise estatística

Inicialmente os dados para cada variável analisada foram submetidos à análise de variância (Anova). As variáveis com Anova significativa pelo teste F com relação ao número de pulsos de irrigação foram submetidas à análise de regressão buscando-se ajustar equações com significados biológicos.

Na análise de regressão, as equações de regressão que melhor se ajustaram aos dados foram escolhidas com base na significância dos coeficientes de regressão a 1% (**) e 5% (*) de probabilidade pelo teste F e no maior coeficiente de determinação (R^2). No caso de efeitos significativos entre a interação de dois ou mais fatores (número de pulsos, época de coleta e profundidade de observação) realizaram-se superfícies de resposta (no caso das variáveis de solo e de crescimento).

Os dados com relação ao tipo de cobertura morta foram submetidos ao teste de média. Os dados da interação número de pulsos (frequência de irrigação)

versus cobertura morta foram submetidos a teste de média e quando significativos fez-se a adequação dos mesmos a constituição de gráficos com linhas de tendência. Esses estudos foram realizados com o auxílio de planilhas do Excel e do software “ASSISTAT 7.7 beta/UFCG” para as estatísticas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Tensão da água no solo no 0 DAP

Após a realização da análise de variância é possível constatar que não houve interação significativa entre as diferentes quantidades de pulsos de irrigação, as coberturas do solo e as profundidades para a tensão da água no solo (TAS) aos 0 DAP (dias após a poda de produção) no primeiro ciclo. Já no segundo ciclo, houve interação significativa entre as diferentes quantidades de pulsos de irrigação, as coberturas do solo e as profundidades analisadas para a tensão da água no solo aos 0 DAP. Na Tabela 3 é demonstrado os valores dos quadrados médios para esta variável.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância para a tensão da água no solo no 0 DAP, em função de cinco quantidades de pulsos de irrigação, de cinco coberturas do solo e de quatro profundidades nos dois ciclos de produção da goiabeira Paluma, Russas, CE.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		TAS (kPa)	
		1º ciclo	2º ciclo
Blocos	2	27,79806**	21,29602*
Pulso (A)	4	58,95288**	62,88238**
Resíduo (A)	8	2,10310	4,28114
Parcelas	14	-	-
Cobertura (B)	4	87,11728**	69,56908**
Int. (AxB)	16	0,87079*	0,84808**
Resíduo (B)	40	2,82475	3,86253
Subparcelas	74	-	-
Profundidade	3	243,41968**	166,08283**
Int. (AxC)	12	0,89868**	1,42701 ^{ns}
Int. (BxC)	12	1,57702**	4,53914 ^{ns}
Int. (AxBxC)	48	0,27099 ^{ns}	1,24872**
Resíduo (C)	150	0,19476	2,94581
Total	299	-	-
CV% (A)	-	15,10	17,16
CV% (B)	-	17,10	16,30
CV% (C)	-	4,60	14,23

TAS – tensão da água no solo; GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade; * - significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns - não significativo.

Com a análise de regressão foi verificado que durante o primeiro ciclo, para uma profundidade de 10 cm, a TAS em função do número dos pulsos se

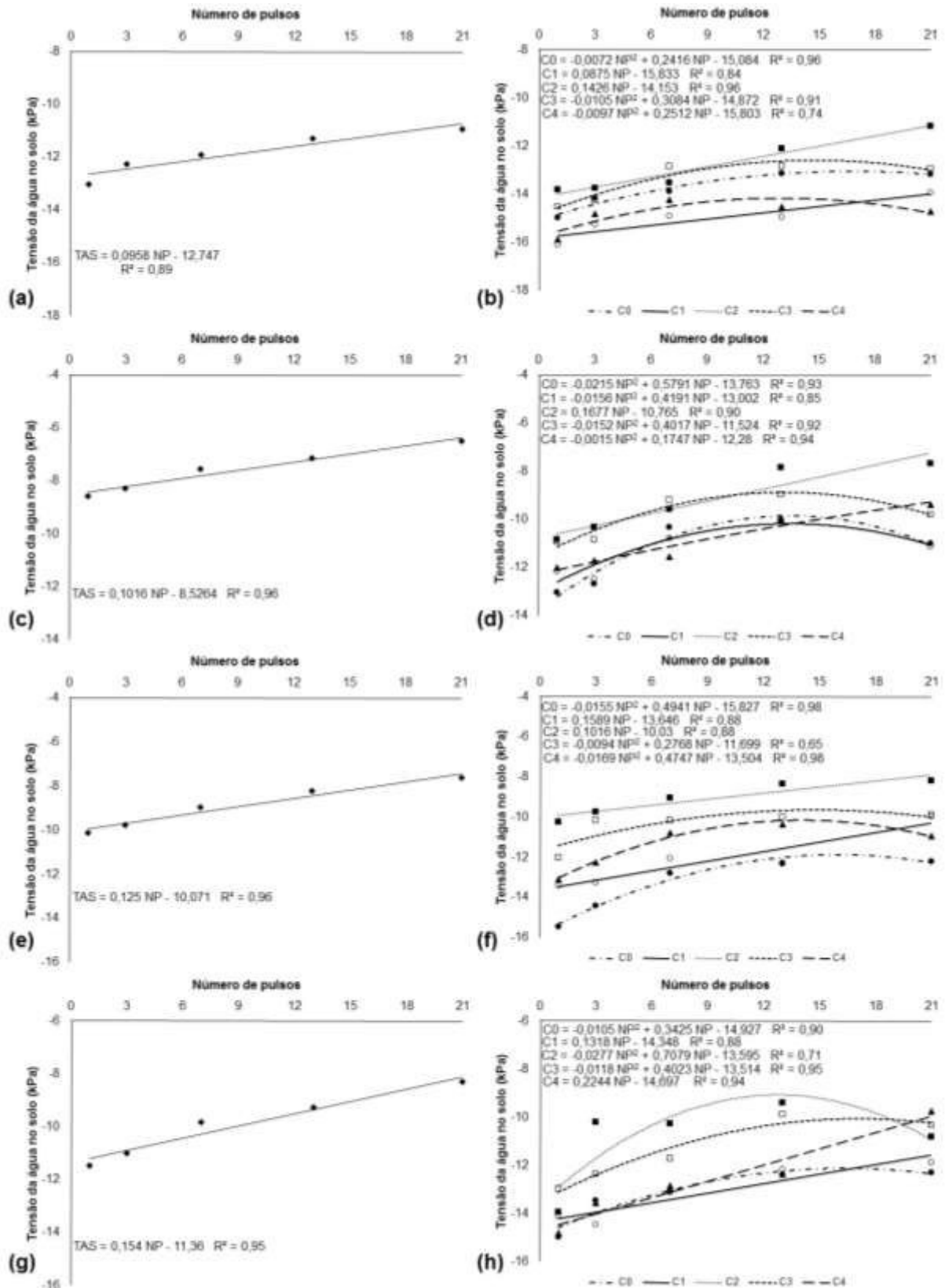
ajustou em um modelo linear com R^2 de 0,89. O maior valor observado nas condições experimentais (-10,74 kPa) foi obtido sob a maior quantidade de pulsos de irrigação P21 (Figura 16a). No segundo ciclo, a tensão se ajustou em um modelo polinomial quadrático para C0, C3 e C4, com R^2 de 0,96, 0,91 e 0,74, respectivamente (Figura 16b). Com as coberturas C1 e C2, a TAS apresentou uma tendência linear, com R^2 de 0,84 e 0,96, respectivamente. A maior TAS foi encontrada quando se empregou a cobertura de folha de bananeira (C2), sendo que, com 21 pulsos de irrigação, foi encontrada uma tensão de -11,16 kPa.

No primeiro ciclo em uma profundidade de 30 cm, a TAS em função do número dos pulsos se ajustou em um modelo linear com R^2 de 0,96. O maior valor observado, nas condições experimentais (-6,43 kPa), foi encontrado sob a maior quantidade de pulsos de irrigação P21 (Figura 16c). No segundo ciclo, a TAS se ajustou em um modelo polinomial quadrático para C0, C1 e C3, com R^2 de 0,93, 0,85 e 0,92, respectivamente (Figura 16d). A maior TAS foi encontrada quando se empregou a cobertura de folha de bananeira (C2), sendo que, com 21 pulsos de irrigação foi encontrada uma tensão de -6,43 kPa.

Em uma profundidade de 50 cm, no primeiro ciclo de produção, a TAS em função do número dos pulsos se ajustou em um modelo linear com R^2 de 0,96. O maior valor observado (-7,45 kPa) foi encontrado sob a maior quantidade de pulsos de irrigação (P21) (Figura 16e). Durante o segundo ciclo, a TAS se ajustou em um modelo polinomial quadrático para C0, C3 e C4, com R^2 de 0,98, 0,65 e 0,98, respectivamente (Figura 16f). Com as coberturas C1 e C2, a TAS apresentou uma tendência linear crescente, com R^2 de 0,88 para ambas. A maior TAS também foi encontrada quando foi empregada a cobertura de folha de bananeira (C2), sendo que, no tratamento P21, foi encontrada uma TAS de -7,90 kPa.

Aos 70 cm de profundidade, no primeiro ciclo de produção, a TAS em função do número dos pulsos se ajustou em um modelo linear com R^2 de 0,95. O maior valor observado (-8,13 kPa) foi encontrado sob a quantidade de 21 pulsos de irrigação (Figura 16g). Já no segundo ciclo, a TAS se ajustou em um modelo polinomial quadrático para C0, C2 e C3, com R^2 de 0,90, 0,71 e 0,95, respectivamente (Figura 16h). Com as coberturas C1 e C4, a TAS apresentou uma tendência linear, com R^2 de 0,88 e 0,94, respectivamente. A maior TAS (-9,07 kPa) foi encontrada ao se utilizar a cobertura de folha de bananeira (C2) e com a aplicação de aproximadamente nove pulsos de irrigação.

Figura 16 – Tensão da água no solo no 0 DAP, nas profundidades de 10 cm durante o primeiro (a) e segundo ciclo (b); 30 cm durante o primeiro (c) e segundo ciclo (d); 50 cm durante o primeiro (e) e segundo ciclo (f) e; 70 cm durante o primeiro (g) e segundo ciclo (h) de produção da goiabeira Paluma, Russas, CE.



Fonte: Autor

A partir dos resultados obtidos nesta pesquisa, pode-se afirmar que, durante o primeiro e o segundo ciclo, os menores valores médios de TAS foram encontrados aos 10 cm de profundidade. Isso ocorre devido a elevada taxa de permeabilidade inerente aos solos arenosos, que proporciona uma rápida percolação da água para as camadas subsuperficiais. Hillel (1982) afirma que os solos arenosos, normalmente apresentam poros maiores, sendo mais rapidamente esvaziado em baixas tensões, restando pequenas quantidades de água. Outro fator que contribui para os menores valores de TAS em superfície, é que esta camada está exposta às elevadas taxas evaporativas encontradas no semiárido cearense.

Os maiores valores de TAS foram encontrados na maior quantidade de pulsos (P21), sendo que o oposto ocorreu em P1. A aplicação de água por pulsos de irrigação, permite reduzir a taxa média de irrigação para um nível que coincide com condutividade hidráulica do solo e reduz a percolação abaixo da zona radicular efetiva (ZIN EL-ABEDIN, 2006).

Comparando os dois ciclos, é possível observar que os valores médios de TAS do primeiro ciclo são maiores do que os do segundo e isso pode ser explicado pelo maior consumo hídrico desta cultura no segundo ciclo de produção. Bassoi *et al.* (2001a), realizando pesquisa com goiabeiras em Petrolina – PE, encontraram um maior consumo médio diário de água no segundo ciclo (46,3 L.planta⁻¹), quando confrontado com o primeiro ciclo (36,7 L.planta⁻¹).

No segundo ciclo, a cobertura de folhas de bananeira (C2) apresentou os maiores valores de TAS em todas as profundidades avaliadas, quando comparada as demais coberturas. A decomposição da matéria orgânica altera o desempenho físico do solo por seus efeitos na agregação e consistência do solo, atuando na formação de agregados e, portanto, na distribuição do tamanho de poros, assim como na sua estabilidade, proporcionando uma maior retenção e disponibilidade de água no solo (BRAIDA *et al.*, 2011).

Ainda no segundo ciclo, foram encontrados os menores valores de TAS em P1 e os maiores valores em P21, exceto aos 70 cm de profundidade (-9,07 kPa). A aplicação da lâmina diária em um único pulso de irrigação, nas condições edafoclimáticas da pesquisa, proporciona um déficit hídrico nas camadas do solo, a qual se encontra a zona radicular efetiva. Para Mota (2010), a adoção de uma única lâmina diária de irrigação, mesmo em curto espaço de tempo, apresenta risco

elevado de perda de água por drenagem interna, fato que sugere o maior fracionamento possível para otimizar o aproveitamento da água e fertilizantes.

4.2 Tensão da água no solo aos 75 DAP

De posse da análise de variância é possível verificar que no primeiro ciclo não houve interação significativa entre os pulsos de irrigação, as coberturas do solo e as profundidades para a tensão da água no solo (TAS) aos 75 DAP. No segundo ciclo, houve interação significativa entre os pulsos de irrigação, as coberturas do solo e as profundidades estudadas para a TAS. Na Tabela 4 se encontram os valores dos quadrados médios para esta variável.

Tabela 4 - Resumo da análise de variância para a tensão da água no solo aos 75 DAP, em função de cinco quantidades de pulsos de irrigação, de cinco coberturas do solo e de quatro profundidades nos dois ciclos de produção da goiabeira Paluma, Russas, CE.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		TAS (kPa)	
		1º ciclo	2º ciclo
Blocos	2	1,35723 ^{ns}	7,75620*
Pulso (A)	4	50,92069**	45,51424**
Resíduo (A)	8	0,41816	1,59802
Parcelas	14	-	-
Cobertura (B)	4	12,12014**	45,64145**
Int. (AxB)	16	0,28656**	0,31041**
Resíduo (B)	40	1,82625	1,47922
Subparcelas	74	-	-
Profundidade	3	171,90537**	75,51427**
Int. (AxC)	12	1,10684**	1,18670 ^{ns}
Int. (BxC)	12	0,53671**	2,03788 ^{ns}
Int. (AxBxC)	48	0,11982 ^{ns}	0,23650**
Resíduo (C)	150	0,12483	1,42570
Total	299	-	-
CV% (A)	-	9,52	15,15
CV% (B)	-	19,90	14,58
CV% (C)	-	5,20	14,31

TAS – tensão da água no solo; GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade; * - significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns - não significativo.

Pela análise de regressão foi averiguado que durante o primeiro ciclo, a uma profundidade de 10 cm, a TAS aos 75 DAP em função do número dos pulsos se ajustou em um modelo linear com R² de 0,91. O maior valor observado (-7,83

kPa) foi obtido sob a maior quantidade de pulsos de irrigação P21 (Figura 17a). No segundo ciclo, a tensão se ajustou em um modelo polinomial quadrático para C0, C1 e C4, com R^2 de 0,92, 0,97 e 0,97, respectivamente (Figura 17b). As coberturas C2 e C3 apresentaram um comportamento linear, com R^2 de 0,90 e 0,86, respectivamente. A maior TAS aos 75 DAP foi encontrada quando se empregou a cobertura de folha de bananeira (C2), sendo que, com 21 pulsos de irrigação, foi encontrada uma tensão de -7,90 kPa.

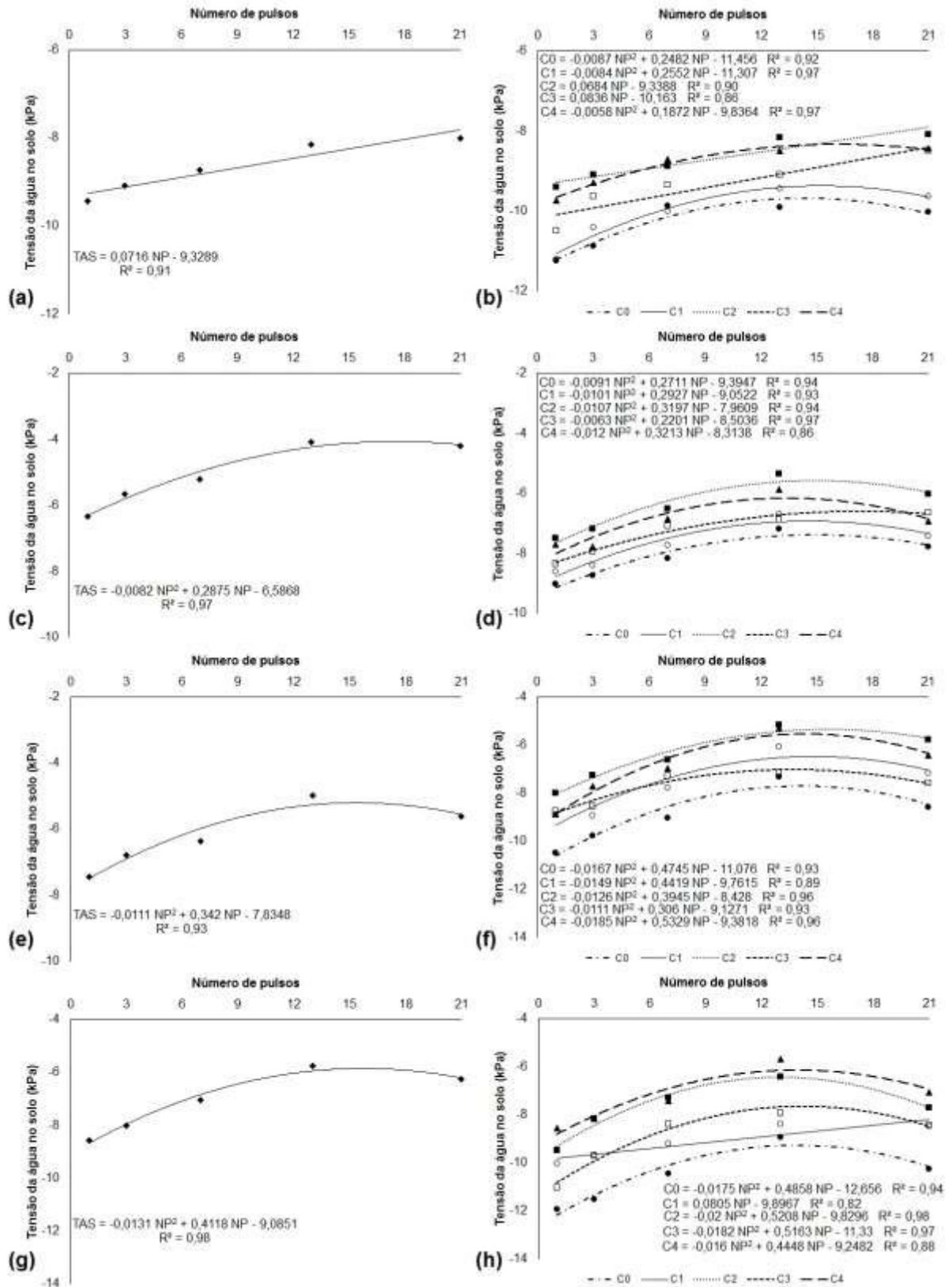
No primeiro ciclo, em uma profundidade de 30 cm, a TAS em função do número dos pulsos se ajustou em um modelo polinomial quadrático, com R^2 de 0,97. O maior valor observado, nas condições experimentais (-4,07 kPa), foi encontrado sob aproximadamente 18 pulsos de irrigação (Figura 17c). No segundo ciclo, a tensão se ajustou em um modelo polinomial quadrático para todas as coberturas mortas, apresentando R^2 de 0,94 para C0; 0,93 para C1; 0,94 para C2; 0,97 para C3 e 0,86 para C4 (Figura 17d). A maior TAS foi encontrada onde se utilizou a cobertura de folha de bananeira (C2), sendo que, com aproximadamente 15 pulsos de irrigação, foi encontrada uma tensão de -5,57 kPa.

Na profundidade de 50 cm, a TAS em função do número dos pulsos se ajustou em um modelo polinomial quadrático, com R^2 de 0,93. O maior valor da TAS observado (-5,20 kPa) foi encontrado sob aproximadamente 15 pulsos de irrigação (Figura 17e). Para o segundo ciclo, a tensão se ajustou em um modelo polinomial quadrático para todas as coberturas mortas, apresentando R^2 de 0,93 para C0; 0,89 para C1; 0,96 para C2; 0,94 para C3 e 0,96 para C4 (Figura 17f). A maior TAS foi encontrada com a utilização da cobertura de folha de bananeira (C2), sendo que, com 15,7 pulsos de irrigação foi encontrada uma tensão de -5,34 kPa.

Em uma profundidade de 70 cm, no primeiro ciclo de produção, a TAS em função do número dos pulsos se ajustou em um modelo polinomial quadrático, com R^2 de 0,98. O maior valor observado (-5,85 kPa) foi encontrado sob a quantidade de 15,72 pulsos de irrigação (Figura 17g).

Já no segundo ciclo, a tensão se ajustou em um modelo polinomial quadrático para C0, C2, C3 e C4, com R^2 de 0,94, 0,98, 0,97 e 0,88, respectivamente (Figura 17h). Com a cobertura C1 a TAS apresentou uma tendência linear, com R^2 de 0,82. A maior TAS (-6,11 kPa) foi encontrada quando se utilizou o mulching branco (C4) como cobertura, com a aplicação de 14 pulsos de irrigação.

Figura 17 – Tensão da água no solo aos 75 DAP, nas profundidades de 10 cm durante o primeiro (a) e segundo ciclo (b); 30 cm durante o primeiro (c) e segundo ciclo (d); 50 cm durante o primeiro (e) e segundo ciclo (f) e; 70 cm durante o primeiro (g) e segundo ciclo (h) de produção da goiabeira Paluma, Russas, CE.



Fonte: Autor

Pelos resultados encontrados nesta pesquisa, pode-se afirmar que, durante o primeiro e o segundo ciclos de produção, os menores valores médios de TAS aos 75 DAP também foram encontrados a 10 cm de profundidade. Pode-se inferir que tal fato ocorre devido à baixa capacidade de retenção da água em solos arenosos, que proporciona uma imediata infiltração da água no perfil do solo pela ação gravitacional.

Urach (2007), ao aferir estimativas da retenção para fins de irrigação, constatou um efeito negativo de solos predominantemente arenosos sobre a retenção de água, indicando que solos arenosos possuem uma menor capacidade de reter água. Os Neossolos Quartzarênicos, ordem a qual pertence o solo da área experimental, são solos caracterizados pela reduzida capacidade de agregação de partículas, baixos teores de argilas e de matéria orgânica e possuem baixa capacidade de retenção de água (EMBRAPA, 2013).

Em ambos os ciclos, foi encontrada uma predominância de ajustes polinomiais quadráticos, fato que se deve a uma alteração das TAS na maior quantidade de pulsos testada, ficando mais evidenciado em maiores profundidades. É possível inferir que tal comportamento se deve ao grande fracionamento da lâmina de irrigação em pequenos intervalos de tempo, sendo que, para atingir a pressão de serviço do sistema, era demandado um pequeno intervalo de tempo, que não foi considerado na divisão dos pulsos.

No segundo ciclo, a ausência de cobertura do solo (C0) apresentou os menores valores de TAS, que foi evidenciado em todas as profundidades. A ausência de cobertura proporciona uma maior exposição da superfície do solo às intempéries climáticas, principalmente a evaporação. De acordo com Stone *et al.* (2006), a cobertura do solo muda a relação solo-água-plantas, diminuindo a taxa de evapotranspiração, reduzindo a frequência de irrigação e, por conseguinte, os custos de operação com o sistema de irrigação.

Os maiores valores de TAS foram encontrados na cobertura C2, nas profundidades de 10 cm, 30 cm e 50 cm. O emprego de partes da bananeira como cobertura morta representa uma fonte substancial de matéria orgânica, através dos resíduos extraídos de toda a planta após a colheita do cacho, seja pelas folhas secas provenientes das desfolhas ou pelos rizomas e raízes que se decompõem no solo (NOGUEIRA, 2006), além de uma maior retenção de água nas camadas superficiais do solo. Na profundidade de 70 cm, o maior valor de TAS (-6,11 kPa) foi

evidenciado na cobertura C4. Para Allen *et al.* (2007), a evapotranspiração da cultura (ETc) sob mulching plástico é de aproximadamente 5 a 30% menor do que em condições de ausência de cobertura do solo.

4.3 Tensão da água no solo aos 150 DAP

Com a análise de variância é possível averiguar que no primeiro ciclo não houve interação significativa entre as quantidades de pulsos de irrigação, as coberturas do solo e as profundidades para a tensão da água no solo (TAS) aos 150 DAP. No segundo ciclo, houve interação significativa entre os pulsos de irrigação, as coberturas do solo e as profundidades estudadas para a TAS. Na Tabela 5 se encontram os valores dos quadrados médios para esta variável.

Tabela 5 - Resumo da análise de variância para a tensão da água no solo aos 150 DAP, em função de cinco quantidades de pulsos de irrigação, de cinco coberturas do solo e de quatro profundidades nos dois ciclos de produção da goiabeira Paluma, Russas, CE.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		TAS (kPa)	
		1º ciclo	2º ciclo
Blocos	2	0,02701*	7.65376 ^{ns}
Pulso (A)	4	38,41431**	82.79775**
Resíduo (A)	8	1,47381	1.83791
Parcelas	14	-	-
Cobertura (B)	4	6,55615**	73.35416**
Int. (AxB)	16	1,06128 ^{ns}	0.19218**
Resíduo (B)	40	0,87292	2.05927
Subparcelas	74	-	-
Profundidade	3	169,22447**	92.69866**
Int. (AxC)	12	0,72352*	3.00164 ^{ns}
Int. (BxC)	12	2,96422**	2.40413 ^{ns}
Int. (AxBxC)	48	0,52396 ^{ns}	0.27547**
Resíduo (C)	150	0,38408	2.15771
Total	299	-	-
CV% (A)	-	15,26	13,49
CV% (B)	-	11,74	14,28
CV% (C)	-	7,79	14,62

TAS – tensão da água no solo; GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade; * - significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns - não significativo.

Pela análise de regressão foi verificado que durante o primeiro ciclo, aos 10 cm de profundidade, a TAS aos 150 DAP em função do número dos pulsos se

ajustou em um modelo polinomial quadrático com R^2 de 0,91. O maior valor observado, nas condições experimentais (-9,11 kPa), foi obtido sob um valor de 17,6 pulsos de irrigação (Figura 18a). No segundo ciclo, a tensão se ajustou em um modelo polinomial quadrático para C0 e C1, com R^2 de 0,96 e 0,95, respectivamente (Figura 18b). Já para as coberturas C2, C3 e C4, a variação TAS tendeu a uma linearidade crescente, com R^2 de 0,90, 0,90 e 0,86, respectivamente. A maior TAS foi encontrada quando se empregou a cobertura de folha de bananeira (C2), sendo que, com 21 pulsos de irrigação, foi encontrada uma tensão de -8,98 kPa.

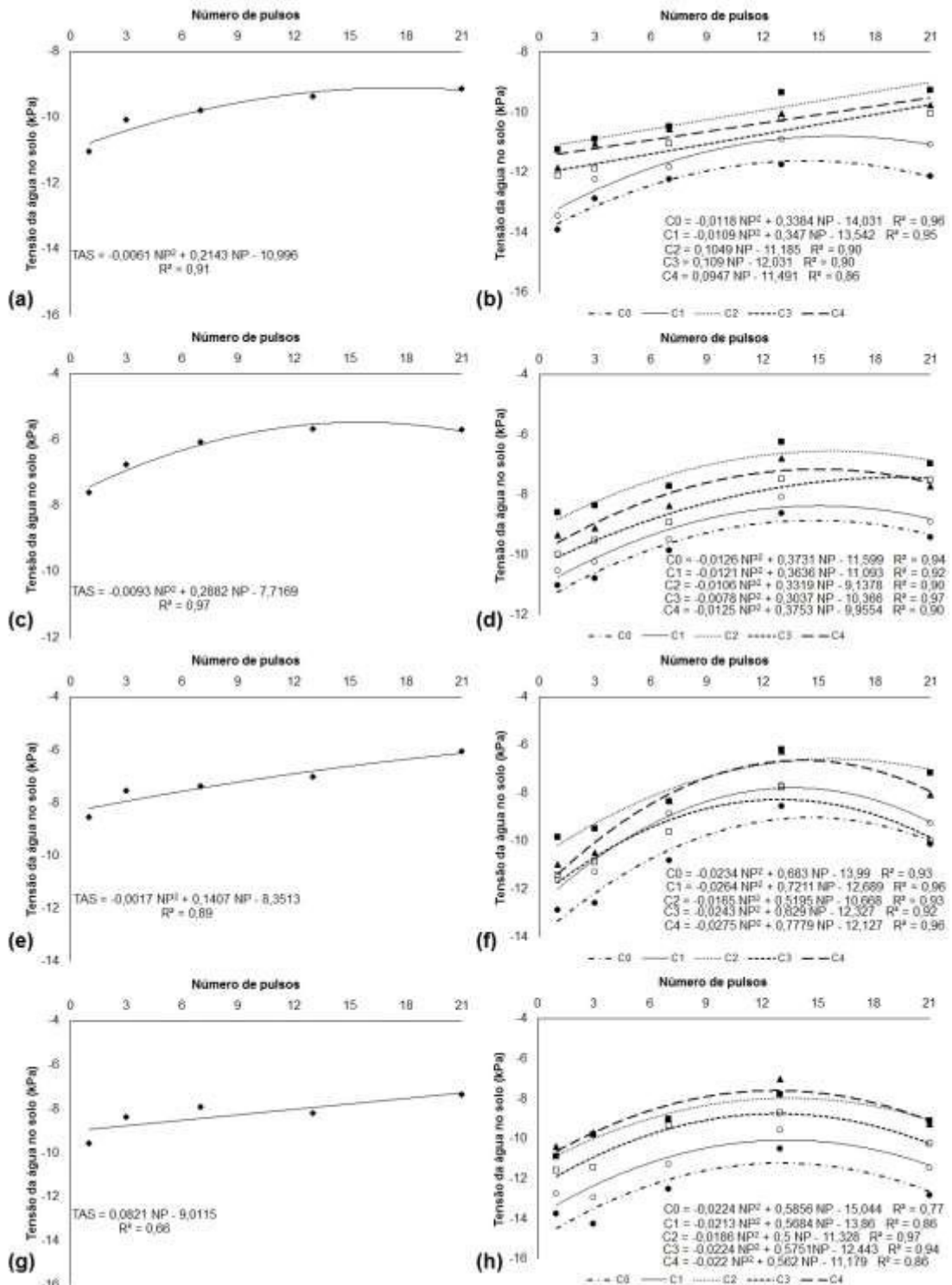
No primeiro ciclo, em uma profundidade de 30 cm, a TAS aos 150 DAP em função do número dos pulsos se ajustou em um modelo polinomial quadrático, com R^2 de 0,97. O maior valor observado, nas condições experimentais (-5,48 kPa), foi encontrado sob aproximadamente 15,5 pulsos de irrigação (Figura 18c). No segundo ciclo, a tensão se ajustou em um modelo polinomial quadrático para todas as coberturas mortas, apresentando R^2 de 0,94 para C0; 0,92 para C1; 0,90 para C2; 0,97 para C3 e 0,89 para C4 (Figura 18d). A maior TAS foi encontrada com a cobertura de folha de bananeira (C2), sendo que, com 15,6 pulsos de irrigação, foi encontrada uma tensão de -6,54 kPa.

Na profundidade de 50 cm, a TAS em função do número dos pulsos se ajustou em um modelo linear crescente, com R^2 de 0,89. O maior valor da TAS observado (-6,05 kPa) foi encontrado sob a maior quantidade de pulsos de irrigação (P21) (Figura 18e). Para o segundo ciclo, a tensão se ajustou em um modelo polinomial quadrático para todas as coberturas mortas, apresentando R^2 de 0,93 para C0; 0,96 para C1; 0,92 para C2; 0,91 para C3 e 0,96 para C4 (Figura 18f). As maiores TAS foram encontradas quando se utilizou a cobertura de folha de bananeira (C2) e o mulching branco (C4). Com 15,7 pulsos de irrigação para a C2, foi encontrada uma tensão de -6,58 kPa e com 14,1 pulsos de irrigação para a C4, foi achada uma tensão de -6,63 kPa.

Aos 70 cm de profundidade, no primeiro ciclo de produção, a TAS em função do número dos pulsos se ajustou em um modelo linear decrescente, com R^2 de 0,66. O maior valor de TAS (-7,28 kPa) foi descoberto com a utilização da maior quantidade de pulsos de irrigação (Figura 18g). Já no segundo ciclo, a tensão se ajustou em um modelo polinomial quadrático para todas as coberturas mortas, apresentando R^2 de 0,77 para C0; 0,86 para C1; 0,97 para C2; 0,94 para C3 e 0,86 para C4 (Figura 18h). O maior valor da TAS (-7,59 kPa) foi encontrado quando se

utilizou a cobertura de mulching branco (C4), e com a aplicação de aproximadamente 13 pulsos de irrigação.

Figura 18 – Tensão da água no solo aos 150 DAP, nas profundidades de 10 cm durante o primeiro (a) e segundo ciclo (b); 30 cm durante o primeiro (c) e segundo ciclo (d); 50 cm durante o primeiro (e) e segundo ciclo (f) e; 70 cm durante o primeiro (g) e segundo ciclo (h) de produção da goiabeira Paluma, Russas, CE.



Fonte: Autor

Durante o primeiro e o segundo ciclos de produção, os menores valores de TAS também foram encontrados a 10 cm de profundidade. Como já supracitado, devido a baixa capacidade de retenção da água e a falta de estrutura física encontrada em solos arenosos, ocorre uma fácil infiltração da água para as camadas subsuperficiais. Lepsch (1991) apresenta também como principais limitações de um solo com textura arenosa, a baixa capacidade de troca de cátions e o risco de erosão mesmo em áreas pouco declivosas.

Nos dois ciclos de produção, foi encontrado um predomínio de ajustes polinomiais quadráticos, excetuando as profundidades de 50 cm e 70 cm durante o primeiro ciclo. Isso pode ser explicado pela redução nos valores de TAS na maior quantidade de pulsos analisada (P21). Deduz-se que tal desempenho se deve ao grande fracionamento da lâmina de irrigação em pequenos intervalos de tempo. Ao citar as desvantagens da irrigação por pulsos, Almeida (2012) relatou que tempos reduzidos de irrigação podem comprometer o equilíbrio total das pressões no sistema hidráulico, por exemplo, extensos setores poderão ocasionar deficiência de pressão em suas extremidades se os tempos de irrigação forem menores que os tempos de avanço da água na rede hidráulica.

Com a ausência de cobertura do solo (C0) observaram-se os menores valores da TAS, durante o segundo ciclo. A proteção do solo com cobertura morta reduz a perda de água por evaporação resultando em maior crescimento do sistema radicular na camada superficial e reduz a flutuação da temperatura na superfície do solo (GILL *et al.*, 1996).

Os maiores valores da TAS foram encontrados na cobertura C2, nas profundidades de 10 cm, 30 cm e 50 cm. Para Borges (1997), o uso da cobertura morta formada por resíduos de bananeira melhorou sensivelmente o nível de nutrientes no solo de um bananal, com destaque para os teores de potássio, cálcio, soma de bases, capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases e matéria orgânica. O motivo da cobertura C2 apresentar, na maioria dos casos, os maiores valores de TAS, pode ser explicado pela afirmação de Souza *et al.* (2010), em que a taxa de decomposição de resíduos vegetais determina o tempo de permanência da cobertura morta na superfície do solo. O tratamento com bagana de carnaúba apresentou valores próximos a testemunha, devido ser um material de lenta decomposição (relação C/N maior que 30:1), não disponibilizando, desta maneira, a matéria orgânica degradada ao solo. Aos de 70 cm de profundidade, o

maior valor de TAS (-7,59 kPa) foi evidenciado na cobertura C4. De acordo com Borges (2002), os resultados têm sido melhores com o uso de filmes de polietileno em comparação aos materiais vegetais, provavelmente pela menor permeabilidade dos filmes à evaporação da água do solo.

4.4 Distribuição longitudinal da umidade do solo nas diferentes quantidades de pulsos

As coletas de umidade foram realizadas nas profundidades de 10 cm, 30 cm, 50 cm e 70 cm e à distância de 0,0 m, 0,5 m, 1,0 m, 1,5 m, 2,0 m, 2,5 m e 3,0 m do colo da planta, em três repetições.

Os valores médios de umidade do solo, ao se aplicar a lâmina diária por meio de um só pulso de irrigação (P1), podem ser visualizados na Tabela 6 para o primeiro ciclo e na Tabela 7 para o segundo ciclo de produção.

Tabela 6 – Valores médios de umidade do solo, em g kg^{-1} , para o tratamento P1, durante o primeiro ciclo de produção da goiabeira Paluma, Russas, CE.

Profundidade (m)	Distância do colo da planta (m)							Média
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
0,1	32,45	36,32	51,70	38,93	29,73	28,62	20,36	34,01
0,3	52,84	38,75	74,75	57,95	45,27	35,14	29,03	47,68
0,5	70,29	56,91	86,69	77,26	69,15	59,45	52,06	67,40
0,7	93,23	78,83	78,83	90,51	90,32	79,83	74,16	83,67
Média	62,20	52,70	72,99	66,16	58,62	50,76	43,90	58,19

Tabela 7 – Valores médios de umidade do solo, em g kg^{-1} , para o tratamento P1, durante o segundo ciclo de produção da goiabeira Paluma, Russas, CE.

Profundidade (m)	Distância do colo da planta (m)							Média
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
0,1	29,59	19,56	42,01	30,98	27,63	22,07	19,32	27,31
0,3	45,28	34,67	61,41	50,95	35,75	29,53	27,38	40,71
0,5	70,06	56,37	85,32	72,42	57,63	50,33	46,08	62,60
0,7	84,30	66,20	93,47	84,06	80,49	63,49	60,23	76,03
Média	57,31	44,20	70,55	72,42	50,38	41,36	38,25	53,49

Na Figura 19, está ilustrada a distribuição longitudinal de umidade, em g kg^{-1} , no perfil do solo, para a aplicação de apenas um pulso de irrigação diário para o primeiro (Figura 19a) e o segundo (Figura 19b) ciclos de produção.

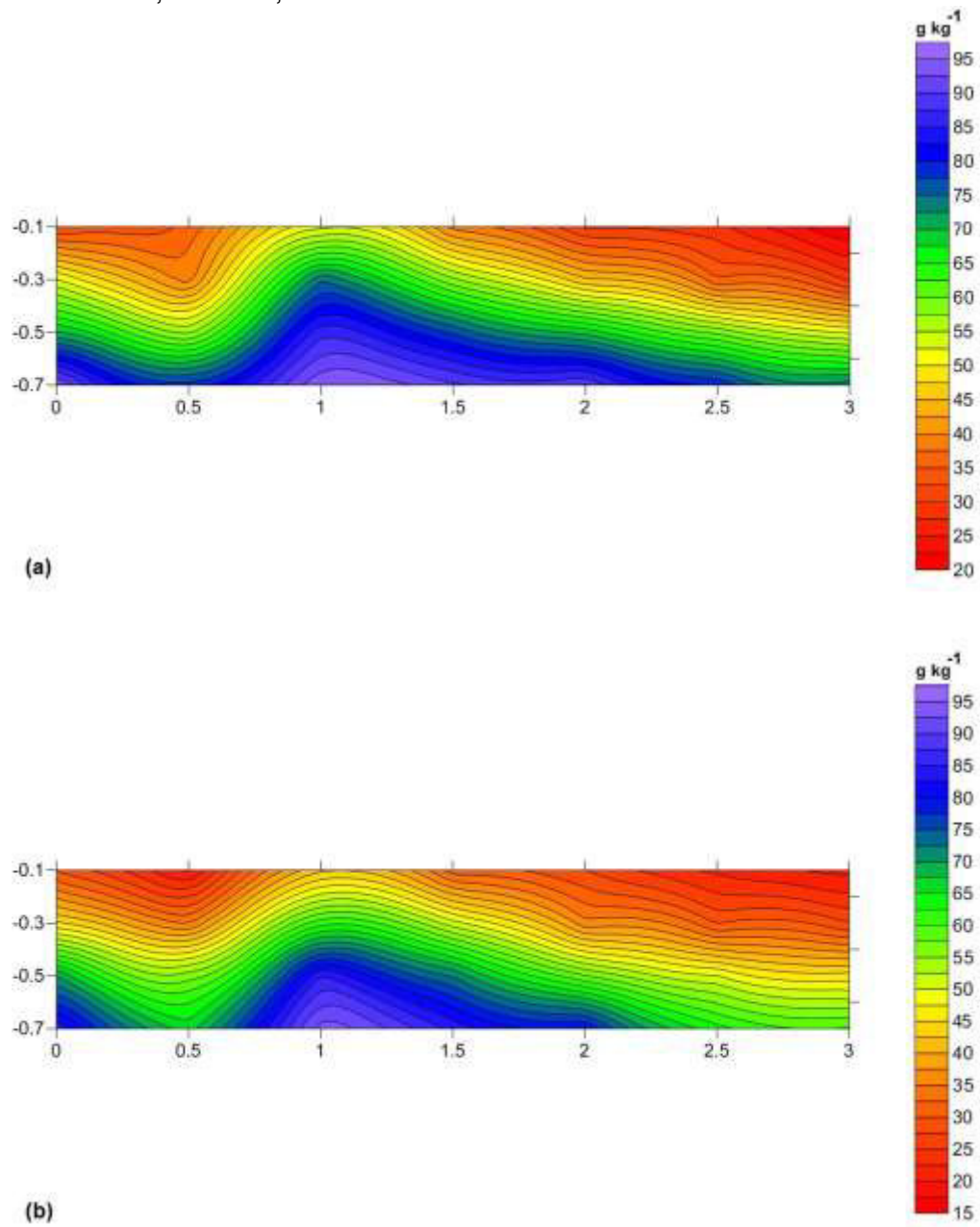
A uma distância de 0,5 m da planta, os maiores valores de umidade do solo encontram-se na maior profundidade (70 cm), sendo que a 1,0 m da planta, as maiores umidades são encontradas aproximadamente na camada de 30 cm de profundidade. Esse comportamento pode ser explicado pela proximidade do emissor e pela presença de grande quantidade de raízes da goiabeira nesta distância, a qual é responsável pela absorção da água disponível no solo. Bassoi *et al.* (2001b) afirmaram que a distância efetiva das raízes da goiabeira a partir do tronco encontra-se em 20 cm aos 6 meses à 120 cm aos 34 meses após o plantio.

A partir de 1,0 m do colo da planta, a água vai sendo percolada para as maiores profundidades do perfil do solo e baixos valores de umidades são encontrados em superfície e este comportamento se prolonga até a metade do espaçamento entre linhas de cultivo (3,0 m a partir do tronco). Esse comportamento se deve a redução do fluxo de água com o aumento da distância ao gotejador.

A utilização do tratamento P1 proporciona um déficit hídrico no solo, onde se encontra a zona radicular efetiva da goiabeira. A utilização de uma única lâmina diária de irrigação apresenta risco elevado de perda de água por drenagem interna, fato que sugere o maior fracionamento possível para otimizar o aproveitamento da água e de fertilizantes (MOTA, 2010), principalmente em solos com predomínio de areia.

Ao se comparar os dois ciclos, é possível observar que maiores valores de umidade foram encontrados no primeiro ciclo de produção. Plantas mais jovens, com reduzidos índices de área foliar, demandam um menor consumo hídrico nos estágios iniciais de desenvolvimento.

Figura 19 – Distribuição longitudinal da umidade do solo, em g kg^{-1} , para o tratamento P1, durante o primeiro (a) e o segundo (b) ciclos de produção da goiabeira Paluma, Russas, CE.



Fonte: Autor

Os valores médios de umidade do solo, ao se dividir a lâmina diária em três pulsos de irrigação (P3), podem ser encontrados nas Tabelas 8 e 9, para o primeiro e o segundo ciclos de produção, respectivamente.

Tabela 8 – Valores médios de umidade do solo, em g kg⁻¹, para o tratamento P3, durante o primeiro ciclo de produção da goiabeira Paluma, Russas, CE.

Profundidade (m)	Distância do colo da planta (m)							Média
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
0,1	34,47	49,32	51,70	38,93	29,73	28,62	20,36	36,16
0,3	52,84	42,75	74,75	57,95	45,27	39,14	29,03	48,82
0,5	74,89	62,91	86,69	77,26	69,15	67,45	52,06	70,06
0,7	93,23	78,83	78,83	90,51	90,32	79,83	74,16	83,67
Média	63,86	58,45	72,99	66,16	58,62	53,76	43,90	59,68

Tabela 9 – Valores médios de umidade do solo, em g kg⁻¹, para o tratamento P3, durante o segundo ciclo de produção da goiabeira Paluma, Russas, CE.

Profundidade (m)	Distância do colo da planta (m)							Média
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
0,1	25,03	46,82	51,35	35,45	25,43	19,17	14,77	31,14
0,3	51,73	47,28	66,70	54,21	37,92	29,68	21,11	44,09
0,5	72,48	59,27	81,62	76,57	60,89	57,45	45,56	64,83
0,7	92,81	70,30	89,33	83,60	87,07	75,74	70,83	81,38
Média	60,51	55,92	72,25	76,57	52,83	45,51	38,07	57,38

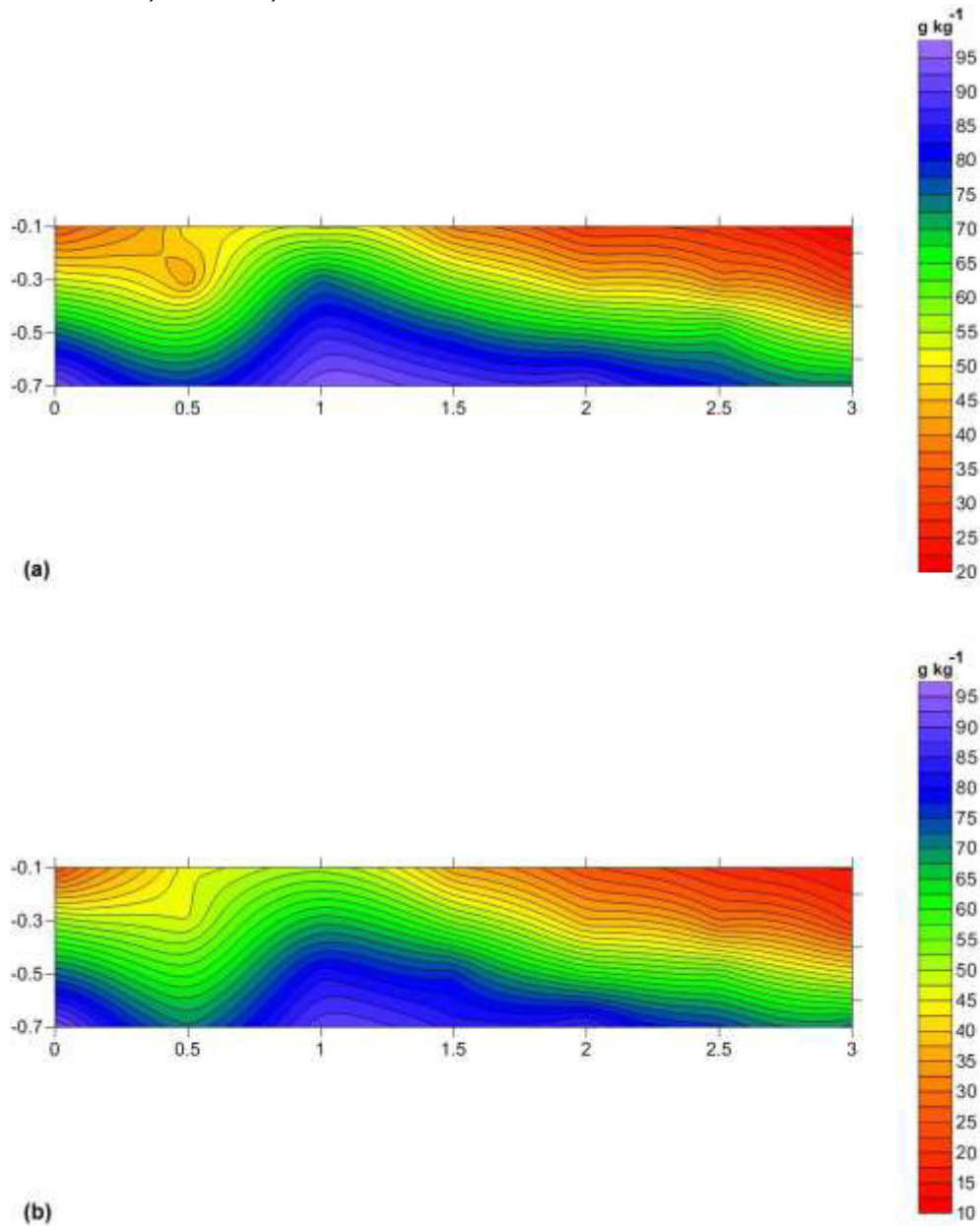
Na Figura 20, é exibida a distribuição longitudinal de umidade, em g kg⁻¹, no perfil do solo, para a aplicação de três pulsos diários de irrigação para o primeiro (Figura 20a) e segundo (Figura 20b) ciclos de produção.

Aos 0,5 m da planta, os maiores valores de umidade do solo encontram-se em torno de 0,6 m de profundidade, sendo que a 1,0 m da planta, as maiores umidades são encontradas aproximadamente na camada de 30 cm de profundidade. A atuação do sistema radicular da goiabeira nesta distância, é responsável pela absorção da água disponível no solo. O conhecimento das zonas de absorção de água pelo sistema radicular, em maior ou menor intensidade, auxilia na instalação e no posicionamento dos sensores de água do solo (MACHADO; COELHO, 2000).

Aos 1,5 m do colo da planta, a água vai sendo percolada para as maiores profundidades do perfil do solo e baixos valores de umidades são encontrados em superfície e este comportamento é encontrado até os 3,0 m de distância a partir do tronco.

A utilização do tratamento P3, ainda proporciona um leve déficit hídrico no solo, onde se encontra a zona radicular da goiabeira. A predominância da fração areia no solo reduz a capacidade de retenção de água causada pelo grande espaço entre as partículas granulométricas e o rápido escoamento de água de percolação (BUCKMAN; BRADY, 1979).

Figura 20 – Distribuição longitudinal da umidade do solo, em g kg^{-1} , para o tratamento P3, durante o primeiro (a) e o segundo (b) ciclos de produção da goiabeira Paluma, Russas, CE.



Fonte: Autor

Nas Tabelas 10 e 11 podem ser encontrados, para o primeiro e o segundo ciclos de produção, respectivamente, os valores médios de umidade do solo ao se dividir a lâmina diária em sete pulsos de irrigação (P7).

Tabela 10 – Valores médios de umidade do solo, para o tratamento P7, em g kg^{-1} , durante o primeiro ciclo de produção da goiabeira Paluma, Russas, CE.

Profundidade (m)	Distância do colo da planta (m)							Média
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
0,1	36,97	50,81	63,16	42,86	29,73	36,20	29,14	41,27
0,3	58,35	57,18	78,55	59,47	55,27	39,14	37,37	55,05
0,5	78,71	82,56	88,53	79,26	69,15	69,45	55,06	74,68
0,7	96,10	83,21	83,21	95,14	92,32	82,78	76,16	86,99
Média	67,53	68,44	78,36	69,18	61,62	56,89	49,43	64,49

Tabela 11 – Valores médios de umidade do solo, em g kg^{-1} , para o tratamento P7, durante o segundo ciclo de produção da goiabeira Paluma, Russas, CE.

Profundidade (m)	Distância do colo da planta (m)							Média
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
0,1	28,75	48,99	54,42	35,53	24,06	29,55	25,44	35,25
0,3	48,66	48,68	72,97	53,80	51,40	36,71	33,46	49,38
0,5	76,23	78,07	86,78	70,82	65,46	60,88	48,13	69,48
0,7	94,39	73,31	97,61	86,29	83,06	78,25	71,75	83,52
Média	62,01	62,26	77,95	70,82	55,99	51,35	44,70	60,72

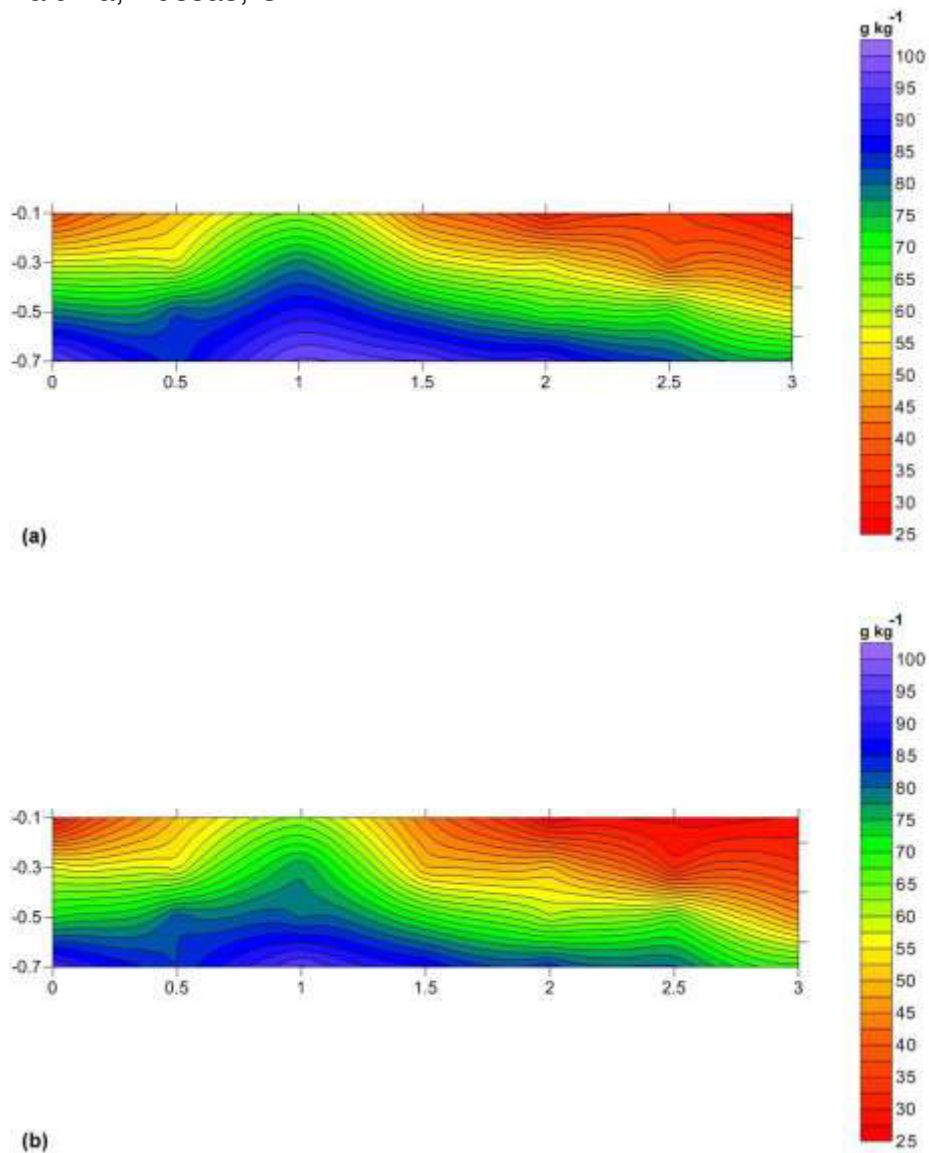
Na Figura 21, pode ser visualizada a distribuição longitudinal de umidade, em g kg^{-1} , no perfil do solo, para a aplicação de sete pulsos diários de irrigação no primeiro (Figura 21a) e no segundo (Figura 21b) ciclos de produção.

A 0,5 m da planta, os maiores valores de umidade do solo encontram-se em torno de 0,6 m de profundidade, sendo que a 1,0 m da planta, as maiores umidades são encontradas na camada de 30 cm de profundidade. A umidade do solo nesta distância encontra-se mais elevada, próxima da superfície, quando comparadas com os valores dos tratamentos P1 e P3, favorecendo a uma melhor absorção de água pelo sistema radicular da goiabeira. O uso de pequenas taxas de aplicações pelo gotejamento é uma característica comprovadamente desejável para a relação água-solo-planta (MOSTAGHIMI; MITCHELL, 1983).

Aos 1,5 m do colo da planta, a água foi encontrada em maiores quantidades em camadas mais profundas do perfil do solo e baixos valores de umidades são encontrados em superfície, sendo que este comportamento foi observado até os 3,0 m de distância a partir do tronco.

Maiores valores de umidade foram encontrados no primeiro ciclo de produção. O maior consumo médio diário de água na goiabeira ocorre no segundo ciclo (46,3 L planta⁻¹), quando confrontado com o primeiro ciclo (36,7 L planta⁻¹) (BASSOI et al, 2001a).

Figura 21 – Distribuição longitudinal da umidade do solo, em g kg⁻¹, para o tratamento P7, durante o primeiro (a) e o segundo (b) ciclos de produção da goiabeira Paluma, Russas, CE.



Fonte: Autor

Os valores médios de umidade do solo ao se dividir a lâmina diária em 13 pulsos de irrigação (P13) podem ser encontrados nas Tabelas 12 e 13, para o primeiro e o segundo ciclos de produção, respectivamente.

Tabela 12 – Valores médios de umidade do solo, em g kg^{-1} , para o tratamento P13, durante o primeiro ciclo de produção da goiabeira Paluma, Russas, CE.

Profundidade (m)	Distância do colo da planta (m)							Média
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
0,1	42,67	53,10	66,35	42,86	31,73	36,20	36,20	44,16
0,3	65,04	60,18	80,55	62,74	57,44	41,39	38,37	57,96
0,5	83,11	85,79	88,53	79,26	69,15	69,45	59,60	76,41
0,7	98,93	89,33	89,33	95,14	94,32	82,78	78,16	89,71
Média	72,44	72,10	81,19	70,00	63,16	57,46	53,08	67,06

Tabela 13 – Valores médios de umidade do solo, em g kg^{-1} , para o tratamento P13, durante o segundo ciclo de produção da goiabeira Paluma, Russas, CE.

Profundidade (m)	Distância do colo da planta (m)							Média
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
0,1	39,39	44,65	64,70	37,55	25,07	26,37	34,00	38,82
0,3	67,37	56,52	79,87	62,08	53,12	40,72	28,52	55,46
0,5	76,40	78,95	86,95	73,01	68,55	61,26	55,45	71,51
0,7	94,73	86,52	88,39	89,59	91,10	75,36	73,52	85,60
Média	69,47	66,66	79,98	73,01	59,46	50,93	47,87	63,91

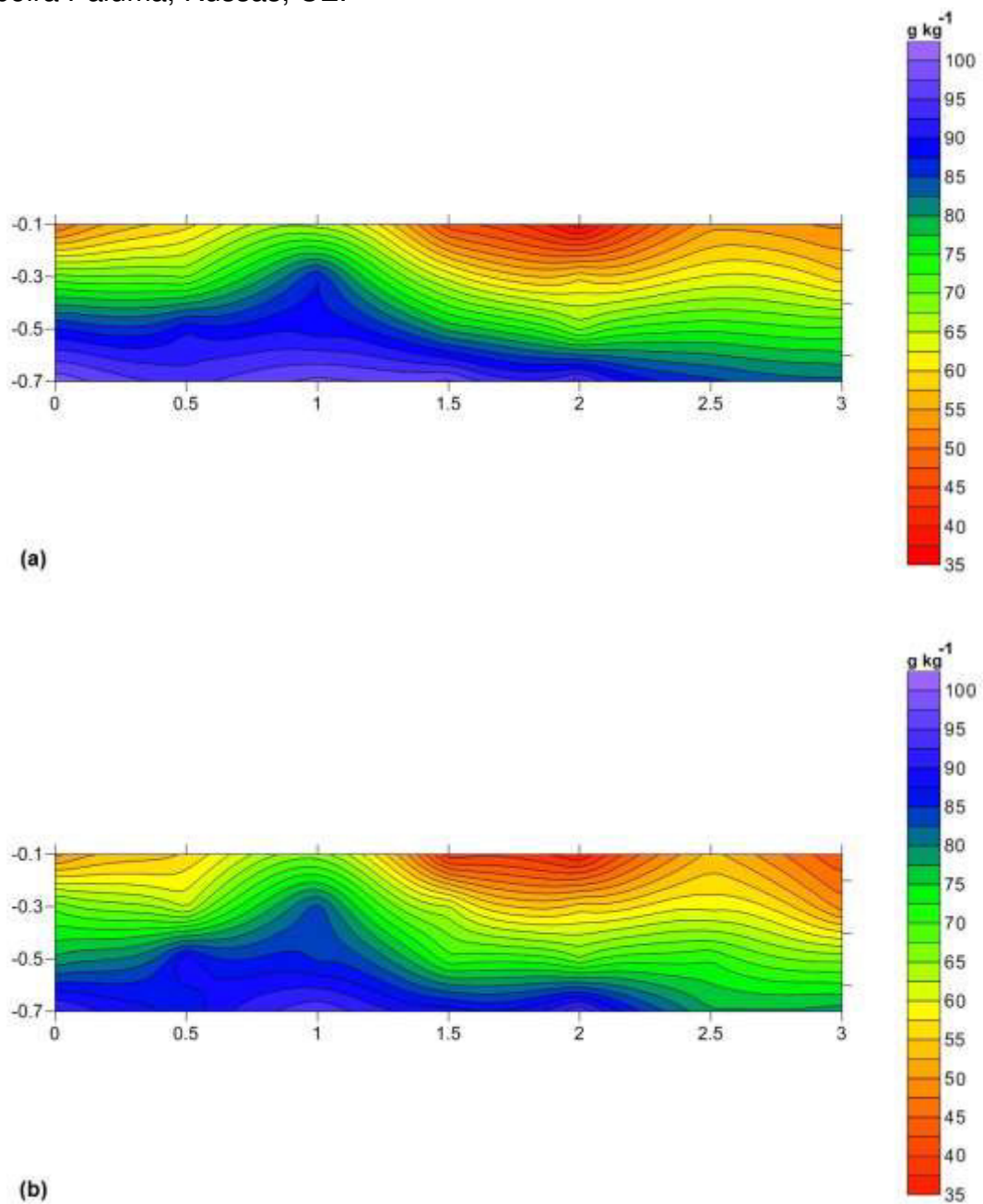
Na Figura 22 ilustra-se a distribuição longitudinal de umidade, em g kg^{-1} , no perfil do solo, sob a aplicação de 13 pulsos diários de irrigação no primeiro (Figura 22a) e no segundo (Figura 22b) ciclos de produção.

A 0,5 m da planta, os maiores valores médios de umidade do solo encontram-se em torno de 0,6 m de profundidade, sendo que a umidade está mais próxima da superfície a 1,0 m da planta, o que favorece uma melhor absorção de água pelo sistema radicular. Zin El-Abedin (2006) observou que o gotejamento por pulsos proporcionou maior nível de umidade e melhor uniformidade do padrão de distribuição da umidade.

Aos 1,5 m do colo da planta, a água foi encontrada em maiores quantidades em camadas mais profundas do perfil do solo. Aos 2,5 m ainda foi

possível encontrar altas taxas de umidades aos 70 cm de profundidade, ocorrendo uma horizontalidade dessa umidade em subsuperfície até próximo dos 3,0 m de distância a partir do tronco. Como nos demais tratamentos os maiores valores de umidade foram encontrados no primeiro ciclo de produção.

Figura 22 – Distribuição longitudinal da umidade do solo, em g kg^{-1} , para o tratamento P13, durante o primeiro (a) e o segundo (b) ciclos de produção da goiabeira Paluma, Russas, CE.



Fonte: Autor

Nas Tabelas 14 e 15 podem ser encontrados os valores médios de umidade do solo ao se fracionar a lâmina diária em 21 pulsos de irrigação (P21), para o primeiro e o segundo ciclos de produção, respectivamente.

Tabela 14 – Valores médios de umidade do solo, em g kg^{-1} , para o tratamento P21, durante o primeiro ciclo de produção da goiabeira Paluma, Russas, CE.

Profundidade (m)	Distância do colo da planta (m)							Média
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
0,1	49,67	59,10	66,35	45,94	35,73	54,20	51,97	51,85
0,3	71,04	69,55	87,49	64,06	59,44	62,70	58,34	67,52
0,5	87,77	89,58	88,53	79,26	69,15	74,53	73,12	80,28
0,7	99,26	93,32	93,32	98,14	96,32	85,78	83,16	92,76
Média	76,94	77,89	83,93	71,85	65,16	69,30	66,65	73,10

Tabela 15 – Valores médios de umidade do solo, em g kg^{-1} para o tratamento P21, durante o segundo ciclo de produção da goiabeira Paluma, Russas, CE.

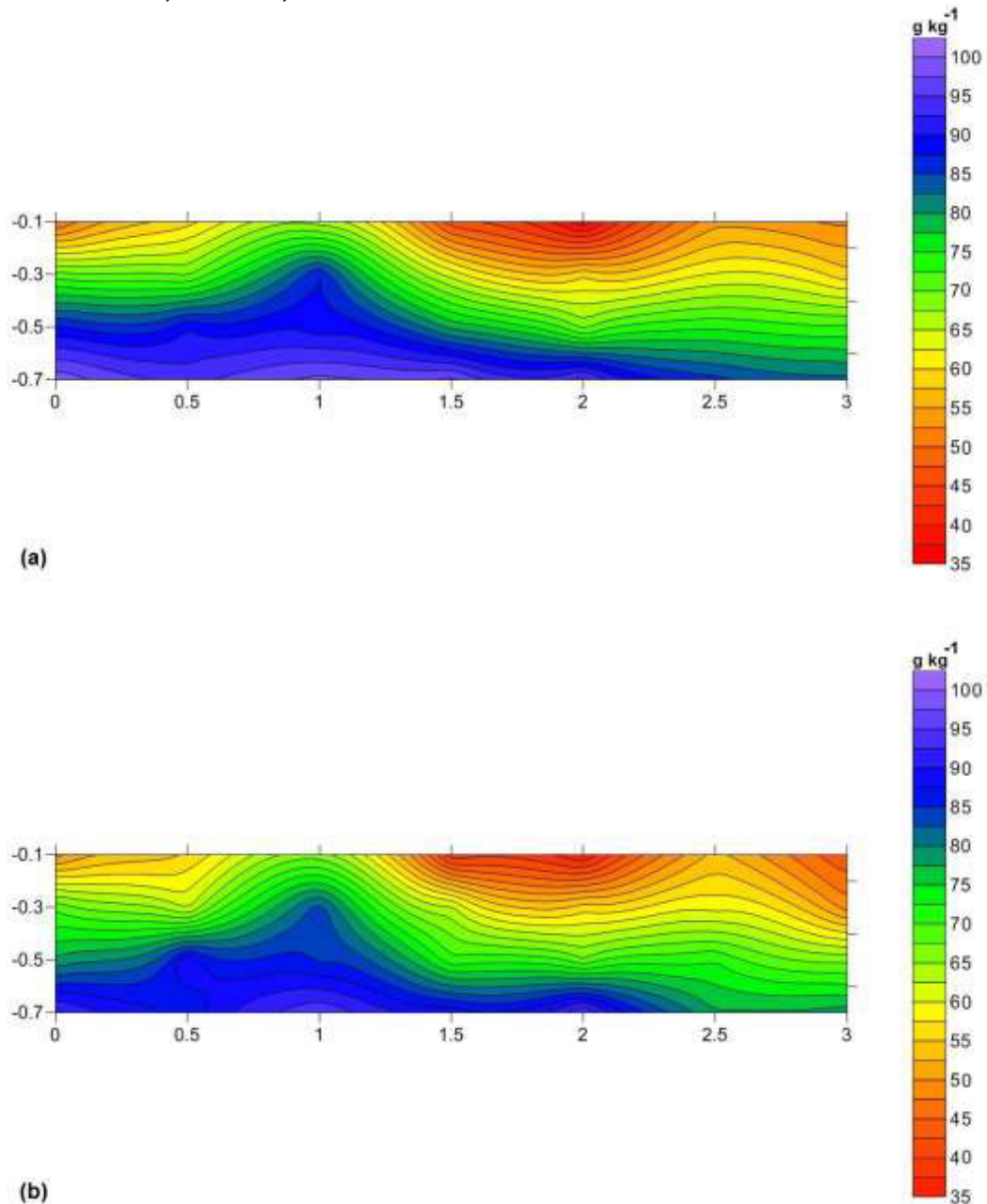
Profundidade (m)	Distância do colo da planta (m)							Média
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
0,1	49,06	55,48	66,15	38,11	34,91	53,41	43,12	48,60
0,3	69,28	61,92	83,65	63,14	56,42	59,14	48,77	63,19
0,5	78,15	89,47	84,45	70,70	67,83	72,27	66,90	75,68
0,7	93,27	84,90	94,59	89,09	95,09	77,75	78,79	87,64
Média	72,44	72,94	82,21	70,70	63,56	65,64	59,40	69,56

Na Figura 23, ilustra-se a distribuição longitudinal de umidade, em g kg^{-1} , no perfil do solo, com a aplicação de 21 pulsos diários de irrigação no primeiro (Figura 23a) e no segundo (Figura 23b) ciclos de produção.

Distando 0,5 m da planta, os valores médios de umidade do solo encontram-se bastante próximos a superfície até a 1,0 m do colo da planta. Em pesquisa conduzida por Abdelraouf *et al.* (2012) foi constatado que o aumento do número de pulsos melhorou a eficiência de aplicação. Segundo os mesmos autores, com o gotejamento por pulsos, o movimento da água foi maior na direção horizontal do que na vertical. Com um maior volume de solo molhado, houve um maior volume de água armazenado na zona radicular. Ainda, segundo Abdelraouf *et al.* (2012), a eficiência de aplicação aumentou de 89%, sob irrigação por gotejamento contínua,

para 94% após a aplicação da água por gotejamento e por pulsos. Melhorias na eficiência de aplicação também foram observadas por Zin El-Abedin (2006). Como nos demais tratamentos, os maiores valores de umidade foram encontrados no primeiro ciclo de produção.

Figura 23 – Distribuição longitudinal da umidade do solo, em g kg^{-1} , para o tratamento P21, durante o primeiro (a) e o segundo (b) ciclos de produção da goiabeira Paluma, Russas, CE.



Fonte: Autor

4.5 Número de frutos e massa média dos frutos

Pela análise de variância é possível se constatar que o número de frutos e a massa média dos frutos da goiabeira foram influenciadas pelas diferentes quantidades de pulsos de irrigação. Não houve interação significativa entre os pulsos de irrigação e as coberturas do solo para ambas as variáveis durante o primeiro ciclo. No segundo ciclo houve interação significativa entre os pulsos de irrigação e as coberturas do solo para o número de frutos da goiabeira. Na Tabela 16 observam-se os valores dos quadrados médios para estas variáveis.

Tabela 16 - Resumo da análise de variância para o número de frutos e massa média do fruto da goiabeira Paluma em função de cinco diferentes quantidades de pulsos de irrigação e de cinco coberturas do solo nos dois ciclos de produção, Russas, CE.

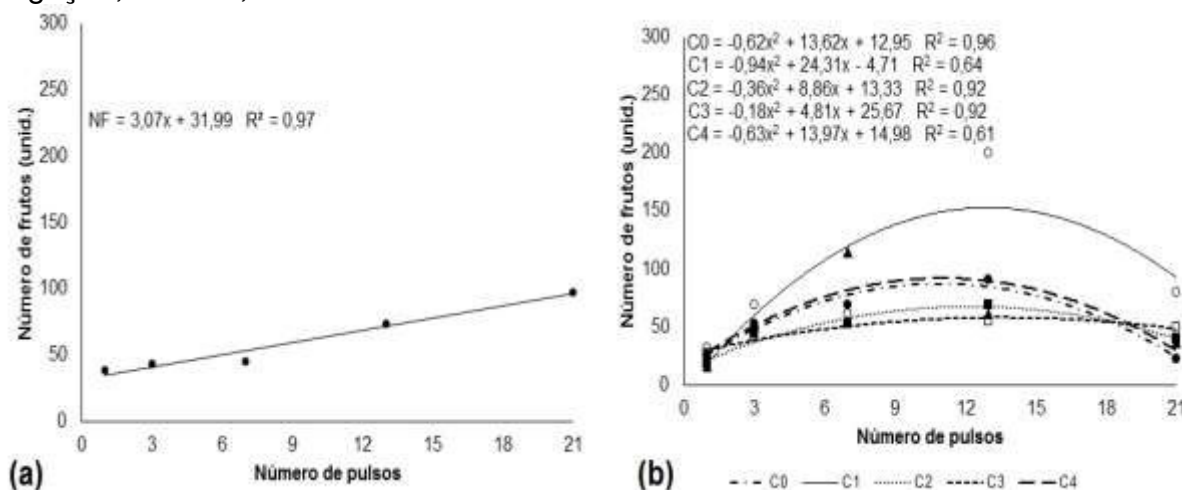
Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		NF		MF	
		1º ciclo	2º ciclo	1º ciclo	2º ciclo
Blocos	3	3159,13 ^{ns}	853,56 ^{ns}	1469,63 ^{ns}	2152,34*
Pulso (A)	4	8926,62*	14390,33**	4819,68**	7834,99**
Resíduo (A)	12	2248,02	423,56	481,80	559,73
Parcelas	19	-	-	-	-
Cobertura (B)	4	510,94 ^{ns}	6568,73**	611,17 ^{ns}	1304,86 ^{ns}
Int. (A x B)	16	1100,04 ^{ns}	3259,76**	862,80 ^{ns}	591,40 ^{ns}
Resíduo (B)	60	985,79	681,59	833,65	859,46
Total	99	-	-	-	-
CV% (A)	-	35,46	25,89	12,04	12,81
CV% (B)	-	23,21	35,53	15,84	15,87

NF – número de frutos; MF – massa média dos frutos; GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade; * - significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns - não significativo.

Na análise de regressão verificou-se que o número de frutos em função do número de pulsos, durante o primeiro ciclo, se ajustou em um modelo linear crescente com R^2 de 0,97. O máximo valor observado, nas condições experimentais, foi obtido sob a maior quantidade de pulsos de irrigação P21 (Figura 24a).

No segundo ciclo, o número de frutos se ajustou em um modelo polinomial quadrático para todas as coberturas do solo, com R^2 de 0,96, 0,64, 0,92, 0,92 e 0,61 para C0, C1, C2, C3, C4 e C5, respectivamente (Figura 24b). As maiores quantidades de frutos foram encontradas quando se utilizou a cobertura de bagana de carnaúba (C1), sendo que, com aproximadamente 13 pulsos de irrigação, encontrou-se o maior valor de número de frutos (152,47 unidades).

Figura 24 – Número de frutos por planta no primeiro (a) e no segundo (b) ciclos de produção da goiabeira Paluma, para as diferentes quantidades de pulsos de irrigação, Russas, CE.



Fonte: Autor

Fica evidenciado que a aplicação de toda a lâmina diária por meio de um único pulso de irrigação reduz drasticamente o número de frutos por planta, pois, devido a elevada taxa de permeabilidade dos solos arenosos, ocorre uma rápida perda da água para as camadas mais profundas do solo com consequente déficit hídrico. De acordo com Larcher (2003), a deficiência hídrica altera o balanço dos reguladores vegetais e a turgescência celular. Como a parede celular depende destes fatores para distender, o crescimento da planta é prejudicado.

No primeiro ciclo, os maiores valores de números de frutos foram encontrados com a aplicação de 21 pulsos, pois uma melhor distribuição temporal da lâmina de irrigação proporcionou a formação do bulbo úmido próximo a zona radicular efetiva da goiabeira. Já no segundo ciclo, a aplicação desta quantidade de pulsos reduziu o número de frutos por planta devido ao grande fracionamento da lâmina de irrigação em pequenos intervalos de tempo e a maior demanda por planta.

Foram observados efeitos positivos da maior frequência de irrigação para a quantidade de frutos do tomateiro, sendo este um manejo recomendado onde os sistemas de irrigação automatizados são comumente utilizados (PIRES *et al.*, 2011).

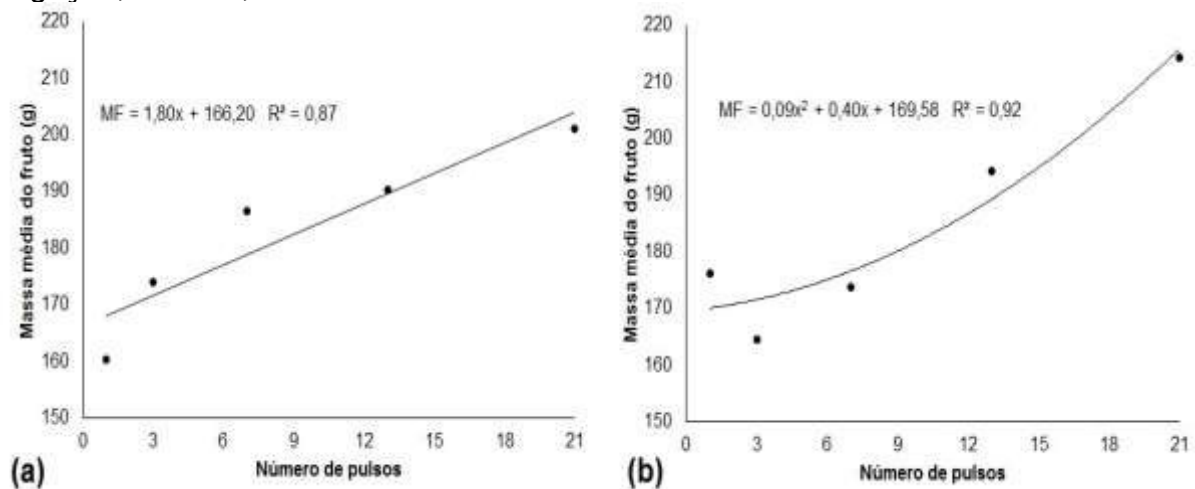
Nunes *et al.* (2014), avaliando a cobertura morta com restos culturais em pomares de goiabeira, concluíram que a cobertura manteve o solo mais úmido, menos aquecido e reduziu as perdas hídricas do solo por evaporação. Para Queiroga *et al.* (2002), em estudo com pimentão, houve diferença estatística no

número de frutos por planta, sendo que a cobertura morta com palha de carnaúba influenciou positivamente o número de frutos por planta, além de contribuir para diminuir a incidência de plantas invasoras. Lima Júnior; Lopes (2009), avaliando coberturas mortas no cultivo da melancia, concluíram que as coberturas orgânicas (fibra de coco e palhada) produziram maior número de frutos que as coberturas com filme plástico e a parcela sem cobertura.

Câmara *et al.* (2007), em trabalho na cultura do melão amarelo, encontraram que o número de frutos comercializáveis foi maior no solo sob coberturas plásticas. Já Lourenção (2013) não encontrou diferença significativa entre o número de frutos e as coberturas mortas, para a cultura do melão amarelo Gold Mine. Silva *et al.* (2013) também não encontrou respostas significativas entre o número de frutos na graviolera e as coberturas do solo testadas.

Pela análise de regressão verificou-se que a massa média dos frutos em função do número de pulsos se ajustou em um modelo linear crescente com R^2 de 0,87, no primeiro ciclo. O máximo valor observado, nas condições experimentais, foi obtido sob a maior quantidade de pulsos de irrigação P21 (Figura 25a). Já no segundo ciclo, observou-se que a massa dos frutos se adequou em um modelo polinomial quadrático crescente com R^2 de 0,92. O máximo valor observado também foi obtido sob a maior quantidade de pulsos de irrigação P21 (Figura 25b).

Figura 25 – Massa média do fruto no primeiro (a) e no segundo (b) ciclos de produção da goiabeira Paluma, para as diferentes quantidades de pulsos de irrigação, Russas, CE.



Fonte: Autor

Em ambos os ciclos, a cobertura morta não apresentou diferenças significativas para esta variável. Já a aplicação da lâmina diária de irrigação, em um único pulso, reduziu a massa média do fruto. E de acordo com Costa (2007), para o qual solos de textura arenosa são caracterizados, por apresentarem uma baixa capacidade de retenção de água, alta suscetibilidade aos processos de erosão, além de baixa estruturação física do solo. Já os maiores valores de números de frutos foram encontrados com a aplicação de 21 pulsos, pois a irrigação em alta frequência diminui o volume de solo utilizado como reservatório no armazenamento de água fornecendo as exigências diárias de água à porção efetiva da zona radicular de cada planta (PHENE; SANDERS, 1976).

Do mesmo modo desta pesquisa, Câmara *et al.* (2007) observaram que para a massa média de frutos não houve significância entre os tipos de coberturas de solo, ao pesquisarem a produção e a qualidade do melão amarelo. Na cultura da melancia, Lima Júnior; Lopes (2009) encontraram que o peso médio de frutos não diferiu estatisticamente quando se utilizou diferentes coberturas do solo.

Ao contrário dos autores supracitados, Silva *et al.* (2007), estudando a influência da cobertura morta no cultivo da pinha, concluíram que, de forma geral, os tratamentos com cobertura morta promoveram incremento de massa aos frutos e às cascas. E Silva *et al.* (2013) evidenciaram um acréscimo de 25% na massa média de frutos no solo com restos de cultura em relação às plantas formadas no solo nu.

4.6 Produtividade

Na análise de variância verificou-se, durante o primeiro ciclo, que a produtividade da goiabeira foi influenciada pelas diferentes quantidades de pulsos de irrigação, sendo que o mesmo não ocorreu quando se utilizou as diferentes coberturas no solo e não houve interação entre as diferentes quantidades de pulsos de irrigação e coberturas do solo. No segundo ciclo, foi encontrada uma interação significativa entre os pulsos de irrigação e as coberturas do solo. Na Tabela 17 observam-se os valores dos quadrados médios da produtividade.

Tabela 17 - Resumo da análise de variância para a produtividade da goiabeira Paluma em função de cinco diferentes quantidades de pulsos de irrigação e de cinco coberturas do solo nos dois ciclos de produção, Russas, CE.

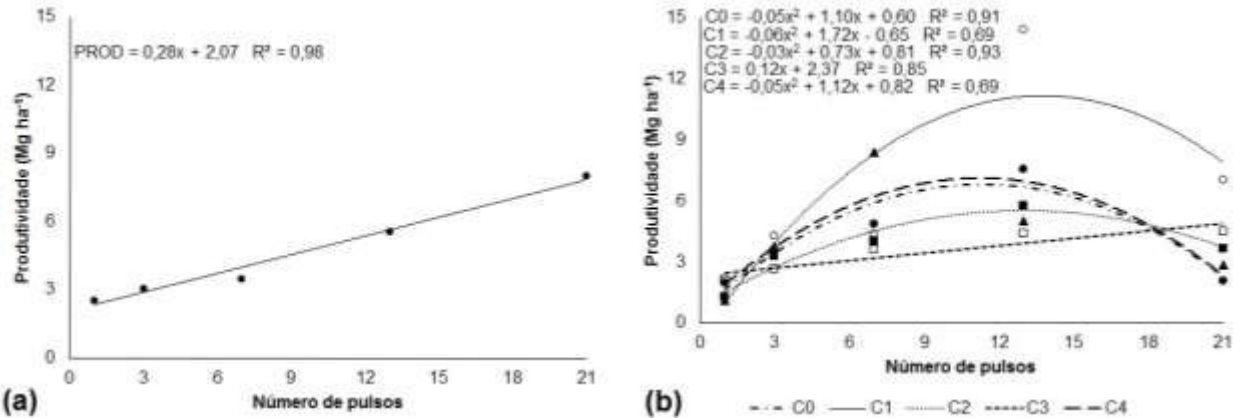
Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		PROD (Mg ha ⁻¹)	
		1º ciclo	2º ciclo
Blocos	3	16,77380 ^{ns}	1,44335 ^{ns}
Pulso (A)	4	70,62721*	89,29242**
Resíduo (A)	12	15,30173	2,37500
Parcelas	19	-	-
Cobertura (B)	4	8,90052 ^{ns}	29,77544**
Int. (A x B)	16	5,95701 ^{ns}	17,30030**
Resíduo (B)	60	5,19176	3,61456
Total	99	-	-
CV% (A)	-	33,36	25,41
CV% (B)	-	20,21	33,68

PROD – produtividade da goiabeira; GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade; * - significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns - não significativo.

No primeiro ciclo, a produtividade em função do número de pulsos se ajustou em um modelo linear crescente com R² de 0,98. O máximo valor observado foi obtido sob a maior quantidade de pulsos de irrigação P21 (Figura 26a).

Já no segundo ciclo, a produtividade se ajustou em um modelo polinomial quadrático para C0, C1, C2 e C4, com R² de 0,91, 0,69, 0,93 e 0,69, respectivamente (Figura 26b). A cobertura C3 apresentou um comportamento linear crescente, com R² de 0,85. A maior produtividade foi encontrada quando se empregou a cobertura de bagana de carnaúba (C1), sendo que, com aproximadamente 14 pulsos de irrigação encontrou-se uma produtividade de 11,68 Mg ha⁻¹.

Figura 26 – Produtividade da goiabeira no primeiro (a) e no segundo (b) ciclos de produção da goiabeira Paluma, para as diferentes quantidades de pulsos de irrigação, Russas, CE.



Fonte: Autor

A aplicação da lâmina total de irrigação proporcionou reduzidos valores na produtividade da goiabeira, nas condições edafoclimáticas em que a pesquisa foi realizada. A predominância da fração areia no solo reduz a capacidade de retenção de água causada pelo grande espaço entre as partículas granulométricas e o rápido escoamento de água de percolação (BUCKMAN; BRADY, 1979).

No segundo ciclo ficou evidenciado o ajuste polinomial quadrático para esta variável, fato que se deve a uma alteração das tensões da água no solo na maior quantidade de pulsos (P21). Como já dito, é possível inferir que tal comportamento se deve ao grande fracionamento da lâmina de irrigação em pequenos intervalos de tempo, sendo que, para atingir a pressão de serviço do sistema, era demandado um pequeno intervalo de tempo, que não foi considerado na divisão dos pulsos. Pequenas frações de tempos de irrigação podem comprometer a pressão no sistema, pois, em setores distantes poderá ocasionar deficiência de pressão em suas extremidades, se os tempos de irrigação forem menores que os tempos de avanço da água na rede hidráulica (ALMEIDA, 2012).

Sousa *et al.* (1999) concluíram que maiores frequências de irrigação proporcionaram as maiores produtividades comerciais na cultura do meloeiro, sendo estas recomendadas para o seu cultivo em solo arenoso sob fertirrigação por gotejamento. Abdelraouf *et al.* (2012) observaram o efeito do gotejamento por pulso sobre o rendimento da batata e sobre a eficiência do uso de água. Os resultados indicaram que o rendimento da batata e a eficiência do uso de água foram aumentadas com o gotejamento por pulsos em relação a contínua. Também foi

encontrado um aumento significativo da produtividade do milho em torno de 11,8% e do uso eficiente da água em 13,55% através do uso gotejamento por pulsos (ZIN EL-ABEDIN, 2006).

Resultados próximos ao deste trabalho, com o uso de cobertura morta, foram encontrados por outros autores. A proteção do solo com cobertura morta promove acréscimos na produção das plantas, aumenta a água disponível no solo e fornece nutrientes essenciais às plantas (CADAVID *et al.*, 1998). Para a produtividade de frutos do meloeiro amarelo, os tratamentos com plásticos (pretos, prateados, amarelos e marrons) apresentaram valores superiores ao solo descoberto, correspondendo a um acréscimo médio de 71,75% (CÂMARA *et al.*, 2007). Kalungu (2008) observou que a maior produtividade do tomateiro foi obtida nos tratamentos com a utilização de mulching, provavelmente porque nestes tratamentos ocorreu um maior armazenamento de água, oriunda da redução de perdas por evaporação na superfície do solo.

Em oposição, Araújo *et al.* (2003), usando palha de carnaúba triturada e dois filmes de polietileno preto e dupla face, concluíram que não há influência da cobertura quanto à produção de frutos do meloeiro amarelo. Da mesma forma, Viana *et al.* (2012) constataram que as coberturas do solo não causaram efeito significativo na produção do girassol no semiárido cearense.

4.7 Tamanho do fruto

A partir da análise de variância verificou-se que o tamanho do fruto da goiabeira foi influenciado pelos diferentes números de pulsos de irrigação, sendo que o mesmo não ocorreu quando se utilizou as diversas coberturas no solo, em ambos os ciclos. Também não foi encontrada interação entre os números de pulsos e as coberturas do solo. Na Tabela 18 observam-se os valores dos quadrados médios para a variável supracitada.

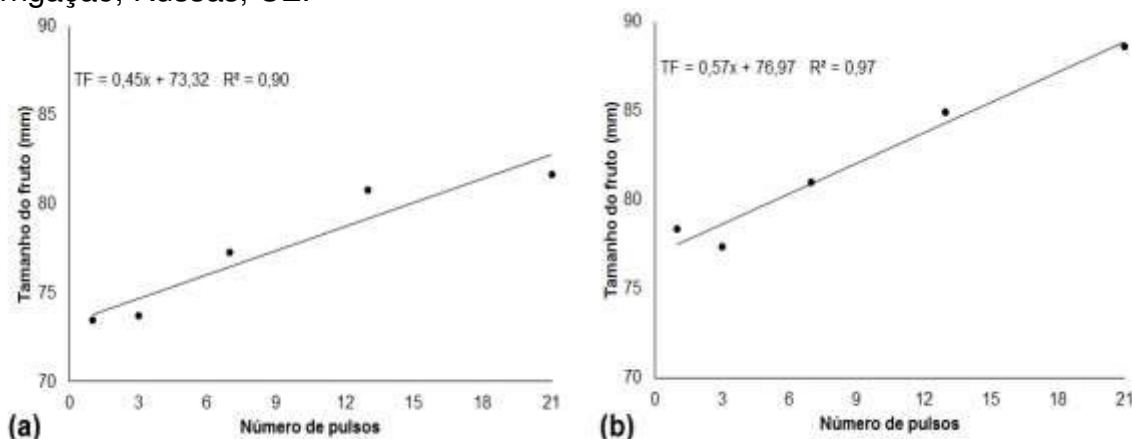
Tabela 18 - Resumo da análise de variância para o tamanho do fruto da goiabeira Paluma em função de cinco diferentes quantidades de pulsos de irrigação e de cinco coberturas do solo nos dois ciclos de produção, Russas, CE.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		TF (mm)	
		1º ciclo	2º ciclo
Blocos	3	40,89 ^{ns}	64,87 ^{ns}
Pulso (A)	4	294,68 ^{**}	436,45 ^{**}
Resíduo (A)	12	24,24	31,72
Parcelas	19	-	-
Cobertura (B)	4	19,55 ^{ns}	51,25 ^{ns}
Int. (A x B)	16	26,45 ^{ns}	30,49 ^{ns}
Resíduo (B)	60	19,71	37,19
Total	99	-	-
CV% (A)	-	6,36	6,86
CV% (B)	-	5,74	7,43

TF – tamanho do fruto da goiabeira; GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade; * - significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns - não significativo.

O tamanho do fruto em função do número de pulsos, no primeiro ciclo, se ajustou em um modelo linear crescente com R^2 de 0,90. O máximo valor observado, nas condições experimentais, foi obtido sob a maior quantidade de pulsos de irrigação P21 (Figura 27a). Na Figura 27b, observa-se o gráfico do ciclo seguinte para o tamanho do fruto, o qual também se ajustou em um modelo linear crescente com R^2 de 0,97, sendo que o maior valor desta variável também foi encontrado na maior quantidade de pulsos de irrigação P21.

Figura 27 – Tamanho do fruto da goiabeira no primeiro (a) e no segundo (b) ciclos de produção da goiabeira Paluma, para as diferentes quantidades de pulsos de irrigação, Russas, CE.



Fonte: Autor

Como nas demais variáveis, os menores tamanhos de frutos da goiabeira foram encontrados na menor frequência de irrigação (P1), sendo de 73,8 mm e 77,54 mm para o primeiro e o segundo ciclos, respectivamente. Já os maiores valores desta variável foram encontrados ao se utilizar 21 pulsos de irrigação. A irrigação por pulsos apresenta grande importância em regiões com demanda hídrica elevada e em solos que apresentam textura arenosa, devendo-se trabalhar com emissores com baixa vazão para evitar faixas úmidas profundas.

Do mesmo modo deste trabalho, pesquisas realizadas no cultivo do morangueiro com diversos materiais para cobertura de solo: maravalha, casca de arroz, bagaço de cana-de-açúcar picado, plástico de polietileno preto e capim favorito seco picado, não constataram diferenças significativas quanto ao tamanho médio dos frutos (CAMARGO E IGUE, 1973). Queiroga *et al.* (2002) afirmaram que as diferentes coberturas não interferiram no tamanho dos frutos de pimentão. No meloeiro amarelo também não foi encontrada significância entre as coberturas utilizadas para o tamanho do fruto (LIMA JÚNIOR; LOPES, 2008). Resultado similar foi encontrado por Moura (2009), avaliando o tamanho do fruto do mirtilheiro em dois anos de produção.

Ao contrário do observado na pesquisa, Braga *et al.* (2012) observaram que ocorreram diferenças estatísticas para a variável tamanho do fruto do meloeiro, sendo que, os menores valores foram encontrados no solo descoberto.

4.8 Diâmetro do fruto

Com a análise de variância, é possível se averiguar que o diâmetro do fruto da goiabeira foi influenciado pelas diferentes quantidades de pulsos de irrigação, sendo que o mesmo não ocorreu ao se utilizar as diferentes coberturas no solo, em ambos os ciclos. Também não foi encontrada interação significativa entre os números de pulsos e as coberturas do solo. Na Tabela 19 observam-se os valores dos quadrados médios para a variável.

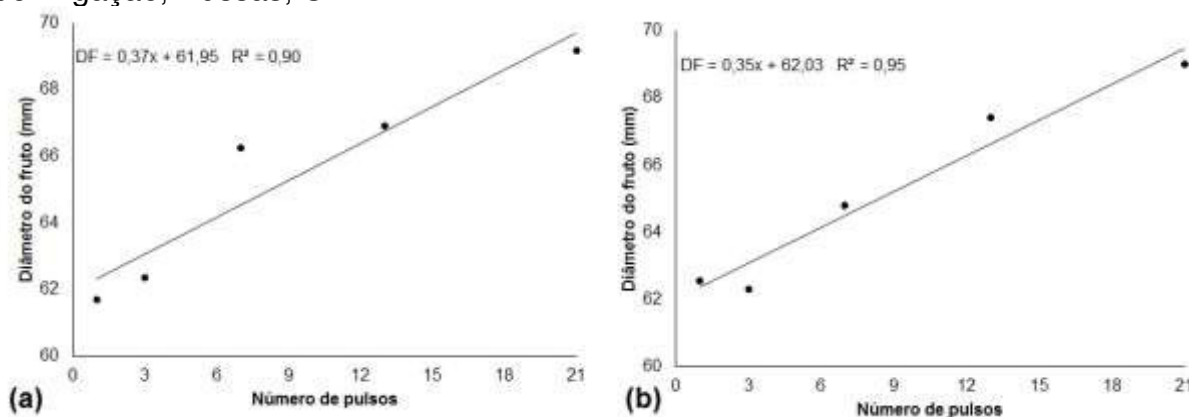
Tabela 19 - Resumo da análise de variância para o diâmetro do fruto da goiabeira Paluma em função de cinco quantidades de pulsos de irrigação e de cinco coberturas do solo nos dois ciclos de produção, Russas, CE.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		DF (mm)	
		1º ciclo	2º ciclo
Blocos	3	17,06 ^{ns}	33,12*
Pulso (A)	4	200,08**	173,86**
Resíduo (A)	12	8,53	9,01
Parcelas	19	-	-
Cobertura (B)	4	14,09 ^{ns}	12,49 ^{ns}
Int. (A x B)	16	14,39 ^{ns}	8,54 ^{ns}
Resíduo (B)	60	8,49	10,27
Total	99	-	-
CV% (A)	-	4,47	4,60
CV% (B)	-	4,46	4,91

DF – diâmetro do fruto da goiabeira; GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade; * - significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns - não significativo.

Constatou-se pela análise de regressão que o diâmetro do fruto em função do número de pulsos se ajustou em um modelo linear crescente nos dois ciclos de produção, com R^2 de 0,90 e 0,95 para o primeiro e o segundo ciclos, respectivamente. O máximo valor observado, nas condições experimentais, foi obtido sob a maior quantidade de pulsos de irrigação P21 (Figura 28a e 28b).

Figura 28 – Diâmetro do fruto da goiabeira no primeiro ciclo (a) e no segundo (b) ciclos de produção da goiabeira Paluma, para as diferentes quantidades de pulsos de irrigação, Russas, CE.



Fonte: Autor

O mesmo comportamento linear também foi encontrado para o diâmetro do fruto da goiabeira. Os menores diâmetros do fruto foram constatados no tratamento de pulso de irrigação P1, sendo de 62,3 mm e 62,4 mm para o primeiro e

segundo ciclos, respectivamente. A partir do uso de 21 pulsos de irrigação encontraram-se os maiores valores desta variável.

A baixa capacidade de retenção da água em solos arenosos favorece a sua imediata percolação no perfil do solo por ação gravitacional, mantendo a água distante da zona radicular. De modo contrário, a aplicação da lâmina por pulsos permite reduzir a taxa média de irrigação para um nível que coincide com condutividade hidráulica do solo e minimiza a percolação abaixo da zona radicular efetiva (ZIN EL-ABEDIN, 2006).

Também não foi encontrada diferença significativa entre as coberturas do solo (filme plástico, fibra de coco, palhada e solo nu), para o diâmetro dos frutos de melancia (LIMA JÚNIOR; LOPES, 2009). Moura (2009), avaliando o tamanho do fruto do mirtilheiro, também não encontrou significância ao utilizar diferentes coberturas mortas.

Mas, o diâmetro de frutos de pimentão foi afetado pelos tratamentos onde se verificou superioridade da palha de carnaúba e da palha de milho em relação às demais coberturas (QUEIROGA *et al.*, 2002).

4.9 Circunferência do fruto

Pela análise de variância, ficou constatado que a circunferência do fruto da goiabeira foi influenciada pelas diferentes quantidades de pulsos de irrigação. Entretanto, o mesmo não ocorreu quando se utilizou as diferentes coberturas no solo. Do mesmo modo, não foi encontrada interação entre os pulsos de irrigação e as coberturas do solo. Na Tabela 20 podem ser observados os valores dos quadrados médios para a circunferência do fruto.

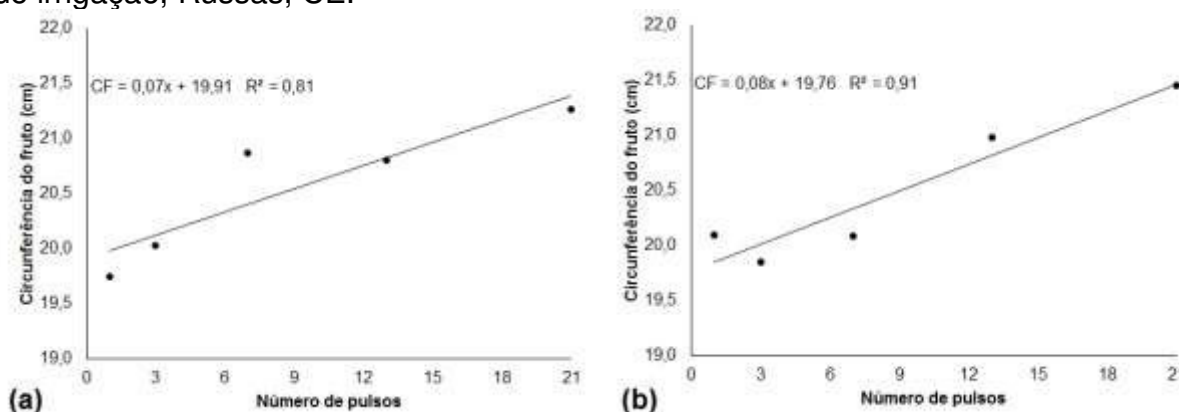
Tabela 20 - Resumo da análise de variância para a circunferência do fruto da goiabeira Paluma em função de cinco diferentes quantidades de pulsos de irrigação e de cinco coberturas do solo nos dois ciclos de produção, Russas, CE.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		CF (cm)	
		1º ciclo	2º ciclo
Blocos	3	1,60 ^{ns}	2,46*
Pulso (A)	4	8,02**	9,54**
Resíduo (A)	12	1,03	0,63
Parcelas	19	-	-
Cobertura (B)	4	2,00 ^{ns}	1,25 ^{ns}
Int. (A x B)	16	0,89 ^{ns}	0,68 ^{ns}
Resíduo (B)	60	0,88	1,08
Total	99	-	-
CV% (A)	-	4,95	3,88
CV% (B)	-	4,57	5,07

CF – circunferência do fruto da goiabeira; GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade; * - significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns - não significativo.

De acordo com a análise de regressão, a circunferência do fruto em função do número de pulsos se ajustou em um modelo linear crescente nos dois ciclos de produção, com R^2 de 0,81 e 0,91 para o primeiro e o segundo ciclos, respectivamente. O menor valor observado foi obtido com a irrigação não fracionada em pulsos (Figura 29a e 29b).

Figura 29 – Circunferência do fruto da goiabeira no primeiro (a) e no segundo (b) ciclos de produção da goiabeira Paluma, para as diferentes quantidades de pulsos de irrigação, Russas, CE.



Fonte: Autor

Como já dito, os menores valores de circunferência dos frutos foram observados no tratamento de pulso de irrigação P1, sendo de 19,98 mm e 19,84 mm

para o primeiro e segundo ciclos, respectivamente. Os maiores valores desta variável foram encontrados ao se dividir a lâmina diária em 21 pulsos de irrigação.

A lâmina diária aplicada em um pulso de irrigação proporcionou um déficit hídrico nas camadas do solo em que se encontra a zona radicular efetiva. Segundo Rego *et al.* (2004), o déficit hídrico provoca o fechamento dos estômatos, diminuindo a assimilação de CO₂ e, conseqüentemente, as atividades fisiológicas das plantas, principalmente a divisão e o crescimento das células, o que pode explicar os menores valores para esta variável.

Bianchini (2013), pesquisando sobre sistemas de manejo do solo (plantio direto e convencional) na cultura da abobrinha, verificou que a variável circunferência do fruto não sofreu influência dos sistemas de manejo, não havendo diferença estatística entre os tratamentos. Em um estudo similar, Câmara; Almeida, (2011), cultivando abobrinha sob coberturas verdes, com incorporação total da palhada ao solo, também não observaram diferença estatística entre os tratamentos para a variável circunferência de frutos.

4.10 Densidade do fruto

Quanto a densidade do fruto da goiabeira, foi verificado que a mesma foi influenciada pelas diferentes quantidades de pulsos de irrigação, mas não ocorreu diferenciação significativa quando se utilizou as diferentes coberturas no solo. Também não foi encontrada interação entre os pulsos de irrigação e as coberturas do solo. Os valores dos quadrados médios para a densidade do fruto encontram-se na Tabela 21.

Tabela 21 - Resumo da análise de variância para a densidade do fruto da goiabeira Paluma em função de cinco diferentes quantidades de pulsos e de cinco coberturas do solo nos dois ciclos de produção, Russas, CE.

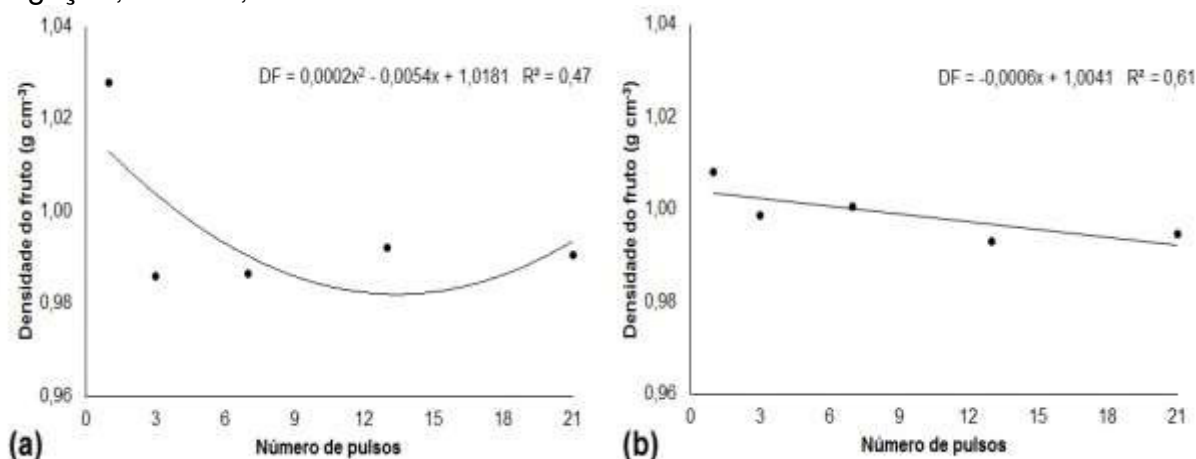
Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		DSF (g cm ⁻³)	
		1º ciclo	2º ciclo
Blocos	3	0,00022 ^{ns}	0,00009 ^{ns}
Pulso (A)	4	0.00623 ^{**}	0,00069 ^{**}
Resíduo (A)	12	0.00075	0,00011
Parcelas	19	-	-
Cobertura (B)	4	0.00022 ^{ns}	0,00024 ^{ns}
Int. (A x B)	16	0.00070 ^{ns}	0,00014 ^{ns}
Resíduo (B)	60	0.00062	0,00011
Total	99	-	-
CV% (A)	-	2,75	1,07
CV% (B)	-	2,50	1,06

DSF – densidade do fruto da goiabeira; GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade; * - significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns - não significativo.

Na análise de regressão foi encontrado que a densidade dos frutos em função do número de pulsos se ajustou em um modelo polinomial quadrático, durante o primeiro ciclo, com R² de 0,47. O máximo valor observado (1,013 g cm⁻³) foi obtido sob a menor quantidade de pulsos de irrigação P1 (Figura 30a).

No segundo ciclo, esta mesma variável se ajustou em um modelo linear decrescente, apresentando um R² de 0,61. O máximo valor observado (1,003 g cm⁻³) foi também obtido sob a menor quantidade de pulsos de irrigação P1 (Figura 30b).

Figura 30 – Densidade do fruto da goiabeira no primeiro ciclo (a) e no segundo ciclo (b) de produção da goiabeira Paluma, para as diferentes quantidades de pulsos de irrigação, Russas, CE.



Fonte: Autor

Como já discutido anteriormente, a aplicação da lâmina de irrigação diária de uma só vez promove o déficit hídrico em solos que apresentam textura predominantemente arenosa. Nestas condições, as plantas reduzem o teor de água e podem acumular os solutos, como ácidos orgânicos, carboidratos e íons nas células. O ajuste osmótico, ou acúmulo de solutos pela célula, é o processo pelo qual se reduz o potencial da célula, com o objetivo de se manter o equilíbrio hídrico dentro da célula, ou seja, seu volume e turgor (TAIZ; ZEIGER, 2006).

É possível inferir sobre as altas densidades dos frutos nas plantas que estavam submetidas ao tratamento P1. Provavelmente, inicialmente perderam a turgidez, e como uma das estratégias vegetais aos múltiplos efeitos causados pelo estresse hídrico, ocorreu o acúmulo de solutos nas células vegetais, conforme comentário abaixo.

A medida que o conteúdo de água diminui, a célula encolhe cada vez mais e as paredes relaxam, os solutos ficam cada vez mais concentrados e a membrana plasmática torna-se mais espessa, uma vez que cobre uma área menor (MORANDO *et al.*, 2014), ocasionando redução no crescimento do fruto.

4.11 Espessura da casca e diâmetro da polpa

Para a espessura da casca do fruto da goiabeira, foi verificado que esta foi influenciada somente pelas diferentes quantidades de pulsos de irrigação. Quanto ao diâmetro da polpa do fruto da goiabeira, constatou-se uma interação significativa entre as quantidades de pulsos de irrigação e coberturas do solo, mas somente no primeiro ciclo. Os quadrados médios para a espessura da casca e o diâmetro da polpa podem ser visualizados na Tabela 22.

Tabela 22 - Resumo da análise de variância para a espessura da casca e o diâmetro da polpa do fruto da goiabeira Paluma em função de cinco diferentes quantidades de pulsos de irrigação e de cinco coberturas do solo nos dois ciclos de produção, Russas, CE.

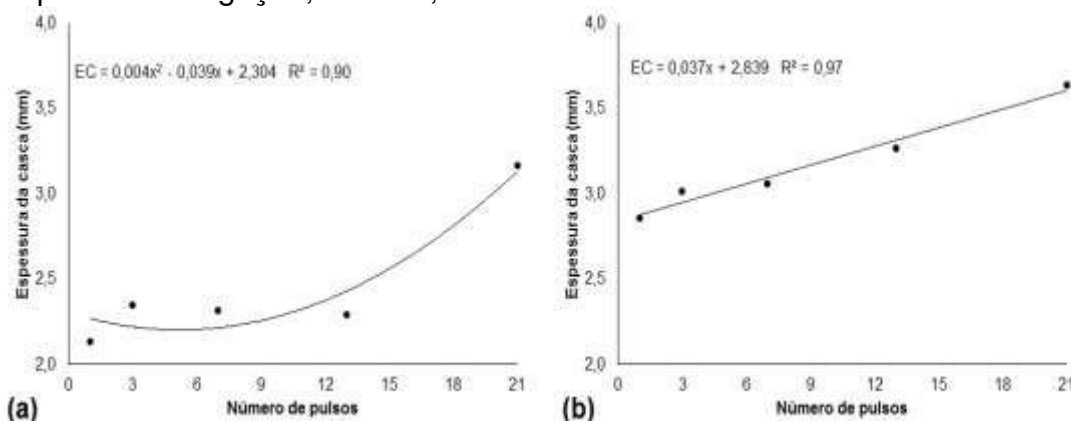
Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		EC (mm)		DP (mm)	
		1º ciclo	2º ciclo	1º ciclo	2º ciclo
Blocos	3	0,038 ^{ns}	0,056 ^{ns}	16,73 ^{ns}	34,88 ^{ns}
Pulso (A)	4	3,336 ^{**}	1,814 ^{**}	100,40 ^{**}	177,37 ^{**}
Resíduo (A)	12	0,196	0,102	7,46	11,01
Parcelas	19	-	-	-	-
Cobertura (B)	4	0,282 ^{ns}	0,171 ^{ns}	11,29 ^{ns}	6,97 ^{ns}
Int. (A x B)	16	0,189 ^{ns}	0,125 ^{ns}	15,97 [*]	6,08 ^{ns}
Resíduo (B)	60	0,166	0,166	8,62	10,80
Total	99	-	-	-	-
CV% (A)	-	18,02	10,08	5,73	5,70
CV% (B)	-	16,60	12,87	5,84	5,65

EC – espessura da casca; DP – diâmetro da polpa; GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade; * - significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns - não significativo.

Com a análise de regressão, foi encontrado que a espessura da casca do fruto em função do número de pulsos se ajustou em um modelo polinomial quadrático com R^2 de 0,90. Com a maior quantidade de pulsos de irrigação P21 (Figura 31a) obtiveram-se a maior espessura da casca (3,25 mm).

No segundo ciclo, esta mesma variável se ajustou em um modelo linear crescente, apresentando um R^2 de 0,97. O máximo valor observado (3,62 mm) foi obtido sob a divisão da lâmina diária em 21 pulsos de irrigação (Figura 31b).

Figura 31 – Espessura da casca do fruto da goiabeira no primeiro ciclo (a) e no segundo ciclo (b) de produção da goiabeira Paluma, para as diferentes quantidades de pulsos de irrigação, Russas, CE.



Fonte: Autor

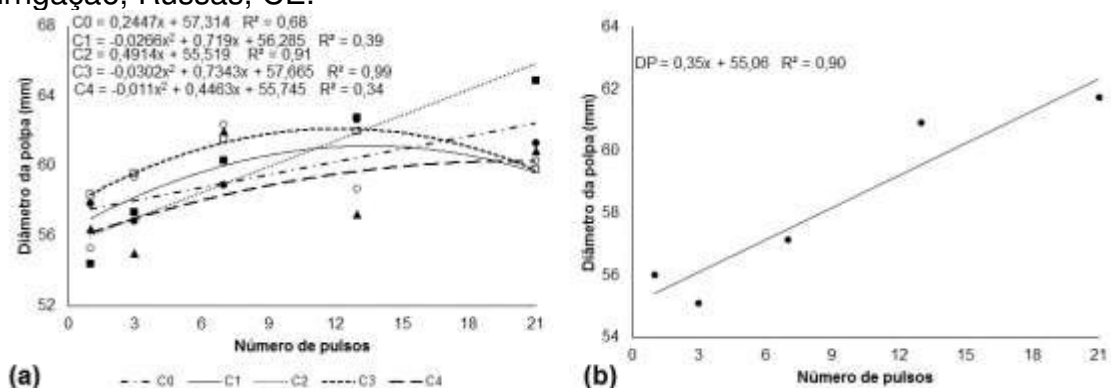
Do mesmo modo desta pesquisa, Freire *et al.* (2010) não encontraram efeito significativo com a presença e a ausência de coberturas mortas, para a espessura da casca dos frutos de maracujazeiro amarelo. Já Campos *et al.* (2007) encontraram significância entre a ausência e a presença de coberturas mortas, na espessura da casca, em maracujazeiro amarelo.

No primeiro ciclo, o diâmetro da polpa se ajustou em um modelo polinomial quadrático para C1, C3 e C4, com R^2 de 0,39, 0,99 e 0,34, respectivamente (Figura 32a). As coberturas C0 e C2 apresentaram um comportamento linear crescente, com R^2 de 0,68 e 0,91, respectivamente. O maior valor para esta variável (65,84 mm) foi encontrado quando se empregou a folha de bananeira (C2) como cobertura, sendo que, nas condições experimentais, foi obtido sob a maior quantidade de pulsos de irrigação, P21.

A atuação da matéria orgânica nos solos se dá tanto na melhoria das condições físicas do solo, como na aeração, na maior retenção e no armazenamento de água, quanto nas propriedades químicas e físico-químicas, no fornecimento de nutrientes às plantas e na maior CTC, além de proporcionar um ambiente adequado ao estabelecimento e à atividade da microbiota (FIGUEIREDO; RAMOS; TOSTES, 2008). Provavelmente, este foi mais um dos fatores que contribuiu para os maiores valores de diâmetro do fruto sob cobertura orgânica, além da redução da evaporação proporcionada pela mesma.

Já no segundo ciclo, o diâmetro da polpa se ajustou em um modelo linear crescente, com R^2 de 0,90 (Figura 32b). O maior valor para esta variável (62,41 mm) foi observado quando se empregou a maior quantidade de pulsos de irrigação P21.

Figura 32 – Diâmetro da polpa do fruto da goiabeira no primeiro (a) e no segundo (b) ciclos de produção da goiabeira Paluma, para as diferentes quantidades de pulsos de irrigação, Russas, CE.



A aplicação da lâmina diária de irrigação, em um único pulso, proporcionou os menores valores para a espessura e para o diâmetro da polpa do fruto. Isto está em conformidade com Hillel (1982): solos de textura arenosa normalmente apresentam poros maiores, sendo mais rapidamente esvaziado em baixas tensões. Já os maiores valores de números de frutos foram encontrados com a divisão da lâmina diária em 21 pulsos, e de acordo com Phene e Sanders (1976), a irrigação em alta frequência diminui o volume de solo utilizado como reservatório no armazenamento de água fornecendo as exigências diárias de água à porção efetiva da zona radicular.

5 CONCLUSÕES

Não foi encontrada interação significativa para a tensão da água no solo durante o primeiro ciclo, sendo que o oposto ocorreu no segundo ciclo devido à maior demanda da mesma pela cultura.

Quanto a distribuição espacial da umidade do solo foi demonstrado que os maiores valores desta variável foram encontrados quando se dividiu a lâmina de irrigação diária nas maiores quantidades de pulsos.

A utilização pelo produtor de maiores quantidades de pulsos de irrigação lhe proporciona melhores respostas quanto às características produtivas da goiabeira. A utilização pelo produtor de cobertura morta na superfície do solo trás lhe benefícios quanto a retenção de água nas camadas próximas à superfície.

Recomendam-se aos produtores do Distrito de irrigação Tabuleiro de Russas, bem como aos de áreas com solos arenosos, a divisão da lâmina de irrigação diária em uma maior quantidade de pulsos e a condução dos cultivos com cobertura do solo, como restolhos de bananeira.

6 REFERÊNCIAS

ABDELRAOUF, R. E. et al. Effect of pulse irrigation on clogging emitters, application efficiency and water productivity of potato crop under organic agriculture conditions. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, Amman, v. 6, n. 3, p. 807-816, 2012.

ALLEN, R. G. et al. Water requirements. In: HOFFMAN, G. J. et al. **Design and operation of farm irrigation systems**. St. Joseph: ASABE, 2007. Chap. 8, p. 208-288.

ALMEIDA, W. F. de. **Gotejamento por pulsos e cobertura do solo na formação do bulbo molhado e produtividade da alface americana**. 2012. 79 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; KLAR, A. E. Produtividade de alface em função do potencial matricial de água no solo e níveis de irrigação. **Horticultura Brasileira**, v.14, n.1, p.27- 31, maio, 2003.

ARAÚJO, A. de P.; NEGREIROS, M.Z. de; LEITÃO, M. de M.V.B.R.; PEDROSA, J.F.; BEZERRA NETO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; FERREIRA, R.L.F.; NOGUEIRA, I.C.C. Rendimento de melão amarelo cultivado em diferentes tipos de cobertura do solo e métodos de plantio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 123-126, mar. 2003.

BASSOI, L. H.; TEIXEIRA, A. H. C.; SILVA, J. A. M. e; SILVA, E. E. G. da; FERREIRA, M. N. L.; MAIA, J. L. T.; TARGINO. E. de L. **Consumo de água e coeficiente de cultura da goiabeira irrigada por microaspersão**. Petrolina: Embrapa Semiárido. 2001a. 4p. (Comunicado Técnico, 112).

BASSOI, L.H.; SILVA, J.A.M.; SILVA, E.E.G.; FERREIRA, M.N.L.; MAIA, J.L.T. & TARGINO, E.L. Informações sobre a distribuição das raízes da goiabeira para o manejo da irrigação. Petrolina, Embrapa Semiárido, 2001b. 4p. (Comunicado Técnico, 111).

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4. ed. São Paulo: Ícone, 1999. 355 p.

BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. Viçosa: UFV, 2006. 625 p.

BIANCHINI, C. Sistemas de manejo de solo para a produção de abobrinha de tronco (*Curcubita pepo*). Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2013.

BORGES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. G.; SOUZA, L. da S. Solos, nutrição e adubação. In: ALVES, E. J. (Org.). **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1997. p. 197-260.

BRAGA, M. B.; CORREIA, J. S.; MAROUELLI, W. A.; GUEDES, I. M. R.; LIMA, C. E. P.; SILVA, J.; MACEDO, T. C. Produção e qualidade de frutos de meloeiro amarelo cultivado com uso de coberturas do solo e de manta agro têxtil para proteção das plantas. In: **52º Congresso Nacional de Olericultura**, 2012, Salvador - BA. Hortic. bras., 2012. v. 30. p. 5733-5740.

BRAIDA, J. A.; BAYER, C.; ALBUQUERQUE, J. A.; REICHERT, J. M. Matéria orgânica e seu efeito na física do solo. In: FILHO, O. K.; MAFRA, A. L.; GATIBONI, L. C. (Org.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011. v. 7, p. 222-227.

BUCKMAN, H. O.; BRADY, N. C. **Natureza e propriedade dos solos**. 5 ed. Trad. A. B. N. Figueiredo Filho. Rio de Janeiro: Biblioteca Universitária Freitas Bastos, 1979. 647p.

CADAVID, L.F.; EL-SHARKAWY, M.A.; ACOSTA, A.; SANCHES, T. Long-term effects of mulch, fertilization and tillage on cassava grown in sandy soils in northern Colombia. **Field Crops Research**, v.57, p.45-56, 1998.

CÂMARA, F.A.; ALMEIDA, K. Produtividade de abobrinha em sucessão aos adubos verdes de inverno. **Horticultura Brasileira** 29: S4597-S4600, 2011.

CÂMARA, M.J.T.; NEGREIROS, M.Z., MEDEIROS, J.F. DE, BEZERRA NETO, F.; BARROS JÚNIOR, A. P. Produção e qualidade de melão amarelo influenciado por coberturas do solo e lâminas de irrigação no período chuvoso. **Ciência Rural**, 37:58-63, 2007.

CAMARGO, L. S.; IGUE, T. Experiência sobre o efeito da cobertura do solo na produção do morangueiro. **Científica**, v. 32, n. 6, p. 149-169, 1973.

CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, T. A. G.; MOTA, J. K. M.; RODRIGUES, A. C.; DINIZ, A. A. Caracterização física e química de frutos de maracujazeiro amarelo sob adubação potássica, biofertilizante e cobertura morta. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 9, n. 01, p. 59-71, 2007. **Científica**, v. 32, n. 6, p. 149-169, 1973.

CHAVES, S.W.P. **Coeficiente de cultivo, necessidade hídrica e a adubação nitrogenada da cultura de pimenta**. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE. 2004. 60f.

COELHO, E. F.; SOUZA, V. A. B. de; CONCEIÇÃO, M. A. F.; DUARTE, J. de O. Comportamento da cultura do tomateiro sob quatro regimes de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.12, p.1959-1968, 1994.

COELHO, S. L. **Desenvolvimento de um Tensiômetro Eletrônico para o Monitoramento do Potencial da Água do Solo**. 2003. Dissertação (Mestrado em Agronomia Irrigação e Drenagem) Faculdade de Agronomia, Departamento de Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza-CE.

COSTA, C. da S. **Utilização do estéril da extração do gesso, como condicionador das propriedades físicas de um Neossolo Quartzarênico do sertão de Pernambuco.** Recife. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. 73p. 2007.

COSTA, F. de A.; MEDEIROS, J.F. de; NEGREIROS, M.Z. de; BEZERRA NETO, F.; PÔRTO, D.R. de Q.; CHAVES, S.W.N.; DANTAS, K.N. Rendimento de melão Cantaloupe em diferentes coberturas de solo e lâminas de irrigação. **Caatinga**, Mossoró, v. 15, n. 1/2, p. 49-55, dez. 2002.

DNOCS. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. **Perímetro Irrigado Tabuleiros de Russas.** 2006. Disponível em: http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/perimetros_irrigados/ce/tabuleiro_de_russas.html. Acesso em 02 jul. 2012.

DOBASHI, A. M.; CARVALHO, J. A.; PEREIRA, G. M.; RODRIGUES, L. S. Avaliação do crescimento da boca de leão (*Antirrhinum majus*) submetido a diferentes níveis de deficiência hídrica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27. 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. v. 1, p. 100-102.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.

FERREIRA, M. de N. L. **Distribuição radicular e consumo de água de goiabeira (*Psidium guajava* L.) irrigada por microaspersão em Petrolina – PE.** Piracicaba. Tese (Doutorado em Agronomia – Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo. 106p. 2004.

FLEGG, P. B.; SPENCER, D. M.; WOOD, D. A. *The Biology and Technology of the Cultivated Mushroom.* Chichester: John Wiley & Sons, 1985, 347p.

FREIRE, J. L. de O.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; DIAS, T. J.; NUNES, J. C.; CAVALCANTE, I. H. L. Atributos qualitativos do maracujá amarelo produzido com água salina, biofertilizante e cobertura morta no solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias.** Recife, v.5, n.1, p.102-110, 2010.

GILL, K.S.; GAJRI, P.R.; CHAUDHARY, M.R.; SINGH, B. Tillage, mulch, and irrigation effects on corn (*Zea mays* L.) in relation to evaporative demand. **Soil Tillage Research**, v.39, p.213-227, 1996.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia:** processos ecológicos em agricultura sustentável. 3. ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRS, 2005. 653 p.

GOMES, H. P. **Engenharia de irrigação.** 2. Ed. Campina Grande: UFPB, 1997. 390p.

GONZAGA NETO, L. **Produção de goiaba.** Instituto Frutal, 2007. 64 p.

GONZAGA NETO, L. **Goiaba: produção e aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 72p. (Embrapa Informação Tecnológica. Frutas do Brasil, 17).

GONZAGA NETO, L.G.; SOARES, J.M. **Goiaba para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 49p.

HAMADA, E.; TESTEZLAF, R. Desenvolvimento e produtividade da alface submetida a diferentes lâminas de água através da irrigação por gotejamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.9, p.1201-1209, 1995.

HANKS, R. J.; ASHCROFT, G. L. **Applied Soil Physics**. Springer – Verlag, Berlin. Heidelberg. 1980.

HILLEL, D. **Introduction to soil physics**. London: Academic Press, 1982. 364 p.

HU, W.; SHAO, M. A.; WANG, Q. J.; e REICHARDT, K.. Soil water content temporal spatial variability of the surface layer of a Loess Plateau hillside in China. **Sci. agric**. 2008, vol. 65, no. 3, pp. 277-289.

IBGE. **Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA) – Produção Agrícola Municipal**. 2014. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1613&z=p&o=32>>. Acesso em: 08 abr. 2015.

JANSEN, M. E. **Design and operation of farm irrigation systems**. St. Joseph, ASAE, 1983, 829 p.

JONG VAN LIER, Q. de (Org.). **Física do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. v. 1. 298 p.

KALUNGU, J. W. **Resposta do tomateiro a diferentes lâminas de irrigação, doses de potássio, cobertura do solo em ambiente protegido**. (Mestrado), Piracicaba-Esalq/USP, 2008.

KOLLER, O. C. **Cultura da goiabeira**. Porto Alegre: Agropecuária. 44p. 1979.

LARCHER, W. **Physiological plant ecology**. Springer-Verlag, Berlin. 513 p. 2003.

LIMA JUNIOR, J. A. de; LOPES, P. R. A. Avaliação da cobertura do solo e métodos de irrigação na produção de melancia. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 315-322, abr./jun. 2009.

LEPSCH, I.F. (Coord.). **Manual para levantamento utilitário de meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso: 4ª aproximação**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991. 175p.

LOURENÇÃO, W. A. P.; JÚNIOR, S. S.; NEVES, J. F.; DIAS, L. D. E.; NODARI, I. D. E. Produção de melão amarelo sob coberturas de solo e cultivo convencional em

Cáceres-MT In: Congresso de Iniciação Científica, 5ª. (JC), 2013, Cáceres/MT. **Anais...** Cáceres/MT: Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação - PRPPG, 2013. Vol. 8 (2013). Cód. 10004. ISSN ONLINE 2237-9258. CDROM 2178-7492.

MACHADO, C.C.; COELHO, R.D. Estudo da distribuição espacial do sistema radicular do limão "Cravo" enxertado com lima ácida "Tahiti". Laranja, Cordeirópolis, v.21, n.2, p.359-380, 2000.

MANICA, I. **Fruticultura tropical 6**. Goiaba. Porto Alegre: Cinco Continentes. 2002. 374 p.

MANICA, I.; ALVARENGA, L.R. de.; CAIXETA, T.J.; PURCINO, J.R.C.; LICHTEMBERG, L.A. Competição entre dez variedades de goiaba (*Psidium guajava* L.) na Jaíba (Janaúba), Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6., Recife, 1981. **Anais**. Recife: SBF, v.5, 1981, p.781-791.

MANICA, I.; ICUMA, I.M.; JUNQUEIRA, N.T.V.; SALVADOR, O.J.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. **Fruticultura tropical**: Goiaba. Guariba: Cinco continentes, 2000.374p.

MARANCA, G. **Fruticultura comercial**: mamão, goiaba e abacaxi. São Paulo: Nobel, 1981.118p.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia Vegetal**: fotossíntese, respiração, relações hídricas, nutrição mineral. Viçosa: UFV, 2009. 486 p. Inclui apêndice e índice. ISBN 978-85-7269-359-2.

MORANDO, R.; SILVA, A. O.; CARVALHO, L. C. ; PINHEIRO, M. P. M. A. . Déficit hídrico: efeito sobre a cultura da soja. **Journal of Agronomic Sciences**. Umuarama, v. 3, p. 114-129, 2014.

MOSTAGHIMI, S.; MITCHELL, J. K. Pulsed trickling effect on soil moisture distribution. **Water Resources Bulletin**, Baton Rouge, v.19, n. 4, p. 605-612, 1983.

MOTA, J.C.A. Componentes do balanço de água em um Cambissolo cultivado com meloeiro irrigado por gotejamento, com e sem cobertura da superfície. Piracicaba: ESALQ, 2010. 122 p.

MOTTA, J. D.; QUEIROZ, A. J. de M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de; SOUSA, K. dos S. M de. Índice de cor e sua correlação com parâmetros físicos e físico-químicos de goiaba, manga e mamão. **Comunicata Scientiae**. v.6, n.1, p.74-82, 2015.

MOURA, G. C. de. Cobertura do solo e níveis de nitrogênio no desenvolvimento, na produção e na qualidade de frutos de mirtilheiros. 2009. 82 f. Dissertação (Mestrado em Fruticultura de Clima Temperado) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

NOGUEIRA, R.M. Utilização de Pseudocaule de Bananeira Como Cobertura Morta de Solos Cultivados com Laranjeira Lima (*Citrus sinensis* Osbeck) e Mamoeiro (*Carica papaya* L.) Sob Manejo Orgânico de Produção. 2006. 92f. Dissertação

(Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

NUNES, J. C.; CAVALCANTE, L. F.; LIMA NETO, A.J.; SILVA, J. A.; SOUTO, A. G. L.; ROCHA, L. F. Humitec e cobertura morta do solo no crescimento inicial da goiabeira cv. Paluma no campo. **Agro@ambiente On-line**, v. 8, p. 1-8-8, 2014.

PEREIRA, W. E., COUTO, F. A. A.; SIQUEIRA, D. L.; BRUNCKNER, C. H.; CECON, P. R.; BARROS, R. S. Rendimento e algumas características físico-químicas dos frutos de seis variedades de goiabeira desenvolvidos em condições de déficit hídrico. **Revista Ceres** 47:349-362. 2000.

PHENE, C. J.; SANDERS, D. C. High-frequency trickle irrigation and row spacing effects on yield and quality of potatoes. **Agronomy Journal**, Madyson, v. 68, n. 4, p. 602-607, July/Aug. 1976.

PIO, R.; VALE, M. R. do; JUNQUEIRA, K. P.; RAMOS, J. D. **Cultura da goiabeira**. Lavras, 2002. 32p. (Boletim de Extensão).

PIRES, J. L. F.; SOPRANO, E.; CASSOL. B. **Adaptações morfofisiológicas da soja em solo inundado**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 37, n. 1, p. 41-50, jan.2002.

PIRES, R. C. de M.; FURLANI, P. R.; RIBEIRO, R. V.; BODINE JUNIOR, D.; SAKAI, E.; LOURENÇÃO, A. L.; TORRE NETO, A. Irrigation frequency and substrate volume effects in the growth and yield of tomato plants under greenhouse conditions. **Scientia Agricola**, v.68, n.4, p.400-405, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162011000400002>

QUEIROGA, R.C.F.; NOGUEIRA, I.C.C.; BEZERRA NETO, F.; MOURA, A.R.B.; PEDROSA, J.F. Utilização de diferentes materiais como cobertura morta do solo no cultivo de pimentão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.3, p.416-418, 2002.

REICHARDT, K. A água em sistemas agrícolas. São Paulo: Manole, 1990. 188 p.

REGO, J. L.; VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M.; BASTOS, F. G. C.; GONDIM, R. S. Efeitos de níveis de irrigação sobre a cultura do crisântemo. **Revista Ciência Agrônômica**. Fortaleza: v.35, n.2, p.302 – 308, 2004.

ROZANE, D. E.; OLIVEIRA, D. A.; LÍRIO, V. S. Importância econômica da cultura da goiabeira. In: ROZANE, D. E.; COUTO, F. A. D. (ed.). **Cultura da goiabeira: Tecnologia e mercado**. Viçosa: UFV, 2003. p.1-20.

SANTOS, F. J. de; LIMA, R. N. de; RODRIGUES, B. H. N.; CRISÓSTOMO, L. A.; SOUSA, F. de; OLIVEIRA, J. J. G. **Manejo da Irrigação da Melancia: Uso do Tanque Classe “A”**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 13p (Embrapa Agroindústria Tropical. Circular Técnica, 20).

SILVA, J. C. G.; CHAVES, M. A.; JOSÉ, A. R. S.; REBOUÇAS, T. N. H.; ALVES, J. F. T. A influência da cobertura morta sobre características físicas e químicas de

frutos da pinha (*Annona squamosa* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n.2, p.287-291. 2007.

SILVA, R. A. R.; NUNES, J. C.; LIMA NETO, A. J.; CAVALCANTE, L. F.; SILVA, M. R. M.; RODRIGUES, R. M. Lâminas de irrigação e cobertura do solo na produção e qualidade de frutos da gravioleira. **Agrária** (Recife. Online), v. 8, p. 441-447, 2013.

SOUSA, V. F. de; COÊLHO, E. F.; SOUZA, V. A. B. de. Frequência de irrigação em meloeiro cultivado em solo arenoso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.4, p.659-664, 1999. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X1999000400018>

SOUSA, V. F.; FOLEGATTI, M. V.; FRIZZONE, J. A.; CORRÊA, R. A. L.; VIANA, T. V. A. **Umidade do solo na zona radicular do maracujazeiro cultivado sob irrigação localizada**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 365-373, maio/ago. 2006. 1 CD-ROM.

SOUZA, A. P. et al. Influência da decomposição de diferentes resíduos vegetais submetidos a lâminas de irrigação no comportamento da vegetação espontânea. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 317- 324, 2010.

SOUZA, E. F.; BERNARDO, S.; COUTO, F. A. A. Influência da Irrigação na Goiabeira (*Psidium guajava* L. var Ogawa III). II. Florescimento e Vingamento de Frutos. In: Simpósio Brasileiro sobre a cultura da goiabeira, 1., 1997, Jaboticabal. **Anais** Jaboticabal: UNESP –FCA, FUNEP, GOIABRAS, 1997, p. 17.

SRINIVAS, K.; HEGDE, D.M.; HAVANAGI, G.V. Plant water relations, canopy temperature, yield and water-use efficiency of watermelon (*Citrullus lanatus* (Thamb) Matsum et Nakai) under drip and furrow. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.64, n.1, p.115-124, 1989.

STAMETS, P. & CHILTON, J.S. **The mushroom cultivator**. Washington: Agrikon Press, 1983. 415p.

STANGHELLINI, C. Evapotranspiration in greenhouse with special reference to Mediterranean conditions. **Acta Horticulture**, Leven, n.335, p.296-304, 1993.

STEWART, D. P. C. **Unburnt bush fallows**: a preliminary investigation of soil conditions in a bush fallow and two successive crops of taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schoot) in Western Samoa. **Field Crops Research**, v.38, p.29-36, 1994.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. da; MOREIRA, J. A. A.; BRAZ, A. J. B. P. Evapotranspiração do feijoeiro irrigado em plantio direto sobre diferentes palhadas de culturas de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 4, p. 577-582, abr. 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia do estresse**. In: Fisiologia vegetal. Trad. SANTARÉM. São Paulo: Artmed, p.613-641, 2006.

TIMM, L. C.; PIRES, L.F.; ROVERATTI, R.; ARTHUR, R.C.J.; REICHARDT, K.; OLIVEIRA, J.C.M.; BACCHI, O.O.S. Field spatial and temporal patterns of soil water content and bulk density changes. **Sci. agric.** 2006, vol. 63, no. 1, pp. 55-64.

URACH, F. L. **Estimativa da retenção de água em solos para fins de irrigação.** 2007.79f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

VIANA, T. V. A.; LIMA, A. D.; MARINHO, A. B.; DUARTE, J. M. de L.; AZEVEDO, B. M. de; COSTA, S. C. Lâminas de irrigação e coberturas do solo na cultura do girassol, sob condições semiáridas. **Revista Irriga**, v. 17, n. 2, p. 126-136, 2012.

ZANINI, J. R.; PAVANI, L. C. Irrigação da Goiabeira. In: Simpósio Brasileiro sobre a cultura da goiabeira, 1., 1997, Jaboticabal. **Anais Jaboticabal**: UNESP –FCA, FUNEP, GOIABRAS, 1997, p. 93 -115.

ZIN EL-ABEDIN, T.K. **Effect of pulse drip irrigation on soil moisture distribution and maize production in clay soil.** 2006. Disponível em: <<http://www.mjae.eg.net/pdf/2006/nov/19.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2015.