

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA  
DOUTORADO ACADÊMICO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**OTIMIZAÇÃO DO USO DA ÁGUA EM ABACAXIZEIRO CV. BRS  
IMPERIAL COM REDUÇÃO DA EVAPORAÇÃO E PERCOLAÇÃO DE  
ÁGUA**

**Lenilson Wisner Ferreira Lima**

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA  
2021**

# **OTIMIZAÇÃO DO USO DA ÁGUA EM ABACAXIZEIRO CV. BRS IMPERIAL COM REDUÇÃO DA EVAPORAÇÃO E PERCOLAÇÃO DE ÁGUA**

**LENILSON WISNER FERREIRA LIMA**

Mestre em Engenharia Agrícola  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2015.

Tese apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do Título de Doutor em Engenharia Agrícola.

**Orientador:** Prof. Dr. Eugênio Ferreira Coelho

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA  
2021**

## FICHA CATALOGRÁFICA

L732o

Lima, Lenilson Wisner Ferreira.

Otimização do uso da água em abacaxizeiro cv. brs imperial com redução da evaporação e percolação de água / Lenilson Wisner Ferreira Lima.\_ Cruz das Almas, Bahia, 2021.

117f.; il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Doutorado em Engenharia Agrícola.

Orientador: Prof. Dr. Eugênio Ferreira Coelho.

1.Abacaxi – Cultivo. 2.Abacaxi – Água – Uso. 3.Irrigação por gotejamento – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.

CDD: 634.774

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA  
DOUTORADO ACADÊMICO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**OTIMIZAÇÃO DO USO DA ÁGUA EM ABACAXIZEIRO CV. BRS  
IMPERIAL COM REDUÇÃO DA EVAPORAÇÃO E PERCOLAÇÃO DE  
ÁGUA**

Comissão Examinadora da Defesa de Tese do Discente Lenilson Wisner Ferreira  
Lima

Dr. Eugenio Ferreira Coelho  
Embrapa Mandioca e Fruticultura  
(Orientador)

Dr. Edvaldo Santana Bispo Junior  
IF-Piauí  
Examinador externo

Dr. Aristóteles Pires de Matos  
Embrapa Mandioca e Fruticultura  
Examinador Externo

Dr. Alisson Jadavi Pereira da Silva  
IF- Baiano  
Examinador Interno

Dr. Dionei Lima Santos  
IF - Pará  
Examinador Interno

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais Evaldo José de Lima e Marli Ferreira Lima, pela preocupação e dedicação que marcam a união de uma família, meu alicerce.

A minhas irmãs Lianne Maiara Ferreira Lima e Lais Ferreira Lima.

Aos meus avós: José Antônio de Lima, Emerentina Rosa de Lima, Raimundo Perreira de Lima (em memória) e a Marieta Ferreira Lima.

À Minha esposa Rozenilda Menezes de Oliveira pelo companheirismo, amizade e incentivo repassados.

Ao meu filho Ravi Menezes de Lima, você que é meu incentivo diário, que revigorou a minha vontade de seguir.

A todos os meus amigos e familiares pelo companheirismo, amizade e incentivo. A toda nação brasileira que mesmo de forma indireta contribuiu para esta formação.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente à Deus, pela existência, por todos os dias, amigos, pessoas e momentos vividos até o momento, pela fonte de sabedoria, caminhos traçados que me fizeram evoluir, pela força, coragem e saúde para enfrentar as dificuldades existentes.

Aos meus pais, por todo carinho, amor, dedicação, tempo, abdições, ensinamentos em todos instantes de minha existência, vocês são a razão da minha existência e fonte de inspiração;

A minha esposa e ao meu Filho pela paciência e abdições, bom senso, amizade, conselhos e incentivos.

À toda a minha família: irmão, avós, tias, tios e primos pelo apoio e dedicação;

Ao Dr. Eugenio Ferreira Coelho, pela paciência, amizade, preciosas orientações, além do ensinamento ético-profissional e pessoal, mostrando acima de tudo como ser um verdadeiro profissional, não só no desenvolvimento da pesquisa, mas como a realização de diversas outras atividades.

Agradeço aos meus colegas de pós-graduação pela troca de experiência e conhecimento.

Aos meus amigos Tarciso, Paulo Laesso, Theo por fazerem o trabalho de campo sempre com alegria e disposição tornando o dia a dia prazeroso e produtivo.

Agradeço a Damiana pelo companheirismo, pelas forças para seguirmos que muitas vezes se dispôs na realização de diversas atividades em pleno sol ou em sala.

Agradeço a Mardja Luma, esta que foi companheira de experimento e teve o papel importante na realização deste trabalho, coletando dados e virando a noite e tomando decisões, manipulações de dados e ajudando em diversos quesitos na elaboração deste trabalho.

Agradeço a Lucas Batista por todo apoio, companheirismo, sempre presente, me dando força e apoio.

Aos estagiários Laina, Ruan, Tarsio, Lucas e Rafael pela ajuda na realização das análises de laboratório e campo.

A EMBRAPA Mandioca e Fruticultura pela concessão de espaço físico e apoio financeiro para o desenvolvimento do experimento.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

Agradeço aos colaboradores da Embrapa Mandioca e Fruticultura pelo apoio na realização das atividades dessa pesquisa.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão deste trabalho.

Sinceramente, MUITO OBRIGADO!

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Coleta de amostras das raízes das plantas de abacaxizeiro..... 37
- Figura 2.** Instalação do mulching para impedimento de percolação a 0,20 m de profundidade do nível do solo com canteiros de 0,90 de largura (a) e instalação de mulching para controle de evaporação em canteiros com altura acima do nível do solo de 0,20m (b) para plantio do abacaxizeiro cv. BRs Imperial.....38
- Figura 3.** Perfil de coleta das raízes da planta - gotejo (G), planta – planta (F) e planta – Rua (R) do abacaxizeiro cv. BRs imperial, Cruz das Almas – BA. .... 40
- Figura 4.** Peso total de raízes do abacaxizeiro cv. BRS Imperial em diferentes dias após o plantio para os tratamentos T1 – com cobertura e com impedimento de percolação, T2 – Sem cobertura e com impedimento de percolação, T3 – Com cobertura e sem impedimento de percolação e T4 – Sem cobertura e sem impedimento de percolação. .... 44
- Figura 5.** Taxa de crescimento absoluto de raízes do abacaxizeiro cv. BRS Imperial ao longo de diferentes dias após o plantio. em diferentes dias após o plantio para os tratamentos T1 – com cobertura e com impedimento de percolação, T2 – Sem cobertura e com impedimento de percolação, T3 – Com cobertura e sem impedimento de percolação e T4 – Sem cobertura e sem impedimento de percolação. .... 45
- Figura 6.** Taxa de crescimento absoluto de raízes do abacaxizeiro cv. BRS Imperial ao longo de diferentes dias após o plantio. em diferentes dias após o plantio para os tratamentos T1 – com cobertura e com impedimento de percolação, T2 – Sem cobertura e com impedimento de percolação, T3 – Com cobertura e sem impedimento de percolação e T4 – Sem cobertura e sem impedimento de percolação. .... 46
- Figura 7.** Percentual de raízes do abacaxizeiro cv. BRS imperial em função das diferentes profundidades e dos tratamentos. Médias seguidas da mesma letra minúsculas não diferem entre si pelo teste Tukey a 1% de significância para as diferentes profundidades em cada tratamento e Maiúscula para cada distância em diferentes tratamentos. CC – Com cobertura, SC – Sem Cobertura, CI – Com impedimento de percolação e SI – Sem impedimento de percolação..... 47



<b>Figura 8.</b> Isolinhas de densidade de comprimento de raízes ( $\text{cm.cm}^{-3}$ ) no perfil do solo para o T1 = CC – CI, T2 = SC – CI, T3 = CC – SI e T4 = SC – SI da cultura do abacaxizeiro cv. BRS Imperial. Cruz das Almas - Ba. ....	52
<b>Figura 9.</b> Área experimental na Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, Bahia, Brasil. ....	62
<b>Figura 10.</b> Lâmina total de água aplicada ao longo do ciclo do abacaxizeiro cv. BRS Imperial sob controle de evaporação e percolação. Cruz das Almas – BA. ....	69
<b>Figura 11.</b> Efeito da utilização da cobertura do solo em diferentes dias após o plantio no número de folhas vivas, largura e comprimento de folha D, Área foliar, massa seca do talo, da raiz, da folha D e da Folha do abacaxizeiro cv. BRS Imperial.....	75
<b>Figura 12.</b> Efeito da utilização da cobertura do solo em diferentes dias após o plantio na massa seca total do abacaxizeiro cv. BRS Imperial. ....	76
<b>Figura 13.</b> Dados pluviométricos coletados durante a condução do experimento do ciclo do abacaxizeiro cv BRS Imperial. ....	92
<b>Figura 14.</b> Esquema de distribuição de sondas de TDR para coleta de umidade do solo da cultura do abacaxizeiro cv. BRS imperial.....	99
<b>Figura 15.</b> Médias das água disponível no solo antes da irrigação por mês nos diferentes tratamento (CC – CI, CC – SI, SC – CI e SC – SI, durante o ciclo de cultivo do abacaxizeiro cv. BRS Imperial. ....	104
<b>Figura 16.</b> Isolinhas de umidade volumétrica ( $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ ) ao longo do solo com cobertura do solo (a) e sem cobertura do solo (b).....	105
<b>Figura 17.</b> Médias das lâmina de água aplicada por mês nos diferentes tratamentos (CC – CI, CC – SI, SC – CI e SC – SI, durante o ciclo de cultivo do abacaxizeiro cv. BRS Imperial.....	107
<b>Figura 18.</b> Total de irrigação aplicada por mês nos diferentes tratamento (CC – CI, CC – SI, SC – CI e SC – SI, durante o ciclo de cultivo do abacaxizeiro cv. BRS Imperial. ....	109

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Atributos físicos do solo da área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas - BA. ....	35
<b>Tabela 2.</b> Resultado dos atributos químicos do solo antes do plantio na área experimental.....	35
<b>Tabela 3.</b> Médias do peso seco de raízes médio ao longo do tempo, taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo do abacaxizeiro cv. BRS para os diferentes tratamentos. ....	42
<b>Tabela 4.</b> Efeito da utilização da cobertura de água no solo na água disponível antes da irrigação do abacaxizeiro cv. BRS Imperial. ....	43
<b>Tabela 5.</b> Comprimento de raízes do abacaxizeiro cv. BRs Imperial sob diferentes tratamentos em diferentes profundidades. ....	47
<b>Tabela 6.</b> Percentual de raízes do abacaxizeiro cv. BRS para diferentes profundidades em diferentes dias após o plantio. ....	46
<b>Tabela 7.</b> Distribuição do comprimento e da densidade de comprimento das raízes para o abacaxizeiro BRS Imperial irrigado por gotejamento.....	49
<b>Tabela 8.</b> Densidade de Comprimento de raízes do abacaxizeiro cv. BRs Imperial sob diferentes tratamentos em diferentes profundidades. ....	50
<b>Tabela 9.</b> Distribuição de raízes do abacaxizeiro cv. Brs Imperial ao longo de diferentes dimensões. ....	51
<b>Tabela 10.</b> Atributos físicos do solo da área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas - BA. ....	63
<b>Tabela 11.</b> Resultado dos atributos químicos do solo antes do plantio na área experimental.....	63
<b>Tabela 12.</b> Efeito da utilização da cobertura do solo nas variáveis de crescimento do abacaxizeiro cv. BRS Imperial. NF – Número de folhas, CFD – Comprimento da folha D, LFD – Largura da Folha D, MFD – Massa da Folha D, MTalo – Massa do Talo, Mraiz – Massa da raiz, MST – Massa seca total, AF – Área Foliar Total. ....	73
<b>Tabela 13.</b> Efeito da utilização da cobertura do solo na produção do abacaxizeiro cv. BRS Imperial. PMFCC – peso de frutos com coroa, Prod – Produtividade por hectare, Diâm – Diâmetro de fruto, Cfrut - Comprimento do fruto sem coroa, DPC – Dias do plantio a colheita e a eficiência de utilização de água. ....	76

<b>Tabela 14.</b> Efeito da utilização do impedimento de percolação de água no solo na produção do abacaxizeiro cv. BRS Imperial. PFruto – peso de frutos com coroa, Prod – Produtividade por hectare, Diâm – Diâmetro de fruto, CFrut - Comprimento do fruto sem coroa, CCor – Comprimento de coroa, Pcor – Peso de coroa, DPI - Dias do plantio a indução, DPC – Dias do plantio a colheita, EUA – Eficiência da utilização da água e a Peghidr – Pegada hídrica.....	77
<b>Tabela 15.</b> Efeito da interação da cobertura do solo com o impedimento de percolação de água no solo na eficiência de utilização da água e pegada hídrica do abacaxizeiro cv. BRS Imperial na eficiência de utilização da água. ....	77
<b>Tabela 16.</b> Efeito da utilização da cobertura do solo nos atributos químicos avaliados na polpa dos frutos do abacaxizeiro cv. BRS Imperial. ATT - acidez total titulável, SST - sólidos solúveis totais, SS/AT - índice de maturação, PH - potencial hidrogeniônico.Cobertura.....	79
<b>Tabela 17.</b> Efeito da utilização do controle de percolação de água do solo nos atributos químicos avaliados na polpa dos frutos do abacaxizeiro cv. BRS Imperial. ATT - acidez total titulável, SST - sólidos solúveis totais, SS/AT - índice de maturação, PH - potencial hidrogeniônico.....	80
<b>Tabela 18.</b> Atributos físicos do solo da área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas - BA. ....	93
<b>Tabela 19.</b> Resultado dos atributos químicos do solo antes do plantio na área experimental.....	93
<b>Tabela 20.</b> Equações de calibração da TDR para um solo da área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas – BA.....	95
<b>Tabela 21.</b> Efeito da utilização da cobertura de água no solo na água disponível antes da irrigação do abacaxizeiro cv. BRS Imperial. ....	105
<b>Tabela 22.</b> Efeito da utilização da cobertura de água no solo na água disponível antes da irrigação do abacaxizeiro cv. BRS Imperial. ....	105
<b>Tabela 23.</b> Efeito da interação da utilização da cobertura do solo e o impedimento de percolação na variável lâmina de água aplicada durante o ciclo de cultivo do abacaxizeiro cv. BRS Imperial.....	107
<b>Tabela 24.</b> Efeito da utilização da cobertura do solo e impedimento de percolação nas variáveis armazenamento de água e extração de água durante o ciclo de cultivo do abacaxizeiro cv. BRS Imperial. ....	109

**Tabela 25.** Efeito da utilização da cobertura do solo e impedimento de percolação no solo na evapotranspiração e no coeficiente de cultivo do abacaxizeiro cv. BRS Imperial..... 110

**Tabela 26.** Efeito da interação da utilização da cobertura do solo e o impedimento de percolação na variável lâmina de água aplicada durante o ciclo de cultivo do abacaxizeiro cv. BRS Imperial..... 111

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	14
2. OBJETIVOS: .....	15
<b>2.1 Objetivo geral .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>15</b>
3. HIPÓTESES.....	16
4. REVISÃO DE LITERATURA .....	16
<b>4.1 Descrição da cultura .....</b>	<b>16</b>
<b>4.2 Descrição da cultivar BRS Imperial .....</b>	<b>17</b>
<b>4.3 Metabolismo do abacaxizeiro.....</b>	<b>17</b>
<b>4.4 Irrigação do abacaxizeiro .....</b>	<b>18</b>
<b>4.5 Manejo da irrigação.....</b>	<b>20</b>
<b>4.6 Utilização da cobertura do solo para controle de evaporação.....</b>	<b>20</b>
<b>4.7 Irrigação em solo com cobertura.....</b>	<b>21</b>
<b>4.8 Determinação de perdas de água por percolação para cálculo da eficiência de irrigação e de uso de água.....</b>	<b>23</b>
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	23
CAPÍTULO I- DISTRIBUIÇÃO RADICULAR DO ABACAXIZEIRO CV. BRS IMPERIAL SOB TÉCNICA DE REDUÇÃO DE DISPÊNDIO DE ÁGUA.....	28
RESUMO.....	29
ABSTRACT .....	30
1. INTRODUÇÃO .....	31
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	32
<b>2.1 Descrição da área experimental.....</b>	<b>32</b>
<b>2.2 Implantação do experimento e coleta de dados.....</b>	<b>33</b>
<b>2.3 Delineamento experimental.....</b>	<b>36</b>
<b>2.4 Análise de crescimento das raízes da cultura .....</b>	<b>37</b>
<b>2.5 Avaliação do sistema radicular na produção .....</b>	<b>38</b>
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
<b>3.1 Crescimento radicular.....</b>	<b>40</b>
<b>3.2 Distribuição do peso seco de raízes em profundidade.....</b>	<b>45</b>
<b>3.3 Distribuição do comprimento e da densidade de comprimento das raízes .....</b>	<b>47</b>
4. CONCLUSÃO.....	50

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA .....	50
CAPÍTULO II – DESEMPENHO DO ABACAXIZEIRO CV. BRS IMPERIAL CULTIVADO SOB TÉCNICA DE REDUÇÃO DE DISPÊNDIO DE ÁGUA .....	55
RESUMO.....	56
ABSTRAT.....	57
1. INTRODUÇÃO .....	58
2. MATERIAS E MÉTODOS.....	59
<b>2.1 Descrição da área experimental.....</b>	<b>59</b>
<b>2.2 Implantação do experimento e coleta de dados.....</b>	<b>61</b>
<b>2.3 Avaliação da umidade do solo .....</b>	<b>62</b>
<b>2.4 Irrigação e manejo da irrigação .....</b>	<b>62</b>
<b>2.5 Delineamento experimental.....</b>	<b>64</b>
<b>2.6 Análise de crescimento da cultura .....</b>	<b>64</b>
<b>2.7 Colheita e análises de frutos.....</b>	<b>65</b>
<b>2.8 Eficiência do uso da água e pegada hídrica .....</b>	<b>66</b>
<b>2.9 Análises estatísticas .....</b>	<b>66</b>
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	67
<b>3.1 Aplicação de água a cultura .....</b>	<b>67</b>
<b>3.2 Análise de crescimento da cultura .....</b>	<b>67</b>
<b>3.4 Características físicas e de produção do abacaxizeiro cv. BRS imperial .....</b>	<b>74</b>
<b>3.5 Qualidade do fruto do abacaxizeiro cv. BRS imperial.....</b>	<b>77</b>
4. CONCLUSÃO.....	79
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	80
RESUMO.....	86
ABSTRACT .....	87
1. INTRODUÇÃO .....	88
2. MATERIAS E MÉTODOS.....	90
<b>2.1 Caracterização do solo .....</b>	<b>90</b>
<b>2.2 Sistema de irrigação .....</b>	<b>92</b>
<b>2.3 Calibração da TDR .....</b>	<b>92</b>
<b>2.4 Irrigação e Manejo da irrigação.....</b>	<b>94</b>
<b>2.5 Balanço de água na zona radicular .....</b>	<b>96</b>

<b>2.6 Percolação, evapotranspiração e extração de água pelo sistema radicular .....</b>	<b>98</b>
<b>2.8 Delineamento experimental.....</b>	<b>101</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>102</b>
<b>3.1 Água disponível no solo .....</b>	<b>102</b>
<b>3.2 Lâmina de água total aplicada .....</b>	<b>105</b>
<b>3.3 Extração de água, armazenamento, coeficiente de cultivo e evapotranspiração da cultura. ....</b>	<b>107</b>
<b>4. CONCLUSÕES .....</b>	<b>111</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>112</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O abacaxi (*Ananas comosus* var. *comosus* ((L.) Merrill) é considerado uma das frutas mais importantes comercialmente no mundo (HOSSAIN, 2016; BAIDHE et al., 2021). Trata-se de uma planta monocotiledônea, herbácea, definida como uma planta CAM facultativa com seu Metabolismo Ácido das Crassuláceas, com elevada eficiência no uso de água (EUA) (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Ainda que o abacaxizeiro seja considerado uma cultura com baixa exigência hídrica, quando comparado a outras frutíferas, é necessária uma aplicação permanente de água durante seu estágio de desenvolvimento (RUFINI et al., 2019). Em consequência disso, o manejo adequado da irrigação desempenha grande influência no ciclo da cultura (KÜSTER et al., 2017).

Em regiões que passam por longos períodos sem chuva e a elevada variação climática, realidade essa de estados do nordeste brasileiro, a prática da irrigação se torna indispensável para se obter uma produção agrícola com segurança. O uso da irrigação é de grande importância para explorar o máximo potencial produtivo e rendimento do abacaxizeiro, permitir o uso da água e a obtenção de uma produção economicamente viável (FRANCO et al., 2014).

Nos últimos anos, a área de cultivo de abacaxi em condições de irrigação tem aumentado consideravelmente no Brasil. Dentre sistemas de irrigação localizados, o gotejamento é o mais utilizado no abacaxizeiro (ALMEIDA; SOUZA, 2011). A irrigação por gotejamento tem se destacado devido a suas inúmeras vantagens como: eficiência do uso da água na agricultura, a lâmina de irrigação é aplicada próximo a zona radicular, com frequência elevada e baixa intensidade, permitindo que o solo permaneça próxima da capacidade de campo (ARAÚJO NETO et al., 2015).

Outra estratégia de manejo bastante aplicada na produção de abacaxi, é o uso da cobertura do solo, como um eficiente meio de redução da evaporação da água do solo, modifica o microclima, pode inibir de forma eficiente o crescimento de ervas daninhas, promover o crescimento das plantas, o rendimento e a qualidade das colheitas e pode aumentar algumas propriedades, como conteúdo de clorofila, açúcar solúvel e proteína das folhas de abacaxi e raízes (LIU et al.,



2008). E atualmente essa alternativa tem ganhado força com a disponibilização no mercado de lonas de cobertura do solo.

Essas lonas disponibilizadas no mercado, também podem ser utilizadas na produção agrícola como impedimento de percolação no solo, entretanto ainda não se tem abordado a redução da percolação de água. A percolação abaixo da zona radicular é na faixa de 10 a 20% para a irrigação localizada, método de irrigação que tende a reduzir a profundidade efetiva do sistema radicular das plantas (COELHO et al., 2016). Dessa forma há possibilidades de uso de um filme plástico biodegradável no fundo das covas ou canteiros de abacaxi de forma a restringir as perdas por percolação.

A prática de utilização de mulching combinada com a irrigação por gotejamento é considerada uma técnica comum de manejo agrícola praticado na produção comercial de legumes e frutíferas. Essa forma de manejo resulta em vários impactos positivos na distribuição de água no solo (FILIPOVIĆ et al., 2016). Otimizando a distribuição de raízes finas e aumenta a absorção de água regulando efetivamente a relação água-raiz (WANG et al., 2021).

## **2. OBJETIVOS:**

### **2.1 Objetivo geral**

O objetivo desse trabalho é aplicar técnicas de otimização do uso da água em abacaxizeiro cv. BRS Imperial visando a redução da evaporação e percolação de água no solo, nas condições edafoclimáticas dos Tabuleiros Costeiros.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Avaliar a influência da associação de uso de cobertura do solo com e sem a inserção de impedimento de percolação na produção e qualidade de fruto do abacaxizeiro cv. BRS Imperial.

- Avaliar a associação de uso de cobertura do solo com e sem a inserção de impedimento de percolação como forma de redução da lâmina de irrigação para a cultura do abacaxizeiro cv. BRS Imperial.
- Avaliar a eficiência de uso de água para uso de cobertura do solo com e sem impedimento de percolação na cultura do abacaxizeiro cv. BRS Imperial.
- Avaliar os componentes do balanço de água no solo (evapotranspiração, transpiração e perdas por percolação) para uso de cobertura do solo com e sem impedimento de percolação.
- Avaliar a distribuição radicular da cultura do abacaxizeiro cv. BRS Imperial utilizando cobertura do solo com e sem impedimento de percolação.

### **3. HIPÓTESES**

- Com a utilização da cobertura do solo e impedimento da percolação ocorrerá um aumento da eficiência da utilização da água pela cultura do abacaxi com redução no dispêndio.
- O uso da cobertura do solo e impedimento da percolação favorece o desenvolvimento e produtividade da cultura do abacaxi.
- A cultura do abacaxizeiro cv. BRS Imperial possui um maior consumo hídrico quando comparado com outras variedades a partir de resultados desse estudo e informações da literatura.

### **4. REVISÃO DE LITERATURA**

#### **4.1 Descrição da cultura**

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* var. *comosus* ((L.) Merrill) é uma planta monocotiledônea, herbácea, perene, família Bromeliaceae. É originada da América do Sul, portanto tropical, sendo considerada uma planta rústica, com características morfológicas, anatômicas e fisiológicas que lhe permitem sobreviver em condições adversas, tem ciclo produtivo que pode variar de 14 a 30 meses, fazendo com que as condições climáticas, a época de plantio, o tipo

e o peso das mudas utilizadas e as práticas culturais adotadas influenciem diretamente na sua produtividade (PONCIANO et al., 2006; REINHARDT et al., 2000). As cultivares de abacaxi mais plantadas no Brasil são Pérola e Smooth Cayenne (MATOS; REINHARDT, 2009).

O abacaxizeiro é uma das frutas mais consumidas no Brasil e no mundo, em 2019, o maior produtor de abacaxi do mundo foi a Costa Rica. As Filipinas ocuparam o segundo lugar, e o Brasil, a terceira colocação (FAO, 2021). O Brasil em 2019 possuía 67.127 ha de área plantada com abacaxizeiro, com rendimento de 24.085 frutos colhidos por hectare. Em termo de área, o Estado do Pará se destaca como o maior produtor brasileiro, com área plantada de 14.032 ha, seguido da Paraíba, com 10.066 ha, Minas Gerais com 5.979 ha e a Bahia na décima terceira posição, com 2.505 ha. Em termo de produtividade, o Distrito federal se destaca, com rendimento médio de 33.000 frutos colhido por hectare, seguido da Paraíba, com 30.510 frutos colhidos por hectare, e Minas Gerais com 29.986 (IBGE, 2019).

#### **4.2 Descrição da cultivar BRS Imperial**

O abacaxi 'BRS Imperial' é um híbrido obtido do cruzamento entre 'Perolera' e 'Smooth Cayenne', desenvolvido pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, com destaque a sua resistência à fusariose e ausência de espinhos nas folhas (CABRAL; MATOS, 2007).

Apresenta frutos de polpa amarela, teores de sólidos solúveis totais elevados e excelente sabor nas análises sensoriais. As características sensoriais e físico-químicas dos frutos são apropriadas tanto para consumo "in natura" quanto para industrialização (CABRAL; MATOS, 2005).

#### **4.3 Metabolismo do abacaxizeiro**

Segundo Reinhardt et al. (2000), o abacaxizeiro é uma bromeliácea que atua com metabolismo CAM (metabolismo ácido da crassuláceas) variável, e que tem sido extensivamente estudado em condições agrícolas devido à sua importância econômica. Esse atua de acordo as condições ambientais como

radiação, temperatura e disponibilidade de água, podendo comportar-se como uma planta tipo C3 ou do tipo CAM. Assim, nas plantas que apresentam este metabolismo tipo CAM, pouca quantidade de água e altas temperaturas noturnas, favorecem a acumulação do ácido. Em condição adequada de água no solo, o metabolismo tipo C3 é favorecido. Portanto, sob irrigação, o abacaxi maximiza o metabolismo C3 e minimizando o metabolismo do tipo CAM.

O abacaxizeiro apresenta características positivas de captação de água, de tal forma que esta cultura consegue capturar água pelas folhas que tem forma de calhas, podendo armazenar a água na hipoderme foliar, além de conduzir toda a água que cai nas folhas para suas raízes somada a baixa transpiração favorecida pela sua morfologia, onde os estômatos se encontram na parte inferior das folhas protegidos por tricomas resulta em maior tolerância a deficiência hídrica (CARVALHO, 1988).

O abacaxizeiro apresenta reduzida taxa de transpiração (0,3 mg a 0,5 mg de água por cm<sup>2</sup> de área foliar/hora), associada à assimilação noturna de gás carbônico (CO<sub>2</sub>), faz com que a planta do abacaxizeiro consuma menos de 100 g de água para cada grama de matéria seca produzida (PY et al., 1984). Associada à baixa transpiração, a entrada de CO<sub>2</sub> no metabolismo do abacaxizeiro fica limitada, provocando redução de assimilados fotossintéticos. Desta forma, o déficit hídrico interfere no crescimento e, por sua vez, na produtividade (SILVA; SILVA, 2006).

#### **4.4 Irrigação do abacaxizeiro**

O setor agrícola é o que mais demanda água doce no planeta, com cerca de 60 % do consumo hídrico a nível mundial. Para tanto as necessidades de um uso mais eficiente dos recursos hídricos, trouxeram para o setor a busca por inovações tecnológicas como, por exemplo, os métodos de determinação da evapotranspiração das culturas, com o objetivo de evitar que sistemas de irrigação sejam conduzidos de forma equivocada, aumentando mais ainda o consumo de água.

Nas áreas agrícolas irrigadas a estimativa da evapotranspiração é uma medida da demanda de água de uma cultura, cujos seus valores são utilizados

no planejamento de uso da água de irrigação (ALLEN et al., 2011; NIAGHI et al., 2013; TABARI et al., 2013). Um dos métodos de se quantificar a demanda de água da cultura é por meio da determinação de sua evapotranspiração, que envolve simultaneamente, a evaporação da água de uma superfície vegetada e a transpiração desta (PEREIRA et. al., 2013; AFANDI; ABDRAÛBO, 2015).

O abacaxizeiro é uma planta com necessidades hídricas relativamente baixas, quando comparada a outras espécies cultivadas. Ele apresenta uma demanda permanente por água, variável ao longo do ciclo e dependente do seu estágio de desenvolvimento (ALMEIDA et al., 2002). Py et al. (1984) afirma que o abacaxizeiro necessita de 1000 mm a 1500 mm de chuvas anuais bem distribuídas.

A irrigação além de permitir colocar frutos no mercado no período de entressafra e exploração de uma segunda safra, aumenta em até 30% a produtividade comparada ao cultivo de sequeiro (SOUZA et al., 2007).

Franco (2010) avaliou o efeito de diferentes lâminas de irrigação por gotejamento no crescimento vegetativo, na produção e qualidade de fruto do abacaxizeiro, cultivar Perola, com diferenciação das lâminas com referência no tanque classe A e verificou que houve efeito positivo das lâminas crescentes de irrigação sobre a diferenciação floral natural e antecipação no período de colheita do fruto, o que resultou no encurtamento do ciclo da planta, sem prejuízo ao peso médio do fruto, nas parcelas submetidas às maiores lâminas d'água. O autor não verificou influência estatística das lâminas na produtividade dos frutos.

Souza et al. (2012) avaliaram o desempenho do abacaxizeiro cultivar Smooth Cayenne quanto à produção e qualidade física de frutos, quando submetido a diferentes lâminas e frequências de reposição de água no solo e não verificaram efeito da lâminas de água na produtividade da cultura, embora a eficiência de uso da água (EUA) foi influenciada pelas lâminas, sendo a correspondente a 50% da evapotranspiração da cultura a de maior EUA.

Souza et al (2009) avaliaram o efeito de diferentes densidades de plantio e de duas lâminas de irrigação, na qualidade de frutos e na produtividade do abacaxizeiro cultivar Smooth Cayenne. Os autores observaram que o rendimento total e maiores produtividade de frutos nas maiores densidades de plantio e não aumentam com o aumento da lâmina de irrigação de 100 para 120% da ETc.

Melo et al. (2006) analisaram volumes de irrigação no desenvolvimento vegetativo, rendimento da fruta e otimização do abacaxizeiro cv. Pérola. Os resultados mostraram que a irrigação contribui de forma positiva no desenvolvimento vegetativo e no rendimento da fruta do abacaxizeiro. O rendimento otimizado correspondeu a lâmina de irrigação próxima de 75% da evaporação do tanque classe A.

#### **4.5 Manejo da irrigação**

A produção agrícola irrigada pode ser considerada como a atividade de maior consumo de água dentre os seus vários usos e a sua escassez se torna cada vez mais preocupante. Neste sentido esforços têm sido empregados para favorecer o aumento da eficiência do uso da água, sem que a produtividade das culturas seja afetada, resguardando assim, a produção de alimentos (SOUZA et al., 2014).

Obter conhecimento da disponibilidade de água no solo e as demandas de água pela planta e atmosfera, e desta forma contabilizar a quantidade de água requerida pela cultura, em determinado período de tempo, de modo a não limitar seu crescimento e sua produção, nas condições climáticas locais, aumenta a eficiência do manejo da água de irrigação (BERNARDO et al., 2006).

Conhecer a necessidade hídrica das culturas, seja para projeto e/ou manejo de irrigação, associados a manejos que viabilizem a produção ecologicamente correta e sustentável de alimentos tem sido uma constante preocupação por diversos setores do processo de produção agrícola (SOUZA et al., 2011; CARVALHO et al., 2011).

#### **4.6 Utilização da cobertura do solo para controle de evaporação**

O crescimento das culturas pode ser influenciado pelas técnicas de manejo do solo. A aplicação de cobertura de plástico envolve a colocação de uma camada desse material sobre o solo em torno da cultura de interesse para modificar o ambiente de crescimento e para melhorar a produtividade das

culturas. A cobertura do solo com filme plástico proporciona vários benefícios como: aumento da precocidade, conservação da umidade, aumento na eficiência do uso da água, regulação da temperatura da zona de raiz, proteção do solo a erosão, reciclagem de nutrientes, aumento da biodiversidade no solo com possível redução de pragas e doenças (COOLONG, 2012; MUÑOZ et al., 2017).

A cobertura pode ser orgânica (palha de culturas como arroz, milho, casca de plantas, serragem) cujo uso depende da disponibilidade do material nas fazendas nas quantidades suficientes para os plantios. A cobertura inorgânica como areia, pedaços de tijolos e polímeros (plásticos) vem sendo muito usada na agricultura. Esses polímeros, normalmente a base de polietileno de baixa densidade pode ser biodegradável ou não; no caso de não biodegradáveis apresentam as dificuldades de reuso ou remoção do campo no final de um ciclo de cultura e por apresentarem tempo de degradação elevado, podendo chegar a 100 anos (BLICK et al., 2010) e, assim, constituir em um problema se não for adequadamente programado seu uso no campo.

Polímeros biodegradáveis podem ser utilizados sem problemas após cultivo, sendo, entretanto, mais caros. Coberturas do solo com mulching plástico são eficazes para reduzir a evaporação, porque eles aumentam a resistência ao fluxo de vapor entre a superfície do solo e a atmosfera. (SAGLAM et al., 2017). De acordo com Liu et al. (2013) a cobertura de plástico reduz a evaporação da água do solo em cerca de 90%, além de aumentar a temperatura do solo.

#### **4.7 Irrigação em solo com cobertura**

A irrigação gera inúmeros benefícios para a produção agrícola, dentre eles o fornecimento de água em quantidade adequada, no momento necessário. Todavia, surge a preocupação com o aumento da escassez dos recursos hídricos em diversas regiões do mundo, e seu uso deve ser racional e sustentável (SOUSA et al., 2011).

Determinadas técnicas de cultivo têm sido utilizadas visando obter melhor qualidade e produtividade, como a cobertura do solo (CAVALCANTE NETO et al., 2010).

Além das vantagens já citadas, a aplicação da cobertura morta no solo pode ser utilizada como uma técnica de manejo capaz de agregar a eficiência do uso da água e, por conseguinte, minimizar os déficits hídricos às culturas (MURGA ORRILLO et al., 2016). A prática de utilização de mulch combinada com a irrigação por gotejamento é considerada uma técnica comum de manejo agrícola praticado na produção comercial de legumes e frutíferas (FILIPOVIĆ et al., 2016).

O uso de cobertura morta associado aos cultivos irrigados gera muitos benefícios, principalmente em fruteiras. Nessas circunstâncias, registra-se manutenção do solo mais úmido, redução das perdas de água implicando em menor lâmina aplicada melhoria da qualidade física, química e biológica do solo contribuindo para a adequada qualidade pós colheita dos frutos (SILVA et al., 2007). Na literatura existe muitos estudos que comprovam que a cobertura morta associada a irrigação, contribui para o aumento na produtividade e redução na aplicação de água para as culturas.

Dantas et al. (2011) avaliando o efeito de quatro lâminas de irrigação e três tipos de filmes de polietileno (branco-preto, prata-preto e preto-preto) na cobertura do solo, comparando com o cultivo sem cobertura, na produção e qualidade dos frutos do meloeiro, conta que a utilização dos filmes de polietileno proporcionou um aumento expressivo na produtividade, e a lâmina padrão de 452 mm foi reduzida em até 28% sem alterar a produção mesmo havendo redução do peso médio dos frutos em 11%;

Carvalho et al. (2018) avaliando a influência de diferentes lâminas de irrigação na produtividade comercial e na qualidade de bulbos de cebola, cultivada com e sem cobertura vegetal morta de capim-elefante no solo, observaram que a lâmina de irrigação associada ao uso da cobertura morta no solo influenciou a produtividade e a qualidade do bulbo da cebola e que a utilização da cobertura morta permitiu a aplicação de menores lâminas de irrigação, proporcionando coeficientes de cultivo inferiores quando comparados ao cultivo sem cobertura do solo.

Antonini et al. (2020) avaliando a influência da irrigação e da cobertura plástica do solo, no desempenho agrônômico de mandioca de mesa, verificaram que a utilização individual das tecnologias de irrigação e de cobertura plástica do solo, proporcionaram aumentos de produtividade de raízes de 55% e 13%,



respectivamente, e quando foram utilizadas em conjunto a produtividade de raízes aumentou 89%.

#### **4.8 Determinação de perdas de água por percolação para cálculo da eficiência de irrigação e de uso de água**

Recentemente, pesquisas têm feito uso da Reflectometria no Domínio do Tempo (TDR) para estimativa do fluxo de água em solos não saturados (SILVA et al., 2009). Neste caso, conhecendo-se os procedimentos necessários ao uso da técnica TDR, pode-se proceder ao cálculo do fluxo de água no solo, sem a necessidade da predeterminação de propriedades hidráulicas, como a curva de retenção, a função condutividade hidráulica do solo não saturado  $K(\theta)$  e a condutividade hidráulica saturada ( $K_s$ ), tornando necessária apenas a calibração do conjunto sonda-TDR para leituras de umidade a partir da constante dielétrica (SANT'ANA et al., 2012). Desta forma, monitorando a umidade em um perfil de solo com dimensões horizontal e vertical, no qual sondas de TDR são distribuídas em pontos do perfil, pode-se determinar o fluxo de água no solo por meio da variação de armazenagem de água em curtos intervalos de tempo, conforme Silva et al. (2009).

### **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- AFANDI, G. E.; ABDRAHMO, M. Evaluation of reference evapotranspiration equation under current climate conditions of Egypt. **Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology**, v. 3, n.10, p. 819-825, 2015.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; HOWELL, T. A.; JENSEN, M. E. Evapotranspiration information reporting: II. Recommended documentation. **Agricultural Water Management**, v. 98, n. 6, p.921-929, 2011.
- ALMEIDA, O.A.; SOUZA, L. F. S.; REINHARDT, D. H.; CALDAS, R. C. Influência da irrigação no ciclo do abacaxizeiro cv. Pérola em área de Tabuleiro Costeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 2, p. 431- 435, 2002.
- ALMEIDA, O. A.; SOUZA, L. F. S. Irrigação e fertirrigação na cultura do abacaxi. In: SOUSA, V. F; MAROUELLI, W. A; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2011. Cap. 11, p. 24-771.
- ANTONINI, J. C. A.; VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; MACENA, F. A.; NAUDIN, K.; MALAQUIAS, J. V. Desempenho agrônômico de mandioca de mesa manejada

com irrigação e uso de cobertura plástica do solo. **Colloquium Agrariae**, v. 16, n. 6, p. 47-55, 2020.

ARAÚJO NETO, R. A.; SARMENTO, P. L.; FERREIRA JÚNIOR, R. A.; SILVA, M. B. P.; ROCHA, A. E. Q.; TEODORO, I. Desempenho de um sistema de irrigação por gotejamento em cana-de-açúcar. **Ciência Agrícola**, v. 13, n. 1, p. 15-18, 2015.

BAIDHE, E.; KIGOZI, J.; MUKISA, I.; MUYANJA, C.; NAMUBIRU, L.; KITARIKAWA, B. Unearthing the potential of solid waste generated along the pineapple drying process line in Uganda: a review. **Environmental Challenges**, v. 2, p. 100012, 2021.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8a ed atualizada e ampliada. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária. 2006. 613p.

BLICK, A.; GROSSMANN, M.; YAMASHITA, F. Biodegradable mulch films for strawberry production. **Polymer Testing**, v. 29, n. 4, p. 471-476, 2017.

CABRAL, J. R. S.; MATOS, A. P. **Desenvolvimento de híbridos de abacaxi resistentes à fusariose**. Cruz das Almas, BA: Embrapa-CNPMPF, 4p. 2005. (Comunicado Técnico, 88).

CABRAL, J. R. S.; MATOS, A. P. 'Imperial', a new pineapple cultivar resistant to fusariosis. **Acta Horticulturae**, v. 822, p. 47-50, 2007.

CARVALHO, A. M. Irrigação no abacaxizeiro. **Informe Agropecuário**, v. 19, n. 195, p. 58-61. 1988.

CARVALHO, L. G.; RIOS, G. F. A.; MIRANDA, W. L.; CASTRO NETO, P. Evapotranspiração de referência: uma abordagem atual de diferentes métodos de estimativa. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 3, p. 456-465, 2011.

CARVALHO, D. F.; RIBEIRO, E. C.; GOMES, D. P. Marketable yield of onion under different irrigation depths, with and without mulch. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 2, p. 107-112, 2018.

COELHO, E. F.; QUEIROZ, L. A.; SANTOS, L. F. B.; PÁDUA, T. R. P.; SANTOS, V. T.; **Modelos paramétricos para estimativa da área foliar do abacaxizeiro**. XXIV Congresso Brasileiro de Fruticultura. Fruteiras nativas e Sustentabilidade. São Luiz – Maranhão. 2016.

COOLONG, T. **Mulches for Weed Management** *Mulches for Weed Management, Weed Control*, Dr. Andrew Price (Ed.), 2012.

DANTAS, D. C.; MEDEIROS, J. F.; GUIMARÃES, F. A. Produção e qualidade do meloeiro cultivado com filmes plásticos em respostas à lâmina de irrigação **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 3, p. 652-661, 2011.

FAO, 2013. **FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS**. Disponível em: < [http://faostat3.fao.org/browse/Q/\\*E](http://faostat3.fao.org/browse/Q/*E) >. Acesso em: 04 de abril de 2019.

FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. **FAOSTAT**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. Acesso em: 11/03/2021.

FILIPOVIĆ, V.; ROMIĆ, D.; ROMIĆ, M. Plastic mulch and nitrogen fertigation in growing vegetables modify soil temperature, water and nitrate dynamics: experimental results and a modeling study. **Agricultural Water Management**, v. 176, n. 1, p. 100-110, 2016.

FRANCO, L. R. L. **Crescimento e produção do abacaxizeiro Perola sob diferentes lâminas de irrigação por gotejamento**. Montes Claros: UNIMOBTES, dissertação de mestrado, p. 60, 2010.

FRANCO, L. R. L.; MAIA, V. M.; LOPES, O. P.; FRANCO, W. T. N.; SANTOS, S. R. Crescimento, produção e qualidade do abacaxizeiro “pérola” sob diferentes lâminas de irrigação. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 2, p. 132–140, 2014.

HOSSAIN, F. World pineapple production: an overview. **African Journal Of Food, Agriculture, Nutrition And Development**, v. 16, n. 4, p. 11443-11456, 2016.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal 2019**. 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>. Acesso em: 04 de Abril de 2021.

KÜSTER, I. S.; ALEXANDRE, R. S.; ARANTES, S. D.; SCHMILDT, E. R.; ARANTES, L. O.; BONONO, R.; KLEM, D. L. B. Influência da época de plantio e indução floral na qualidade de frutos de abacaxi ‘Vitória’. **Revista Ifes Ciência**, v. 3, n. 2, p. 29-53, 2017.

LIU, C. H.; LIU, Y.; YI, G. J.; ZHONG, Y. BJIANG, E. Efeitos da cobertura do filme plástico em vários índices fisiológicos de plantas de abacaxi. **Chinese J. Trop. Colheitas**, v. 29, n. 5, p. 546-550, 2008.

LIU, M., YANG, J., LI, X., YU, M., WANG, J. Numerical simulation of soil waterdynamics in a drip irrigated cotton field under plastic mulch. **Pedosphere**, v. 23, p.620 - 635, 2013.

MATOS, A. P.; REINHARDT, D. H. R. C. Pineapple in Brazil: Characteristics, research and perspectives. **Acta Horticulturae**, v. 822, p. 25-36, 2009.

MELO, A. S.; AGUIAR NETTO, A. O.; DANTAS NETO, J.; BRITO, M. E. B.; VIEGAS, P. R. A.; MAGALHÃES, L. T. S.; FERNANDES, P. D. Desenvolvimento vegetativo, rendimento da fruta e otimização do abacaxizeiro cv. Perola em diferentes níveis de irrigação. **Ciência Rural**, v.36, n.1, p.93-98. 2006.

MUÑOZ, K.; BUCHMANN, C.; MEYER, M.; SCHMIDT-HEYDT, M.; STEINMETZ, Z.; DIEHL, D.; THIELE-BRUHN, S.; SCHAUMANN, G.E. Physicochemical and microbial soil quality indicators as affected by the agricultural management system in strawberry cultivation using straw or black polyethylene mulching. **Applied Soil Ecology**, v.113, p. 36-44, 2017.

MURGA ORRILLO, H.; ARAÚJO, W. F.; RODRIGUEZ, C. A.; LOZANO, R. M. B.; SAKAZAKI, R. T.; VARGAS, A. R. P. Influência da cobertura morta na evapotranspiração, coeficiente de cultivo e eficiência de uso de água do milho cultivado em cerrado. **Irriga**. v. 21, n. 2, p. 352. 2016.

CAVALCANTE NETO, J. G. C.; MEDEIROS, D. C.; MARQUES, L. F.; NUNES, G. H. S.; VALE, L. S. Cultivo do coentro com e sem cobertura do solo em diferentes espaçamentos. **Revista Engenharia Ambiental**, v. 7, p. 106 - 112. 2010.

NIAGHI, A. R.; MAJNOONI-HERIS, A.; HAGHI, D. Z.; MAHTABI, G. Evaluate several potential evapotranspiration methods for regional use in Tabriz, Iran. **Journal of Applied Environmental and Biological Sciences**, v. 3, n. 6, p. 31-41, 2013.

PEREIRA, A. R.; SEDYMA, G. C.; VILLA NOVA, N. A. **Evapotranspiração**. Campinas: FUNDAG, 2013. 323p.

PONCIANO, N. J.; CONSTANTINO, C. O. R.; SOUZA, P. M. de; DETMANN, E. Avaliação econômica da produção de abacaxi (*Ananas comosus* L.) cultivar Pérola na região Norte Fluminense. **Revista Caatinga**, v.19, p.82-91, 2006.

PY, C.; LACOEILHE, J.J.; TEISSON, C. **L'ananas, saculture, ses produits**. Paris: Maisonneuve e Larose et ACCT, 562p., 1984.

REINHARDT, D. H.; SOUZA, L.F.S., CABRAL, J.R.S. (ed.) Abacaxi produção. Brasília: Embrapa Comunicação para transferência tecnológica, p. 9. (frutas do brasil, 7). 2000.

RUFINI, J. C. M.; FAGUNDES, M. C. P.; BORGES JUNIOR, J. C. F.; ALENCAR, C. A. B.; MOURA, M. M.; MAGALHÃES, D. S. Crescimento vegetativo, rendimento e qualidade de frutos de abacaxizeiro em lâminas de irrigação. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 18, n. 3, p. 289-296, 2019.

SAGLAM, M.; SINTIMA, Y. H.; BARYA, A.I.; MILESD, C. A.; GHIMIRED, S.; INGLISE, D. A.; FLURY, M. Modeling the effect of biodegradable paper and plastic mulch on soilmoisture dynamics. **Agricultural Water Management**, v.193, p. 240 - 250, 2017.

SANT'ANA, J. A. V.; COELHO, E. F.; FARIA, M. A, SILVA, E. L.; DONATO, S. L. R. Distribuição de raízes de bananeira Prata- Anã no segundo ciclo de produção sob três sistemas de irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 1, p. 124-132, 2012.

SILVA, J. C. G.; CHAVES, M. A.; SÃO JOSÉ, A. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; ALVES, J. T. A. A influência da cobertura morta sobre características física e química de frutos da pinha (*Annona squamosa* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, p. 287-291. 2007.

SILVA, A. J. P.; COELHO, E. F.; MIRANDA, J. H.; WORKMAN, S. R. Estimating water application efficiency by using TDR on drip irrigated. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 730-737, 2009.

SILVA, C. A.; SILVA, C. J. Irrigação na cultura do abacaxizeiro. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 9, n. 9, p. 1-15. 2006.

SOUZA, C. B.; SILVA, B. B.; AZEVEDO, P. V. Crescimento e rendimento do abacaxizeiro nas condições climáticas dos Tabuleiros Costeiros do Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, p.134 - 141, 2007.

SOUZA, O. P. S.; TEODORO, R.E.F.; MELO, B.; TORRES, J.L.R. Qualidade do fruto e produtividade do abacaxizeiro em diferentes densidades de plantio e lâminas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n. 5, p. 471 - 477, 2009.

SOUZA, A. P.; PEREIRA, J. B. A.; SILVA, L. D. B.; GUERRA, J. G. M.; CARVALHO, D. F. Evapotranspiração, coeficientes de cultivo e eficiência do uso da água da cultura do pimentão em diferentes sistemas de cultivo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, n. 1, p. 15-22, 2011.

SOUZA, O. P. S.; ZANINI, J. R.; TORRES, J.L.R.; SOUZA, A.C.B.; CAMPOS, E. L. Produção e qualidade física dos frutos do abacaxi sob diferentes lâminas e frequências de irrigação. **Irriga**, v. 17, n. 4, p. 534 - 546, 2012.

SOUZA, A. P.; SILVA, A. C.; LEONEL, S.; SOUZA, M. E.; TANAKA, A. A. Evapotranspiração e eficiência do uso da água no primeiro ciclo produtivo da figueira 'roxo de valinhos' submetida a cobertura morta. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 4, p. 1127-1138. 2014.

SOUSA, V. F. de; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (Ed.). Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 769p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2017. 230p.

TABARI, H.; GRISMER, M. E.; TRAJKOVIC, S. Comparative analysis of 31 reference evapotranspiration methods under humid conditions. **Irrigation Science**, v. 31, n. 2, p. 107-117, 2013.

WANG, J.; DU, G.; TIAN, J.; JIANG, C.; ZHANG, Y.; ZHANG, W. Mulched drip irrigation increases cotton yield and water use efficiency via improving fine root plasticity. **Agricultural Water Management**, v. 255, p. 106992, 2021.

**CAPÍTULO I- DISTRIBUIÇÃO RADICULAR DO ABACAXIZEIRO CV. BRS  
IMPERIAL SOB TÉCNICA DE REDUÇÃO DE DISPÊNDIO DE ÁGUA**

## **DISTRIBUIÇÃO RADICULAR DO ABACAXIZEIRO CV. BRS IMPERIAL SOB TÉCNICA DE REDUÇÃO DE DISPÊNDIO DE ÁGUA**

### **RESUMO**

Para que se possa adotar estratégias que visem o uso eficiente da água é importante o conhecimento da profundidade do sistema radicular das culturas agrícolas. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi determinar o efeito da utilização do mulching plástico como estratégia de controle da evaporação e percolação na distribuição de raízes em solo cultivado com o abacaxizeiro cv. BRS Imperial. O experimento foi desenvolvido no município de Cruz das Almas – BA, nas dependências da Embrapa Mandioca e Fruticultura – EMBRAPA. Foi utilizado o abacaxizeiro cv. BRS Imperial, utilizando mudas do tipo filhote. O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento. O delineamento experimental foi planejado em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas 5 x 4 x 4, estando na parcela cinco diferentes dias após o plantio (90, 180, 270, 360 e 450 DAP), na subparcela 4 tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos envolveram solo com (CC) e sem (SC) cobertura e impedimento de percolação (com-CI ou sem-SI). Um filme plástico (mulching agrícola biodegradável) serviu tanto para cobertura do solo como para impedimento a percolação. As variáveis analisadas neste estudo foram, peso seco das raízes, taxa de crescimento relativo das raízes (TCR), taxa de crescimento absoluto de raízes (TCA) e distribuição do comprimento e da densidade de comprimento das raízes em profundidades e distâncias. Os tratamentos com cobertura do solo (CC – CI, CC – SI) conferiram um maior acúmulo de massa seca de raízes em relação aos tratamentos sem cobertura do solo SC- CI e SC – SI. O abacaxizeiro apresenta maior predominância do sistema radicular próximo à superfície do solo, como maior concentração de raízes no talo.

**Palavras – Chave:** Cobertura do solo, Percolação, Mulching, Crescimento de raízes.

## ABSTRACT

In order to adopt strategies aimed at the efficient use of water, it is important to have root knowledge of agricultural crops. In this sense, the objective of this work is to determine the effect of using plastic mulching as a strategy to control evaporation and percolation on root distribution in soil cultivated with pineapple cv. BRS Imperial. The experiment was carried out in the city of Cruz das Almas – BA, in the dependencies of Embrapa Cassava e Fruticultura – EMBRAPA. Pineapple cv. BRS Imperial, using baby seedlings. The irrigation system used was drip irrigation. The experimental design was planned in randomized blocks in a 5 x 4 x 4 split plot scheme, with five different days after planting in the plot (90, 180, 270, 360 and 450 DAP), in the subplot 4 treatments and four replications. The treatments involved soil with (CC) and without (SC) cover and percolation impediment (with-CI or without-SI). A plastic film (biodegradable agricultural mulching) served both to cover the ground and to prevent percolation. The variables analyzed in this study were root dry weight, relative root growth rate (TCR), absolute root growth rate (TCA) and distribution of length and root length density in depths and distances. The treatments with soil cover (CC – CI), (CC – SI) provided a greater accumulation of dry mass of roots compared to treatments without soil cover SC-CI and SC – SI. Pineapple has a greater predominance of the root system close to the soil surface, as a higher concentration of roots in the stalk.

**Key Words:** Soil cover, Percolation, Mulching, Root growth.



## 1. INTRODUÇÃO

O abacaxi (*Ananas comosus* var. *comosus* ((L.) Merrill) é uma planta monocotiledônea, herbácea, da família Bromeliaceae. A planta produz uma infrutescência que, quando madura, possui aroma agradável, sabor levemente ácido e adocicado (CUNHA et al., 1999). O consumo da fruta pode trazer benefícios a saúde humana, em função da riqueza em vitaminas, sais minerais e outras substâncias de interesse terapêutico (ALI et al., 2020).

Em termos econômicos, o cultivo do abacaxizeiro também é uma boa opção, pois ocorre alta demanda interna e externa pela fruta. Nesse mercado, o Brasil, é o terceiro maior produtor de abacaxi do Mundo (HOSSAIN, 2016; FAOSTAT, 2018; BAIDHE et al., 2021).

O cultivo do abacaxizeiro, também é uma boa opção em termos de uso eficiente da água, pois a espécie apresenta necessidades hídricas relativamente baixas, em função de uma série de características morfofisiológicas e metabólicas, com uma pegada hídrica baixa, quando comparada a outras culturas frutícolas comumente exportadas por fruticultores brasileiros (CARR, 2012; MARTINS et al. 2021).

Entretanto, apesar de requerer um volume de água relativamente baixo, é necessário que ocorra oferta hídrica adequada durante o desenvolvimento do pomar para que as plantas de abacaxizeiro produzam frutas comercializáveis (FRANCO et al., 2014; RUFINI et al., 2019; SILVA et al., 2020). Nesse sentido, o uso da irrigação tem aumentado consideravelmente pelos fruticultores, que visam obter produção na entressafra e ter uma produção maior, com frutas de melhor qualidade (ALMEIDA E SOUZA, 2011; CARR, 2012).

Infelizmente, a disponibilidade de recursos hídricos para irrigação tem se tornado um fator cada vez mais limitante em função da disputa constante da agricultura com outros setores produtivos, como avaliado por Christofidis, (2013). Além disso, é de extrema importância o conhecimento do crescimento e distribuição do sistema radicular do abacaxizeiro para dimensionamento de projeto e manejo da irrigação, além disso, a importância do conhecimento da distribuição das raízes com uso do mulch, sendo a disponibilidade de informações sobre raízes de abacaxizeiros escassa.

Nesse cenário, a procura por estratégias que melhorem a eficiência no uso da água tem recebido maior destaque com a popularização do tema e agravamento do problema da escassez hídrica. O uso de mulching plástico, é uma dessas estratégias (MEMOM et al., 2017).

O material plástico, biodegradável, pode ser usado como cobertura do solo e ajudar a atenuar as perdas de água por evaporação direta ou, também, como material de impedimento a percolação, sendo posicionado, abaixo do volume de solo ocupado pelo sistema radicular das plantas, atuando, também, como um tipo de barragem subterrânea.

Uma dúvida sobre o uso do mulching plástico são os efeitos que seu uso pode ter sobre o sistema radicular do abacaxizeiro. Conhecer esses efeitos é importante para aperfeiçoar práticas como posicionamento de sensores de umidade e solução do solo, usados no manejo da irrigação e fertirrigação, que vem ganhando cada vez mais espaço no cultivo do abacaxizeiro (MONTEIRO et al., 2011, BONOMO et al., 2020, SILVA et al., 2021).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi determinar o efeito da utilização do mulching plástico como cobertura e também como material de impedimento de percolação na distribuição de raízes do abacaxizeiro cv. BRS Imperial.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Descrição da área experimental**

O experimento foi desenvolvido no município de Cruz das Almas – BA, nas dependências da Embrapa Mandioca e Fruticultura – EMBRAPA. O clima local é tropical quente úmido, tipo Aw a Am conforme a classificação de Köppen, com coordenadas geográficas: latitude 12°40'12" S, longitude 39°06'07" W e altitude de 220 m, com médias anuais de precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa de 1.131,17 mm, 24,5 °C e 80%, respectivamente (REZENDE, 2004; GUIMARÃES et al., 2017).

Antes da implantação do experimento, foram coletadas amostras indeformadas para análise dos atributos físicos e deformadas para análise química do solo da área experimental. Em seguida, essas amostras foram

levadas ao laboratório de Física do Solo e do Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas, da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, onde foram determinados os atributos físicos e químicos do solo, que podem ser vistos nas Tabela 1 e Tabela 2.

**Tabela 1.** Atributos físicos do solo da área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas - BA.

Composição granulométrica (g kg <sup>-1</sup> )								
Areia muito grossa	Areia grossa	Areia média	Areia fina	Areia muito fina	Areia total	Silte	Argila	Classificação Textural
27	197	251	243	15	733	94	173	Franco arenoso
Porosidade (%)								Densidade do solo (g.cm <sup>-3</sup> )
Macro			Micro			Total		
11,98			19,12			31,10		1,55
Retenção de água (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )								
0,01 MPa	0,033 MPa	0,1 MPa	0,3 MPa	1,5 MPa	Água disponível			
0,164	0,143	0,135	0,124	0,113	0,051			

**Tabela 2.** Atributos químicos do solo antes do plantio na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas - BA.

Profundidade (m)	pH (água)	<sup>2</sup> P (mg dm <sup>-3</sup> )	<sup>2</sup> K	<sup>3</sup> Ca	<sup>3</sup> Mg	<sup>3</sup> Al	<sup>2</sup> Na	H+Al	SB	CTC	V (%)	MO (g kg <sup>-1</sup> )
(cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )												
(0 - 20 cm)	7,1	49	0,51	2,06	1,01	0	0,03	0	3,62	3,62	100	15

SB = soma de bases trocáveis; CTC = capacidade de troca de cátions; V = saturação por bases e MO = matéria orgânica. <sup>2</sup>Extração por Mehlich<sup>-1</sup>; <sup>3</sup>Extração com KCl 1M; <sup>4</sup>Método de Walkley e Black modificado.

## 2.2 Implantação do experimento e coleta de dados

Foi utilizado o abacaxizeiro cv. BRS Imperial, utilizando mudas do tipo filhote, que foram plantados com o espaçamento de 0,9 m x 0,4 m x 0,4 m, o qual corresponde a uma densidade de plantio de 38460 plantas por hectare.

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento utilizando fita gotejadoras com gotejadores in-line com vazão de 1,6 L.h<sup>-1</sup> espaçados entre si por 0,30 m, sendo utilizado uma linha lateral para cada canteiro, ou seja, uma

linha lateral para cada duas fileiras de plantas, com os tratamentos diferenciados por registros no cabeçal de controle.

Para a reposição de água ao solo as lâminas de irrigação foram calculadas de modo a repor a umidade à capacidade de campo do solo conforme a média da umidade antes da irrigação nas segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira, com o auxílio do equipamento da TDR – Reflectometria no Domínio do Tempo, antes da irrigação.

Foram instaladas sondas de TDR entre a planta e o gotejador a 0,10 m desse na profundidade de 0,15 m (de comprimento de haste de 0,10 m e comprimento de cabo de 1,5m), considerando a profundidade do sistema radicular efetiva da fruteira do abacaxizeiro entre 0,10 m e 0,20 m. Sendo instalados dois sensores para cada subparcela em quatro repetições, a partir dos resultados obtidos, calculava-se a média das 8 sondas sendo inseridas duas em cada parcela, para, então, se calcular a umidade volumétrica, utilizando a equação de calibração para a sonda com cabo de 1,5 m de comprimento, conforme equação (1)

$$\theta = 0,000008ka^3 - 0,0006ka^2 + 0,025ka - 0,1551, R^2 = 0,9963 \quad (1)$$

Em que:

$\theta$  = Umidade volumétrica ( $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ )

Ka = Constante dielétrica do solo

Caso esses valores fossem inferiores a capacidade de campo, que foi definida como a retenção de água no solo a 0,01 MPa, conforme Tabela 1, calculava-se a lâmina de irrigação a ser aplicada naquele dia, através da equação 2

$$L_I = (\theta_{CC} - \theta_{Atual}) * Z * PAm * 10 \quad (2)$$

Em que:

$L_I$  = Lâmina de irrigação (mm)

$\theta_{CC}$  = Umidade volumétrica na capacidade de campo ( $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$ )

$\theta_{Atual}$  = Umidade volumétrica atual ( $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$ )

Z = Profundidade do sistema radicular (cm)

Pam = percentual de área molhada = 1

Á água disponível no solo para cada tratamento foi então determinada pela equação 3.

$$AD = \left( \frac{\theta_{\text{atual}} - \theta_{\text{cc}}}{\theta_{\text{cc}} - \theta_{\text{PMP}}} \right) \times 100 \quad (3)$$

Em que:

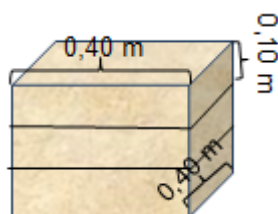
AD = Água Disponível (%)

$\theta_{\text{atual}}$  = Umidade Atual Média Lida Antes da Irrigação ( $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ );

$\theta_{\text{cc}}$  = Umidade na Capacidade de Campo ( $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ );

$\theta_{\text{PMP}}$  = Umidade no Ponto de Murcha Permanente ( $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ );

A coleta do sistema radicular da cultura foi realizada a partir dos 90 dias após o plantio (DAP), seguido de coletas a cada 90 dias até o período de enchimento de frutos, próximo a colheita. As coletas de raízes foram realizadas juntamente com a coleta das plantas para avaliação das variáveis de crescimento. As raízes que circundam o talo foram identificadas e separadas das raízes que se ramificam no solo, sendo estas coletadas nas profundidades de 0 – 0,10; 0,10 – 0,20 e 0,20 – 0,30 m, sendo feita uma coleta para cada profundidade considerando 0,20 m de distância da planta ao gotejador, da planta a outra na fileira e da planta até a borda do canteiro, fazendo uma área de coleta de 0,40 m x 0,40 m e um volume de solo coletado de 0,016 m<sup>3</sup> (Figura 1). Estas distâncias foram determinadas considerando o espaçamento de cultivo.



**Figura 1.** Coleta de amostras das raízes das plantas de abacaxizeiro

As amostras contendo solo e raízes foram identificadas, levadas ao Setor de Irrigação da Embrapa Mandioca e Fruticultura, posteriormente lavadas e separadas do solo. O material foi colocado para secar em estufa de circulação de ar forçado a 65 °C até atingir peso constante sendo determinada a massa seca da raiz (MSR). As aferições da massa seca das raízes em cada profundidade foram efetuadas com auxílio de uma balança de precisão (0,01 g) a cada 90 dias ao longo de crescimento da cultura, ou seja, até a indução floral.

### 2.3 Delineamento experimental

Para a classificação da distribuição de raízes do abacaxizeiro foram adotadas diferentes metodologias. Para a avaliação das variáveis de crescimento, peso seco de raízes, percentual de raízes, Taxa de Crescimento absoluto (TCA) e Taxa de crescimento relativo (TCR) em função dos diferentes tratamentos, o delineamento experimental utilizado foi planejado em blocos casualizados com esquema de parcelas subdivididas 5 x 4, ficando na parcela diferentes dias após o plantio (90, 180, 270, 360 e 450 DAP), na subparcela quatro tratamentos com quatro repetições Os tratamentos (T1 = CC – CI, T2 = SC – CI, T3 = CC – SI, T4 = SC – SI) envolveram solo com (CC) e sem (SC) cobertura e impedimento de percolação (com - CI ou sem - SI). Um filme plástico (mulching agrícola biodegradável) foi usado tanto para cobertura do solo como para impedimento de percolação Figura 2



**Figura 2.** Instalação do mulching para impedimento de percolação a 0,20 m de profundidade do nível do solo com canteiros de 0,90 de largura (a) e instalação

de mulching para controle de evaporação em canteiros com altura acima do nível do solo de 0,20m (b) para plantio do abacaxizeiro cv. BRs Imperial.

Com o objetivo de determinar o crescimento das raízes ao longo do ciclo em função de diferentes profundidades, adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições em esquema de parcela subsubdividida 5 x 4 x 4. A parcela correspondeu aos diferentes dias após o plantio (90, 180, 270, 360 e 450 DAP), as subparcela aos quatro tratamentos (T1 = CC – SI, T2 = SC – CI, T3 = CC – SC, T4 = SC – SI) e as subsubparcelas as quatro diferentes profundidades (No talo; 0 – 0,10; 0,10 – 0,20 e 0,20 – 0,30 m.

Na fase de floração, as raízes foram coletadas com o intuito de determinar o comprimento e densidade de comprimento das raízes, utilizando o delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições em esquema de parcela subsubdividida 4 x 3 x 3, estando na parcela quatro tratamentos, na subparcela três direções radiais em relação a planta (Planta – Gotejo, Planta – borda do canteiro e Planta – Planta) e na subsubparcela as três diferentes profundidades (0 – 0,10, 0,10 – 0,20 e 0,20 – 0,30 m). Ainda na fase de floração o delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições em esquema de parcela subsubdividida 4 x 3 x 2 com quatro repetições estando na parcela os quatro tratamentos, na subparcela as três direções radiais da planta (Planta – Gotejo, Planta – Rua e Planta – Planta) e na subsubparcela as duas distâncias laterais da planta (0 – 0,10 e 0,10 – 0,20 m) com quatro repetições.

As médias das variáveis dependentes obtidas em função dos tratamentos foram comparadas mediante aplicação do teste de Tukey (5% de probabilidade) e análise de regressão, utilizando-se o software Sisvar (FERREIRA, 2019).

## **2.4 Análise de crescimento das raízes da cultura**

Com os dados de massa seca total (MSR) foi calculado a taxa de crescimento absoluto (TCA) e a taxa de crescimento relativa (TCR) de acordo a PEIXOTO et al. (2011). Equação 4

$$TCA = \frac{W2-W1}{T2-T1} \quad (4)$$

em que, TCA é dado em  $\text{g dia}^{-1}$ ,  $W1 - W2$  é a variação da massa da matéria seca em duas amostras consecutivas tomadas nos tempos  $T1$  e  $T2$ . Equação 5

$$TCR = \frac{\ln W2 - \ln W1}{t2 - T1} \quad (5)$$

Em que:

TCR é dado em  $\text{g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ;

Ln = Logaritmo neperiano.

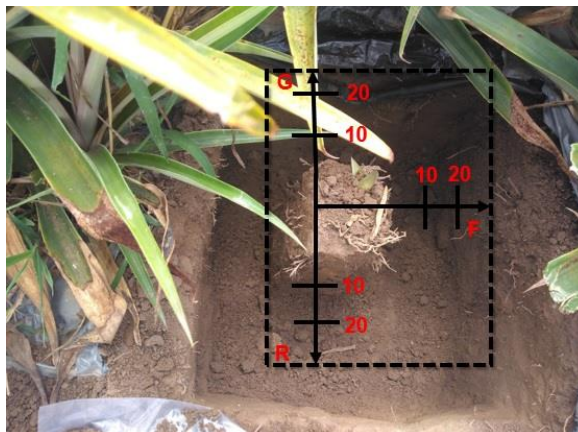
## 2.5 Avaliação do sistema radicular na produção

O sistema radicular do abacaxizeiro foi avaliado na fase de enchimento de fruto, período este de máximo desenvolvimento radicular. As amostras foram obtidas através de abertura de trincheiras, com 0,8 m de comprimento e profundidade de 0,4 m, da direção gotejador ao centro da rua.

As amostras de raízes foram coletadas com dimensões de 0,10 x 0,10 x 0,10 m, correspondendo a um volume de  $0,001 \text{ m}^3$  de solo nas distâncias 0,00; 0,10; 0,20 m; da planta em direção ao gotejador (G), planta - rua (R) e planta - planta (F) e as profundidades de 0,10, 0,20, 0,30, e 0,40 m (Figura 3).

Logo após a coleta, as amostras foram então lavadas com água comum para serem separadas do solo, depois de separadas e acondicionadas em sacolas plásticas com solução de álcool diluído em 50% de água destilada para posterior armazenamento na geladeira, a uma temperatura de  $5^\circ\text{C}$  (KASPAR; EWING, 1997).





**Figura 3.** Perfil de coleta das raízes da planta - gotejo (G), planta – planta (F) e planta – Rua (R) do abacaxizeiro cv. BRs imperial, Cruz das Almas – BA.

As amostras das raízes foram retiradas do armazenamento e colocadas para secagem natural em folhas de papel toalha. Logo após foi realizado uma separação de possíveis sujeiras como folhas, raízes de outras culturas, sendo em seguida as raízes separadas em função dos diâmetros e tamanhos e dispostas sobre as folhas de transparência sendo digitalizadas em arquivos TIFF (Tagged Image File Format), usando “scanner” de resolução 600 dpi, escala de 100% e brilho entre 115 e 145 (KASPAR; EWING, 1997; COELHO et al., 1999). Os arquivos digitalizados foram processados pelo software Rootedge (KASPAR; EWING, 1997) para a determinação das características geométricas: área, comprimento total e diâmetro das raízes.

Os dados de comprimento total de raízes ( $L_r$ ), foram utilizados para determinação da densidade de comprimento de raízes ( $DCr$ ), através do comprimento de todas as frações de raízes e o volume de solo da amostra ( $V$ ), conforme Sant’ana Junior et al. (2012).

$$DCr = \frac{L_r}{V} \quad (6)$$

Em que:

$DCr$  = Densidade de comprimento de raízes, ( $\text{cm cm}^{-3}$ );

$L_r$  = comprimento total de raízes (cm);

$V$  = Volume de solo da amostra, ( $\text{cm}^{-3}$ ).

A razão entre esse comprimento total de raízes em cada distância e profundidade e o comprimento total das raízes de todas as posições do perfil resultou na percentagem do comprimento de raízes para cada posição (distância e profundidade). Consideraram-se como profundidade e distância efetiva as regiões onde se concentraram 80% do comprimento total de raízes, conforme sugeriram Kanber et al. (1996).

Os possíveis efeitos dos tratamentos sobre as variáveis comprimento total, densidade de comprimento de raízes, profundidade efetiva do comprimento radicular e distância efetiva, foram avaliados estatisticamente mediante análise de variância (teste F). As médias dos tratamentos e os desdobramentos de suas interações, foram comparadas pelo teste Tukey (FERREIRA, 2019).

Gráficos de isolinhas da distribuição de DCR no perfil, por meio das médias dos tratamentos foram gerados com auxílio do software Surfer 7.0. Modelos de regressão do comprimento total, percentual de comprimento total e percentual de comprimento total de raiz acumulada como função da distância planta-gotejador e da profundidade do solo foram avaliados.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Crescimento radicular**

A produção de fitomassa das raízes, caracterizada pela massa seca das raízes do abacaxizeiro cultivar BRS Imperial foi influenciada ( $p < 0,05$ ) pela utilização do mulch como cobertura e impedimento de percolação do solo, (Tabela 3). A utilização do mulch e os dias decorridos do plantio apresentaram efeito significativo ( $p < 0,05$ ) quando avaliados de forma isolada em relação as variáveis peso seco de raízes, Taxa de Crescimento absoluto e Taxa de crescimento relativo. Já a interação entre os fatores avaliados Tratamentos x Dias após o plantio não apresentou influência significativa em nenhuma variável ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 3.** Médias do peso seco de raízes médio ao longo do tempo, taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo do abacaxizeiro cv. BRS Imperial para os diferentes tratamentos.

Variável	Unidade	Tratamentos			
		CC-CI	CC-SI	SC-CI	SC-SI
Peso seco de raízes	g	30,24 a	28,20 ab	20,80a b	18,96 c
Taxa de Crescimento absoluto	g dia <sup>-1</sup>	0,092 a	0,089 ab	0,060 c	0,064 bc
Taxa de crescimento relativo	g g <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	0,0466 a	0,468 a	0,0446 a	0,0447 a

Médias seguidas de mesmas letras na linha não diferem significativamente a 5% de probabilidade.

No que se refere ao maior acúmulo de massa seca das raízes, é possível observar que os tratamentos com cobertura do solo e com impedimento de percolação (CC – CI) e o tratamento com cobertura do solo e sem impedimento de percolação (CC – SI) apresentaram valores próximos, e alcançaram um maior acúmulo de massa seca de raízes em relação aos tratamentos sem cobertura do solo e com impedimento de percolação (SC – CI) e sem cobertura do solo e sem impedimento de percolação (SC - SI) como pode ser visto na Tabela 3.

Conforme Malézieux (1993), o acúmulo de matéria seca pelo abacaxizeiro está diretamente relacionado com o índice de área foliar e a capacidade das folhas de manterem a atividade fotossintética por maior período. Então, essa diferença entre os tratamentos podem ser explicadas pelo fato de que o uso da cobertura plástica promover um equilíbrio da temperatura do solo e uma conservação da umidade do mesmo, por reduzir a perda de água por evaporação (MONTEIRO, 2011). Isso contribuiu para que as plantas possivelmente elevassem sua taxa fotossintética e, conseqüentemente, aumentassem a produção de matéria seca das raízes. O que pode ser comprovado pela Tabela 4, que ao longo de todo ciclo em diferentes dias após o plantio, houve uma manutenção de maiores teores de água disponível no solo para os tratamentos com cobertura do solo quando comparados aos apresentados nos tratamentos sem cobertura do solo.

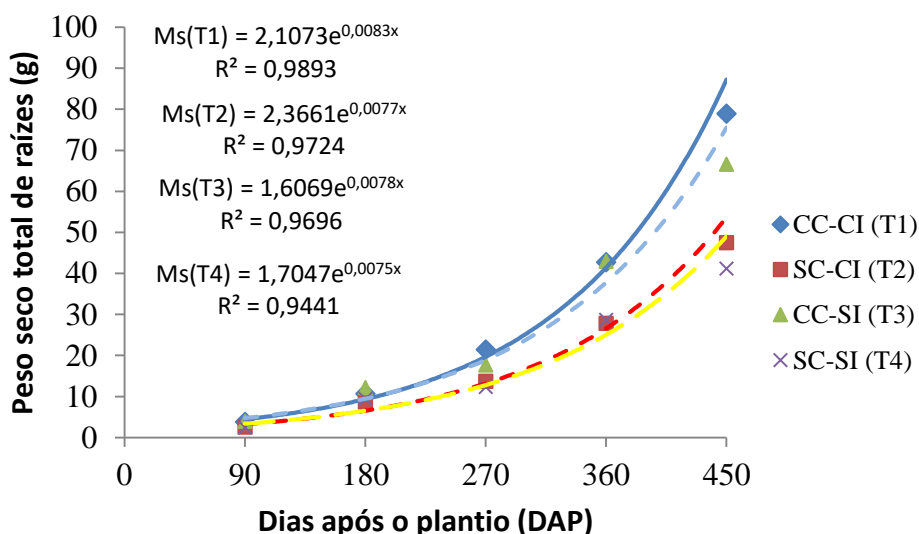
**Tabela 4.** Efeito da utilização da cobertura no solo sobre os teores de água disponível antes da irrigação do abacaxizeiro cv. BRS Imperial.

Cobertura	Água disponível (%)				
	90 DAP	250 DAP	320 DAP	400 DAP	500 DAP

Com	108,47 a	148,21 a	126,99 a	99,48 a	108,36 a
Sem	19,58 b	58,93 b	69,13 b	30,56 b	33,64 b
CV(%)	21,39	8,09	8,94	43,21	69,19

Medias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

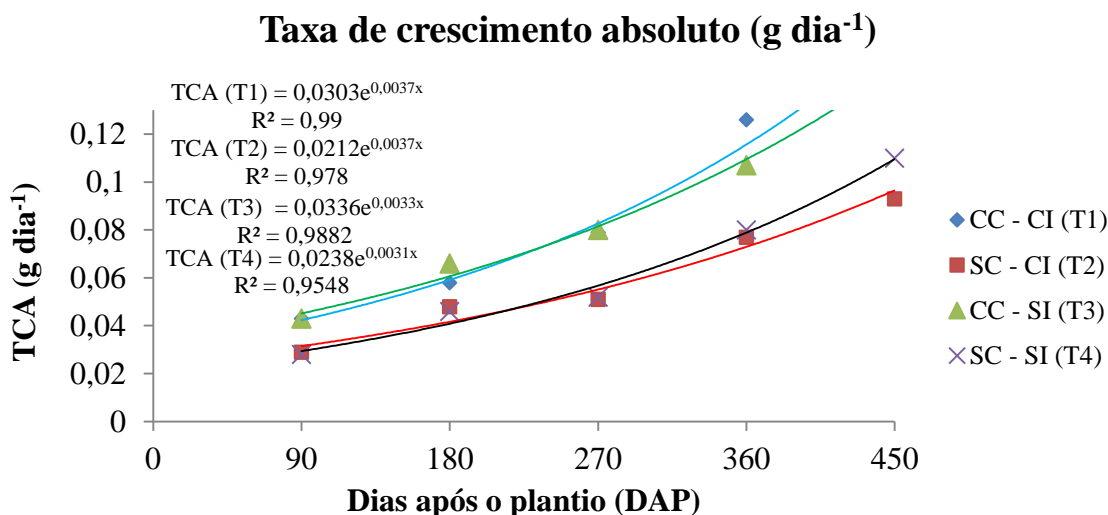
O crescimento das raízes é extremamente importante para o desenvolvimento das plantas, uma vez que quanto maior sua extensão de contato e distribuição ao solo, mais expressiva será a absorção de água e nutrientes (MALAVOLTA, 1980). Ao acompanhar o crescimento radicular (Figura 3), verificou-se um maior incremento de matéria seca das raízes para os tratamentos CC – CI, CC – SI, SC- CI e SC – SI dos 360 aos 450 DAP, durante o período de floração e enchimento dos frutos, acumulando assim, 36,16; 23,65; 19,7 e 12,49 g de peso seco de raízes do abacaxizeiro cv. BRS imperial, respectivamente conforme Figura 4.



**Figura 4.** Peso total de raízes do abacaxizeiro cv. BRS Imperial em diferentes dias após o plantio para os tratamentos T1 – com cobertura e com impedimento de percolação, T2 – Sem cobertura e com impedimento de percolação, T3 – Com cobertura e sem impedimento de percolação e T4 – Sem cobertura e sem impedimento de percolação.

A taxa de crescimento absoluto em todo o período considerado é representada por um modelo exponencial (Figura 5), mostrando os maiores valores para os tratamentos com cobertura do solo.

As taxas de crescimento absoluto são semelhantes para todos os tratamentos até 180 DAP; a partir daí se mantem em elevação, sendo essa mais acentuada para os tratamentos T1 e T3, que apresentam aumentos a cada intervalo de 90 dias, chegando a 0,42 g dia<sup>-1</sup> para T1 entre 360 e 450 DAP. Os tratamentos T4 e T2 apenas mudam a taxa de crescimento absoluto de 180 para 270 DAP (0,07 g dia<sup>-1</sup>) e de 270 para 450 DAP (0,2 g dia<sup>-1</sup>).



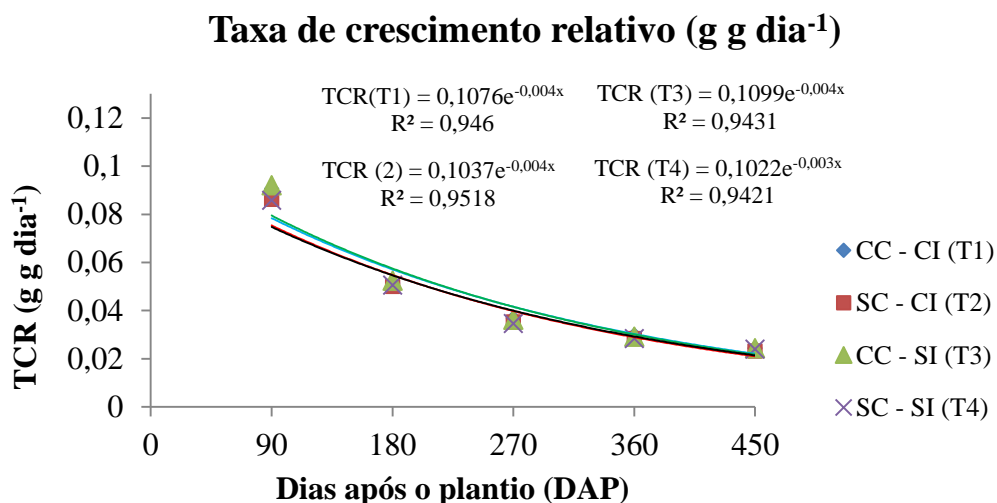
**Figura 5.** Taxa de crescimento absoluto de raízes do abacaxizeiro cv. BRS Imperial ao longo de diferentes dias após o plantio para os tratamentos T1 – com cobertura e com impedimento de percolação, T2 – Sem cobertura e com impedimento de percolação, T3 – Com cobertura e sem impedimento de percolação e T4 – Sem cobertura e sem impedimento de percolação.

Esses resultados diferem dos obtidos por Feitosa (2010) que ao avaliar o desempenho vegetativo e absorção de micronutrientes pelo abacaxizeiro “Vitória”, sob doses crescentes de micronutrientes aplicados via solo e por adubação foliar cultivado em solo coberto com bagana de carnaúba e plástico preto, observou um maior crescimento em massa seca do sistema radicular no intervalo do plantio aos 90 DAP comparado com as demais épocas. De acordo a Py et al., (1984), a quantidade das raízes produzidas pelo abacaxizeiro é função da cultivar assim como qualidade da muda utilizada.

Observou-se que os tratamentos apresentaram uma velocidade de crescimento na ordem de 0,092; 0,089; 0,060 e 0,064 g dia<sup>-1</sup> para os tratamentos CC– CI, CC – SI, SC- CI e SC – SI respectivamente. (Figura 6).

Na Figura 5 pode-se observar o comportamento do abacaxizeiro cv. BRS imperial em relação à taxa de crescimento relativo (TCR). Essa taxa é apropriada

para avaliação do crescimento vegetal, que é dependente da quantidade de material acumulado gradativamente. A TCR expressa o incremento na massa seca, por unidade de peso inicial, em um intervalo de tempo ( $\text{g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) (CAIRO et al., 2008). As taxas de crescimento relativo não diferiram entre si e as tendências das curvas estão de acordo ao esperado, uma vez que apresentaram valores máximos no início do ciclo.

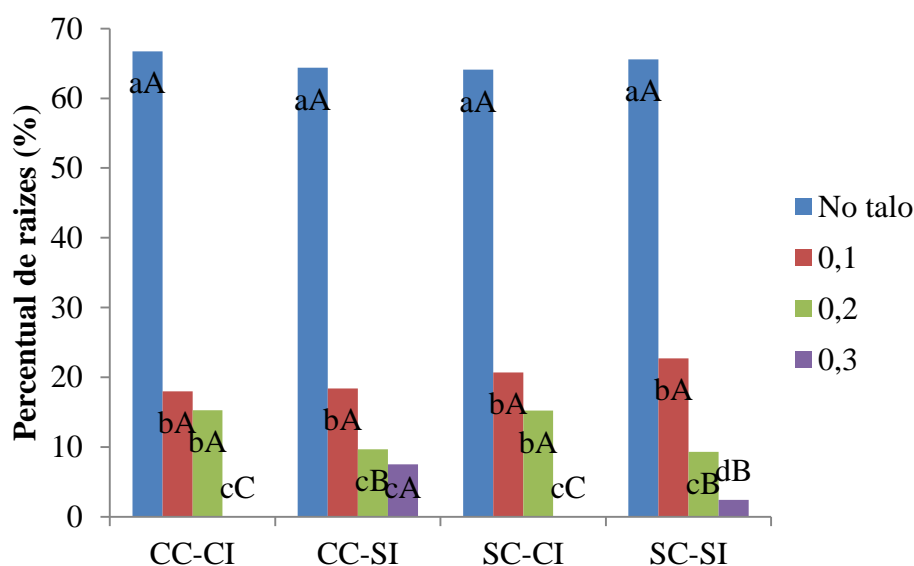


**Figura 6.** Taxa de crescimento absoluto de raízes do abacaxizeiro cv. BRS Imperial ao longo de diferentes dias após o plantio para os tratamentos T1 – com cobertura e com impedimento de percolação, T2 – Sem cobertura e com impedimento de percolação, T3 – Com cobertura e sem impedimento de percolação e T4 – Sem cobertura e sem impedimento de percolação.

Esse comportamento, ao longo do ciclo, de valores elevados inicialmente e estarem diminuindo, foi semelhante ao encontrado por Souza, Silva e Azevedo (2007), ao estudar a avaliação do crescimento, desenvolvimento e rendimento de abacaxizeiro cultivado em condições de suplementação de irrigação, nas condições de clima e solo dos tabuleiros de Santa Rita, PB. Os autores ainda justificam que esse comportamento seja motivado pela translocação de compostos das folhas para outros órgãos da planta como, por exemplo, a inflorescência e o fruto. Segundo Silva et al. (2010), é comum para a maioria das espécies vegetais ocorrer decréscimos nos valores de TCR ao longo do ciclo, tendo em vista que com o aumento da matéria acumulada pela planta, conseqüentemente aumenta a necessidade de fotoassimilados para o desenvolvimento dos órgãos já formados folhas, hastes, flores e frutos.

### 3.2 Distribuição do peso seco de raízes em profundidade

De acordo com a análise de variância, houve interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre os fatores profundidade, combinação cobertura e impedimento de percolação e DAP no percentual de raízes. A Figura 7 apresenta a análise das médias do percentual de raízes em relação aos tratamentos. Observa-se uma variação do percentual radicular entre as camadas do solo, no entanto o maior percentual de raízes está concentrado no talo (raízes adventícias), independente do tratamento aplicado. Esse comportamento juntamente com a distribuição espacial e o porte semi-ereto das folhas do abacaxizeiro, que se assemelhar a calhas favorece o abastecimento de água ao talo e a essas raízes. O fato de que aproximadamente 60% das raízes se encontrarem no talo reforça a aplicação de água a cultura por aspersão ou microaspersão.



**Figura 7.** Percentual de raízes do abacaxizeiro cv. BRS Imperial em função das diferentes profundidades e dos tratamentos. Médias seguidas da mesma letra minúsculas não diferem entre si pelo teste Tukey a 1% de significância para as diferentes profundidades em cada tratamento e Maiúscula para cada distância em diferentes tratamentos. CC – Com cobertura, SC – Sem Cobertura, CI – Com impedimento de percolação e SI – Sem impedimento de percolação.

O menor percentual de raízes é encontrado a 30 cm de profundidade, essa profundidade só foi alcançada após a floração. O comprimento das raízes tendeu a diminuir com a profundidade para todos os tratamentos (Tabela 5), o

que é esperado conforme Smith et al. (2005), que estabelece uma redução das mesmas seguindo um padrão exponencial.

**Tabela 5.** Comprimento de raízes (cm) do abacaxizeiro cv. BRs Imperial sob diferentes tratamentos em diferentes profundidades.

Variável	Unidade	Profundidade(m)	Tratamentos			
			CC-CI	CC-SI	SC-CI	SC-SI
Comprimento	cm	0,00-0,10	530,06 aA	527,02 aA	435,43 aA	243,15 aB
		0,10 - 0,20	425,56 aA	287,19 bAB	370,56 aAB	266,83 aB
		0,20-0,30	93,15 bA	104,42 cA	58,73 bA	72,24 bA

Médias seguidas da mesma letra minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey a 1% de significância. CC – Com cobertura, SC – Sem Cobertura, CI – Com impedimento de percolação e SI – Sem impedimento de percolação.

As combinações CC– CI, CC – SI, apresentaram maior comprimento total por profundidade e por percentual de raízes do que as SC- CI e SC – SI (Tabela 5). Os resultados do sistema radicular mostram que os maiores comprimentos das raízes no solo com cobertura se deve a distribuição de água pelos gotejadores espaçados de 0,30 m que permite uma faixa molhada no solo que mantém a disponibilidade de água em valores elevados no solo com mulch, (Tabela 4) o que evidência maior comprimento (Tabela 5) e maior percentual de raízes (Figura 6) para as combinações CC– CI, CC – SI.

O crescimento das raízes acumulado com o tempo em valores percentuais (Tabela 6) reforça o maior crescimento no talo comparado as demais profundidades. Em todas as datas decorrentes do plantio a profundidade de 0,10 m concentra pelo menos 80% das raízes, considerando a percentagem nessa profundidade somada a do talo abaixo e acima da superfície do solo. O percentual total das raízes abaixo de 0,10 m ficou abaixo de 20% do total em qualquer data após o plantio (Tabela 6). O percentual do total de raízes a 0,30 m de profundidade foi máximo aos 450 dias com 2,94%, indicando pouca participação dessa profundidade nos processos de extração de água do solo.

**Tabela 6.** Percentual de raízes do abacaxizeiro cv. BRS Imperial para diferentes profundidades em diferentes dias após o plantio.

Profundidades (m)	DAP				
	90	180	270	360	450
No talo	3,42% a	25,76% a	44,61% a	48,02% a	64,06% a



0,1	1,79% a	2,96% b	4,84% b	6,67% b	17,48% b
0,2	0,18% a	2,82% b	4,74% b	4,84% bc	15,52% b
0,3	0,00% a	1,81% b	0,81% b	0,76% c	2,94% c
% total da planta	5,39%	33,35%	55%	60,29%	100%

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey a 1% de significância.

Comparando o percentual do sistema radicular da cultura em relação ao tempo após o plantio, percebe-se crescimento radicular em todo o ciclo da cultura, inclusive na fase de frutificação.

### 3.3 Distribuição do comprimento e da densidade de comprimento das raízes

Os valores de densidade de comprimento de raízes (DCR) no perfil delimitado pelo gotejador e pela borda do canteiro passando numa planta e pela profundidade de 0,40 m foram influenciados pela distância da planta.

Os maiores valores de DCR encontram-se nas distâncias mais próximas da planta, 0,00-0,10 m, conforme tabela 7. A densidade de comprimento quantifica a capacidade do sistema radicular para explorar volume de solo. Quanto maior seu valor, mais nutrientes por unidade e volume de solo são absorvidos (DONATO et al., 2012). O fato de as concentrações de raízes terem sido encontradas em maiores proporções nas menores distâncias e profundidades próximas ao talo é esperado pela própria arquitetura da planta cujo sistema radicular abaixo da superfície do solo é concentrado no entorno do talo (SHENG et al., 2018).

**Tabela 7.** Distribuição do comprimento e da densidade de comprimento das raízes para o abacaxizeiro BRS Imperial irrigado por gotejamento.

Variável	Unidade	Distâncias (m)	
		0,00 - 0,10	0,10 - 0,20
<b>Comprimento</b>	<b>cm</b>	487,97 a	365,62 b
<b>Densidade de comprimento</b>	<b>cm.cm<sup>-3</sup></b>	0,1627 a	0,1218 b

Médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey a 1% de significância.

As médias de DCR dos tratamentos de combinações com cobertura do solo ou com impedimento de percolação não diferiram entre si e diferiram apenas da condição sem cobertura do solo e sem impedimento de percolação (Tabela 8). Estes resultados demonstram que a cobertura do solo contribui para aumentar a densidade de comprimento de raízes, principalmente porque contribui para manutenção da água disponível na faixa molhada pelo sistema de gotejamento a níveis acima de 98% (Tabela 4), o que agrega eficiência do uso da água e, por conseguinte, minimiza déficits hídricos na cultura (MURGA ORRILLO et al., 2016). As médias de DCR dos tratamentos de combinações com cobertura do solo ou com impedimento de percolação não diferiram entre si e diferiram apenas da condição sem cobertura do solo e sem impedimento de percolação com diferença mínima de 55,8% na camada de 0-0,10 m. Esses resultados podem ser confirmados pela Figura 8 que ilustra as isolinhas de DCR no solo considerando uma planta entre a borda do canteiro e a linha de gotejamento no centro do canteiro. Na camada de 0,10-0,20 m o impedimento de percolação manteve as médias de DCR próximas das verificadas na camada 0-0,10 m, inclusive para a condição sem cobertura do solo demonstrando o efeito da camada de impedimento na manutenção da DCR (Figura 8), o que se deve a interrupção da percolação e com isso a manutenção da água disponível do solo a níveis ainda suficientes para o crescimento das raízes. De acordo com Tardieu (2012) sistemas radiculares mais abundantes e mais bem distribuídos no perfil do solo estão diretamente relacionados com os cenários hídricos de cada cultivo.

**Tabela 8.** Densidade de Comprimento de raízes do abacaxizeiro cv. BRs Imperial sob diferentes tratamentos em diferentes profundidades.

Variável	Unidade	Profundidade (m)	Tratamentos			
			CC-CI	CC-SI	SC-CI	SC-SI
Densidade de comprimento	m	0,00-0,10	0,2652 aA	0,2635 aA	0,2177 aA	0,1215 aB
		0,10 - 0,20	0,2128 aA	0,1435 bAB	0,1853 aAB	0,1335 aB
		0,20-0,30	0,0465 bA	0,0522 cA	0,0294 bA	0,0361 bA

Médias seguidas da mesma letra minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey a 1% de significância. CC – Com cobertura, SC – Sem Cobertura, CI – Com impedimento de percolação e SI – Sem impedimento de percolação.

O comprimento e a DCR apresentaram maiores valores no sentido planta - planta e no sentido planta-gotejo em relação a distância da planta (Tabela 9).

Esse comportamento se deu devido a distribuição de umidade nesses planos. As plantas estiveram dentro da faixa molhada gerada pela linha lateral de gotejadores sendo essa região entre a fileira de plantas e a linha lateral a de maior umidade do solo, com maior DCR (Figura 7). Na direção da fileira de plantas, mesmo com umidades em níveis favoráveis ao sistema radicular, tais níveis foram inferiores àqueles entre a fileira de plantas e a linha lateral, o que resultou em menores médias de DCR na direção da fileira de plantas (Tabela 9). Os menores níveis de umidade estiveram entre a fileira de plantas e a borda dos canteiros (Figura 8). Segundo Libard e Van Lier (1999), fatores externos que influenciam o desenvolvimento radicular em um ambiente favorável à planta e ao sistema radicular resultará em maior pressão e crescimento radicular, nesse caso onde há maior presença de água. Essa informação corrobora com os resultados deste trabalho e que podem ser vistos na Figura 7.

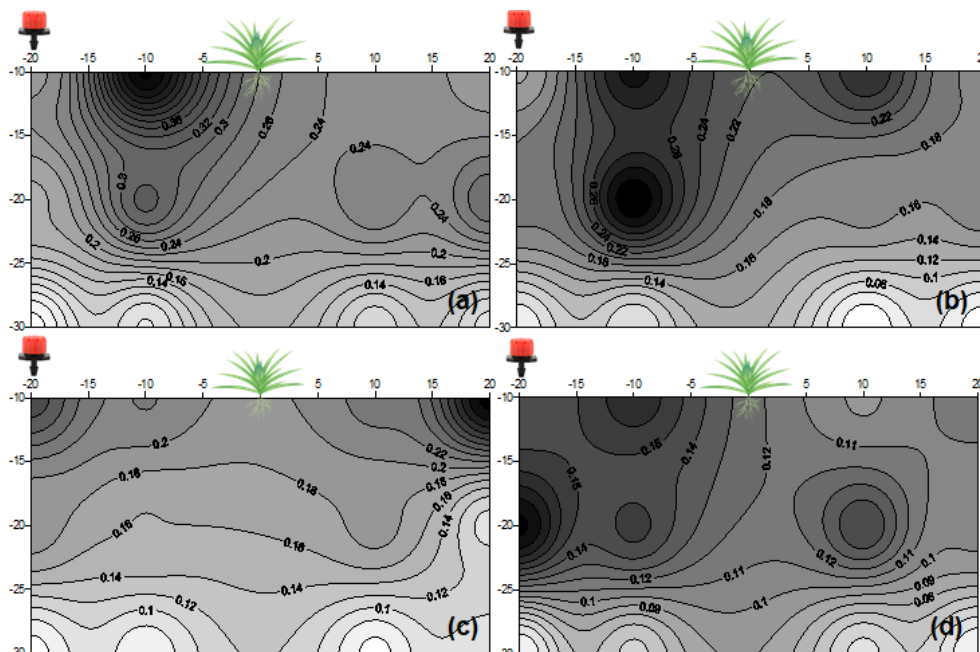
**Tabela 9.** Distribuição de raízes do abacaxizeiro cv. BRS Imperial entre planta-gotejador, planta-planta e planta-borda do canteiro.

Variável	Unidade	Plano		
		Planta-Gotejo	Planta-planta	Planta-borda
<b>Comprimento</b>	cm	339,73 a	299,33 a	214,52 b
<b>Densidade de comprimento</b>	cm.cm <sup>-3</sup>	0,1698 a	0,1497 a	0,1073 b

Médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey a 1% de significância.

Os valores de DCR no perfil do solo mostraram comportamentos diferentes na distribuição radicular abaixo da superfície do solo (Figura 7). Os tratamentos com cobertura do solo e com impedimento de percolação apresentaram maiores valores de DCR (Figura 8) quando comparados ao sem cobertura e sem impedimento de percolação (T4).

Os resultados indicam que o sistema radicular do abacaxizeiro é raso, apresentando densidades efetivas a cerca de 0,20 m profundidade. Os tratamentos sem cobertura do solo ou controle de evaporação, apresenta suas raízes confinadas na direção planta linha de gotejo, como observa no desenho da distribuição das raízes no perfil (Figura 8).



**Figura 8.** Isolinhas de densidade de comprimento de raízes ( $\text{cm}\cdot\text{cm}^{-3}$ ) no perfil do solo para o T1 = CC – CI, T2 = SC – CI, T3 = CC – SI e T4 = SC – SI da cultura do abacaxizeiro cv. BRS Imperial. Cruz das Almas - Ba.

#### 4. CONCLUSÃO

Os tratamentos com cobertura do solo (CC – CI), (CC – SI) conferiram um maior acúmulo de massa seca de raízes em relação aos tratamentos sem cobertura do solo SC- CI e SC – SI.

Os tratamentos com cobertura do solo favoreceram o aumento da densidade de comprimento de raízes.

O abacaxizeiro apresenta maior concentração do sistema radicular próximo à superfície do solo, como maior concentração de raízes no talo, tanto em sua parte no solo como em sua parte aérea.

O uso da cobertura do solo com ou sem impedimento de percolação, favorece a manutenção de umidade e disponibilidade de água do solo.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ALI, M. M.; HASHIM, N.; AZIZ, S. A.; LASEKAN, O. Pineapple (Ananas comosus): a comprehensive review of nutritional values, volatile compounds, health benefits, and potential food products. **Food Research International**, v. 137, p. 109675, nov. 2020.

ALMEIDA, O. A.; SOUZA, L. F. S. Irrigação e fertirrigação na cultura do abacaxi. In: V. F. Sousa, W. A. Marouelli, E. F. Coelho, J. M. Pinto, M. A. Coelho Filho (Ed.), **Irrigação e Fertirrigação em Fruteiras e Hortaliças**. 1st ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, pp. 339-368, 2011.

BAIDHE, E.; KIGOZI, J.; MUKISA, I.; MUYANJA, C.; NAMUBIRU, L.; KITARIKAWA, B. Unearthing the potential of solid waste generated along the pineapple drying process line in Uganda: a review. **Environmental Challenges**, v. 2, p. 100012, 2021.

BOHM, W. Methods of studying root systems. New York: Springer-Verlag, 1979. 190p.

BONOMO, R.; ZUCOLOTO, M.; SOUZA, J. M. DE; MAGALHÃES, A. M. DE P.; DE SOUZA BALDOTTO, P. H.; CAMPANHARO, A. Production and quality of 'Pérola' pineapple under fertigation. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 32, n. 2, p. 109-116, 2020.

CAIRO, P. A. R.; OLIVEIRA, L. E. M.; MESQUITA, A. C. Análise de Crescimento de Plantas. Vitória da Conquista: Edições UESB, 2008. 72p.

Carr, M. K. V. (2012). The water relations and irrigation requirements of pineapple (*Ananas comosus* var. *comosus*): a review. **Experimental Agriculture**, 48(4), 488-501.

CARR, M. K. V. THE WATER RELATIONS AND IRRIGATION REQUIREMENTS OF PINEAPPLE (*Ananas comosus* var. *comosus*): a review. **Experimental Agriculture**, v. 48, n. 4, p. 488-501, 2012.

CHRISTOFIDIS, D. Água, irrigação e agropecuária sustentável. **Revista de Política Agrícola**, v 22, n 1, p 115-127. 2013.

COELHO, E. F. et al. **Distribuição de raízes e extração de água do solo em fruteiras tropicais**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2008. 80p.

COELHO, E. F.; OR, D. Modelo de distribuição de água e de potencial matricial no solo sob gotejamento com extração de água por raízes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.2, p.225-234, 1999.

CUNHA, G.A.P. da; CABRAL, J.R.S.; SOUZA, L.F. da S. (organizadores). **O abacaxizeiro – cultivo, agroindústria e economia**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 480p.

DONATO, S.L.R.; COELHO, E.F.; ARANTES, A.M.; COTRIM, C.E.; MARQUES, P.R.R. Relações hídricas I: considerações fisiológicas e ecológicas. In: COELHO, E. F. **Irrigação da bananeira**. Brasília, DF. EMBRAPA, 2012. 280p.

EKERN, P.C. Evapotranspiration of pineapple in Hawaii. **Plant Physiology**, v.40, p.736- 739, 1965.

FAN J et al.. Root distribution by depth for temperate agricultural crops. **Field Crops Research** 189:68-74. 2016.

FEITOSA, H. O. **Crescimento e extração de nutrientes pelo abacaxizeiro cv. vitória sob doses crescentes de micronutrientes em dois tipos de coberturas do solo.** 2011. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria.* v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FRANCO, L. R. L.; MAIA, V. M.; LOPES, O. P.; FRANCO, W. T. N.; SANTOS, S. R. Crescimento, produção e qualidade do abacaxizeiro „pérola" sob diferentes lâminas de irrigação. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 2, p. 132–140, 2014.

FREITAS, T. A. S.; BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. A. Dinâmica de raízes de espécies arbóreas: visão da literatura.. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 1, p. 133, 2008.

GUIMARÃES, M.; LOPES, I.; OLDONI, H.; COELHO FILHO, M. A. Balanço hídrico para diferentes regimes pluviométricos na região de Cruz das Almas-BA. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 59, n. 3, p. 252-258, 2017.

HOSSAIN, F. World pineapple production: an overview. **African Journal Of Food, Agriculture, Nutrition And Development**, v. 16, n. 4, p. 11443-11456, 2016.

INFORZATO, R.; GIACOMELLI, E.J.; ROCHELLE, L.A. Sistema radicular do abacaxizeiro, aos 4, 8 e 12 meses, plantado no início da estação sêca, em solo Latosol Vermelho Escuro-Orto. **Bragantia**, v.27, p.135-141, 1968.

KASPAR, T. C.; EWING, R. P. Rootedge: software for measuring root length from desktop scanner images. **Agronomy journal**, Madison, v.89, n.6, p.932-940, 1997.

KANBER, R. KÖKSAL, H.; ÖNDER, S.; EYLEN, M. Effects of different irrigation methods on yield, evapotranspiration and root development of young orange trees. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, Ankara, v.20, n.2, p.163-172, 1996.

LIBARDI, P. L. ; VAN LIER, Q. de J. Atuação dos fatores físicos do solo no desenvolvimento do sistema radicular. In: FERNANDES, M. F.; TAVARES, E. D.; LEAL, M. DE L. DA S. Workshop sobre sistema radicular: metodologias e estudo de casos. Aracaju, EMBRAPA - Tabuleiros Costeiros, p.47 –56, 1999.

MACHADO, R. M. A.; OLIVEIRA, R. M. Tomato root distribution, yield and fruit quality under different subsurface drip irrigation regimes and depths. **Irrigation Science**, v. 24, n. 1, p. 15-24, 2005.

MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas Piracicaba : Agrônômica Ceres, 1980. 251p.

MALÉZIEUX, E.. dry matter accumulation and yield elaboration of pineapple in cote d'ivoire. **Acta horticulturae**, n. 334, p. 149-158, 1993.

MARTINS, M. M. V.; GELAIN, J. G.; ALMEIDA, A. N. AS EXPORTAÇÕES DE FRUTAS BRASILEIRAS: uma perspectiva da água virtual. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 18, n. 2, p. 1-22, 26, 2021.

MONTEIRO, I. Mulching: qualidade e redução de custos na produção. **Revista Plasticultura**, n. 20, p. 16-20, 2011.

MURGA ORRILLO, H.; ARAÚJO, W. F.; RODRIGUEZ, C. A.; LOZANO, R. M. B.; SAKAZAKI, R. T.; VARGAS, A. R. P. Influência da cobertura morta na evapotranspiração, coeficiente de cultivo e eficiência de uso de água do milho cultivado em cerrado. **Irriga**. v. 21, n. 2, p. 352. 2016.

PEIXOTO, C. P.; CRUZ, T. V.; PEIXOTO, M. F. S. P. Análise quantitativa do crescimento de plantas: conceitos e prática. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.13, P. 51-75, 2011.

PY, C.; LACOEILHE, J.J.; TEISSON, C. L'ananas, saculture, ses produits. Paris:Maisonneuve & Larose et ACCT, 562p., 1984.

HOSSAIN, F. World pineapple production: an overview. **African Journal Of Food, Agriculture, Nutrition And Development**, v. 16, n. 4, p. 11443-11456, 2016.

RUFINI, J. C. M.; FAGUNDES, M. C. P.; BORGES JUNIOR, J. C. F.; ALENCAR, C. A. B.; MOURA, M. M.; MAGALHÃES, D. S. Crescimento vegetativo, rendimento e qualidade de frutos de abacaxizeiro em lâminas de irrigação. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 18, n. 3, p. 289-296, 2019.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 6. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2017. 230p.

TARDIEU F. Any trait or trait-related allele can confer drought tolerance: just design the right drought scenario. **Journal of Experimental Botany** 63: 25-31. 2012.

REZENDE, J. O. **Recôncavo Baiano, berço da Universidade Federal segunda da Bahia: passado, presente e futuro**. Salvador: P&A, p. 194, 2004.

SANT'ANA, J. A. V.; COELHO, E. F.; FARIA, M. A, SILVA, E. L.; DONATO, S. L. R. **Distribuição de raízes de bananeira Prata- Anã no segundo ciclo de produção sob três sistemas de irrigação**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal SP, v. 34, n. 1, p. 124-132, 2012.

SILVA, F. O. R.; ZUCOLOTO, M.; RIBEIRO, A. M. A. S.; BONOMO, R.; PARTELLI, F. L.; NASCIMENTO, M. L. U. Root development and productivity of 'Pérola' pineapple as a function of fertigation management. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 43, n. 2, p. 1-9, 2021.

SILVA, P. I. B.; NEGREIROS, M. Z.; MOURA, K. K. C. F.; FREITAS, F. C. L.; NUNES, G. H. S.; SILVA, P. S. L.; GRANGEIRO, L. C. Crescimento de pimentão em diferentes arranjos espaciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 2, p. 132-139, fev. 2010.

SMITH, D. M.; INMAN-BAMBER, N. G.; THORBURN, P.J. Growth and function of the sugarcane root system. **Field Crops Research**, v. 92, n. 2-3, p. 169–183, 2005.

SOUZA, C. B.; SILVA, B. B.; AZEVEDO, P. V. Crescimento e rendimento do abacaxizeiro nas condições climáticas dos Tabuleiros Costeiros do Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 2, p. 134-141, abr. 2007.



**CAPÍTULO II – DESEMPENHO DO ABACAXIZEIRO CV. BRS IMPERIAL  
CULTIVADO SOB TÉCNICA DE REDUÇÃO DE DISPÊNDIO DE ÁGUA**

## DESEMPENHO DO ABACAXIZEIRO CV. BRS IMPERIAL CULTIVADO SOB TECNICA DE REDUÇÃO DE DISPÊNDIO DE ÁGUA

### RESUMO

A prática de utilização de mulch combinada com a irrigação por gotejamento é considerada uma técnica comum de manejo agrícola na produção de fruteiras e contribui para aumentos na produtividade e redução na aplicação de água para as culturas. Diante disso, o objetivo deste trabalho é avaliar o efeito da utilização do mulching plástico como estratégia de controle da evaporação e percolação no desenvolvimento da cultura, na produção e qualidade físico-química de frutos e a eficiência de utilização da água para a cultura do abacaxizeiro cv. BRS Imperial. O experimento foi desenvolvido no município de Cruz das Almas – BA, nas dependências da Embrapa Mandioca e Fruticultura – EMBRAPA. Foi avaliado o desenvolvimento da cultura, características físicas, qualidade dos frutos e produção. O esquema experimental adotado foi em esquema de parcela subdividida, em blocos casualizados. E os tratamentos (T1 = CC – SI, T2 = SC – CI, T3 = CC – SC, T4 = SC – SI) com impedimento de percolação (CI) ou sem impedimento de percolação (SI), a presença (CC) ou não (SC) da cobertura do solo. Sendo usado um filme plástico (mulching agrícola biodegradável) tanto para cobertura do solo como para impedimento a percolação. O mulching plástico promoveu aumento em todas as variáveis de crescimento da cultivares 'BRS Imperial' e proporcionou maiores dimensões e qualidades de frutos. A utilização de cobertura do solo proporciona um aumento significativo na produção.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cobertura do solo, Percolação, Mulching, Produção, Eficiência do uso da água.

**ABSTRAT**

The practice of using mulch combined with drip irrigation is considered a common agricultural management technique in the production of fruit trees and contributes to increases in productivity and reduction in the application of water to crops. Therefore, the objective of this work is to evaluate the effect of using plastic mulching as a strategy to control evaporation and percolation in the development of the culture, in the production and physicochemical quality of fruits for the culture of pineapple cv. BRS Imperial. The experiment was carried out in the city of Cruz das Almas – BA, in the dependencies of Embrapa Cassava e Fruticultura – EMBRAPA. Culture development, physical characteristics, fruit quality and yield were evaluated. The experimental scheme adopted was a split plot scheme, in randomized blocks. And the treatments (T1 = CC - SI, T2 = SC - CI, T3 = CC - SC, T4 = SC - SI) with percolation impediment (CI) or without percolation impediment (SI), the presence (CC) or no (SC) of ground cover. A plastic film (biodegradable agricultural mulching) is used both to cover the ground and to prevent percolation. Plastic mulching promoted an increase in all growth variables of the 'BRS Imperial' cultivars and provided greater fruit dimensions and quality. The use of ground cover provides a significant increase in production.

**KEYWORDS:** Land Cover, Percolation, Mulching, Production, Water use efficiency.

## 1. INTRODUÇÃO

O abacaxi (*Ananas comosus* var. *comosus*) é considerado uma das frutas mais apreciadas comercialmente no mundo (HOSSAIN, 2016; BAIDHE et al., 2021), principalmente por apresentar características ímpares de sabor e aroma, além disso é uma planta monocotiledônea, herbácea, definida como uma planta de Metabolismo Ácido das Crassuláceas que apresenta elevada eficiência no uso de água (EUA) (TAIZ & ZEIGER, 2017).

Em nível mundial, a produção de abacaxi no ano de 2019 concentrou-se na Costa Rica, Filipinas e Brasil (FAO, 2021). No mesmo ano, as regiões Norte, Nordeste e Sudeste foram responsáveis pela produção de 93% dos frutos no Brasil, os seguintes estados se destacaram como os maiores produtores: Pará, Paraíba, Minas Gerais e Rio de Janeiro (IBGE, 2021).

Dentre as cultivares do abacaxizeiro, a 'BRS Imperial' destaca-se por ser a primeira cultivar híbrida resistente à fusariose, resultante do cruzamento entre a cultivar Perolera e Smooth Cayenne, que tem por diferencial a ausência de espinhos nas folhas, frutos de boa qualidade, teor de açúcar elevado, acidez moderada e excelente sabor (CABRAL; MATOS, 2005; TEXEIRA et al., 2020). Ao que se refere as características de produção BRS Imperial, o seu fruto pode atingir massa máxima com coroa de 1,1 Kg e a produtividade máxima estimada pode alcançar 42 t ha<sup>-1</sup>, conforme estudo realizado por Oliveira et al. (2015).

De acordo com KUSTER et al. (2017), as condições ambientais e o manejo exercem grande influência no ciclo do abacaxizeiro, pois é uma cultura com grande eficiência na utilização da água. Embora o abacaxizeiro seja considerado uma cultura com baixa exigência hídrica, se comparando a outras frutíferas como a mangueira, bananeira e maracujazeiro, é necessária uma aplicação permanente de água durante seu estágio de desenvolvimento (RUFINI et al., 2019).

Os dados pluviométricos das principais regiões produtoras de abacaxi no Brasil define bem a necessidade de irrigação para essa cultura (GIACOMELLI; PY, 1981), tendo em vista que os índices pluviométricos podem acontecer abaixo da faixa adequada, ou podem ocorrer períodos de secas prolongadas. A aplicação de água como forma de suprir a demanda da cultura sofreu, ao longo dos anos, muitas transformações e a adoção de novas tecnologias tem permitido

tanto aumentar a produtividade quanto manter o nível economicamente viável da produção.

Dentre os sistemas de irrigação existentes os localizados são os mais utilizado na cultura do abacaxizeiro, com destaque o sistema de gotejamento (ALMEIDA; SOUZA, 2011).

A prática de utilização de mulch combinada com a irrigação por gotejamento é considerada uma técnica comum de manejo agrícola praticado na produção comercial de legumes e frutíferas. Essa forma de manejo resulta em vários impactos positivos na água e distribuição de nutrientes (FILIPOVIĆ et al., 2016).

O uso da cobertura do solo, já é de conhecimento geral há muito tempo. Além de ser eficiente na redução da evaporação de água do solo, modifica o microclima, pode inibir de forma eficiente o crescimento de ervas daninhas, promover o crescimento das plantas, como também favorecer o rendimento e a qualidade das colheitas e pode aumentar algumas propriedades, como conteúdo de clorofila, açúcar solúvel e proteína de folhas de abacaxi e raízes (LIU et al., 2008). Na literatura existe muitos estudos que comprovam que a cobertura morta associada a irrigação, contribui para aumentos na produtividade e redução na aplicação de água para as culturas (DANTAS et al., 2011; CARVALHO et al., 2018; ANTONINI et al., 2020)

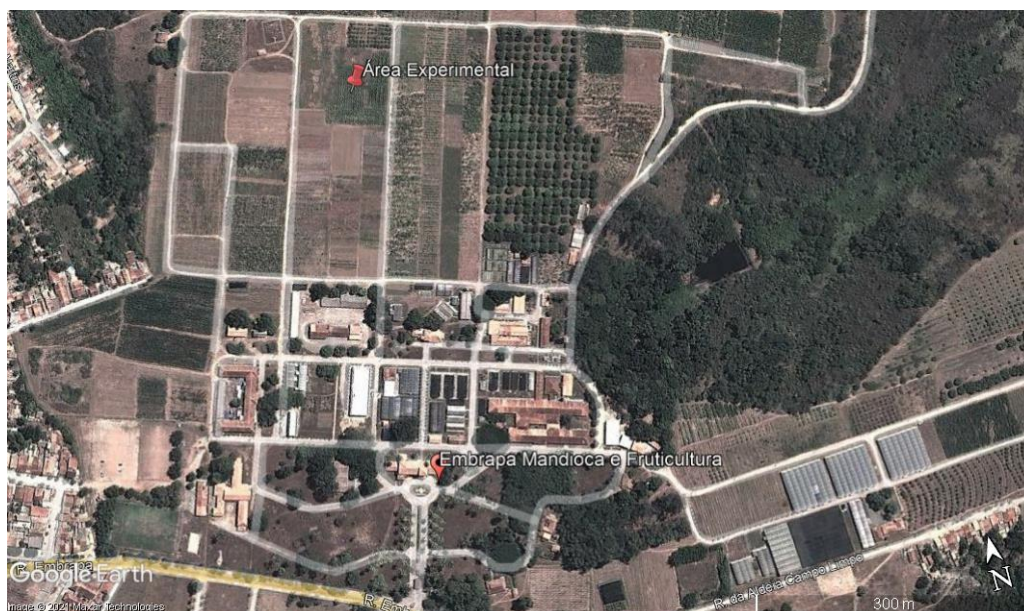
Diante disso, o objetivo deste trabalho é avaliar o efeito da utilização do mulching plástico como estratégia de controle da evaporação e percolação sobre a produção, qualidade físico-química de frutos e a eficiência de utilização da água para a cultura do abacaxizeiro cv. BRS Imperial.

## **2. MATERIAS E MÉTODOS**

### **2.1 Descrição da área experimental**

O experimento foi desenvolvido no município de Cruz das Almas – BA, nas dependências da Embrapa Mandioca e Fruticultura – EMBRAPA, com coordenadas geográficas: latitude 12°40'12" S, longitude 39°06'07" W e altitude de 220 m. O clima local é tropical quente úmido, tipo Aw a Am, conforme a

classificação de Köppen, com médias anuais de precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa de 1.131,17 mm, 24,5 °C e 80%, respectivamente (REZENDE, 2004; GUIMARÃES et al, 2017) (Figura 9).



**Figura 9.** Área experimental na Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, Bahia, Brasil.

Antes da implantação do experimento, foram coletadas amostras indeformadas para análise dos atributos físicos e deformadas para análise química do solo da área experimental. Em seguida, essas amostras foram levadas ao laboratório de Física do Solo e ao Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas, da Embrapa Mandioca e Fruticultura, onde foram determinados os atributos físicos e químicos do solo, que podem ser vistos na Tabela 10 e na Tabela 11.

**Tabela 10.** Atributos físicos do solo da área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas - BA.

Composição granulométrica (g kg <sup>-1</sup> )								
Areia muito grossa	Areia grossa	Areia média	Areia fina	Areia muito fina	Areia total	Silte	Argila	Classificação Textural
27	197	251	243	15	733	94	173	Franco arenoso
Porosidade (%)							Densidade do solo (g.cm <sup>-3</sup> )	
Macro				Micro		Total		
11,98				19,12		31,10	1,55	

Retenção de água (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )					
0,01 Mpa	0,033 MPa	0,1 MPa	0,3 MPa	1,5 MPa	Água disponível
0,164	0,143	0,135	0,124	0,113	0,051

**Tabela 11.** Resultado dos atributos químicos do solo antes do plantio na área experimental.

Profundidade (m)	pH (água)	<sup>2</sup> P (mg dm <sup>-3</sup> )	<sup>2</sup> K	<sup>3</sup> Ca	<sup>3</sup> Mg	<sup>3</sup> Al	<sup>2</sup> Na	H+Al	SB	CTC	V %	MO g kg <sup>-1</sup>
			(cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )									
(0 - 20 cm)	7,1	49	0,51	2,06	1,01	0	0,03	0	3,62	3,62	100	15

SB = soma de bases trocáveis; CTC = capacidade de troca de cátions; V = saturação por bases e MO = matéria orgânica. <sup>2</sup>Extração por Mehlich<sup>-1</sup>; <sup>3</sup>Extração com KCl 1M; <sup>4</sup>Método de Walkley e Black modificado.

## 2.2 Implantação do experimento e coleta de dados

O experimento foi implantado no dia 15 de novembro de 2017, sendo utilizadas mudas do tipo filhote do abacaxizeiro cultivar BRS Imperial plantadas no espaçamento 0,90 m x 0,40 m x 0,40 m em canteiros de 0,90 m de largura. Os canteiros foram construídos com uma altura de 0,20 m acima da cota média do solo e com profundidade abaixo dessa de 0,20 m. A cobertura com plástico (mulch) foi usada como tratamento. O mulch também foi usado como impedimento a percolação; o plástico biodegradável foi colocado no fundo do canteiro de forma que a altura do mesmo acima do nível original do solo mais o que se cavou somasse 0,40 m, ou seja colocado a 0,20 m de profundidade.

A indução floral foi realizada no dia 11 de setembro de 2018, , 300 dias após o plantio, a indução floral foi realizada no fim da tarde, a fim de evitar perda por evaporação para atmosfera e por ser no período da noite que ocorre melhor absorção pelas folhas do abacaxizeiro, aumentando assim a eficiência da indução, utilizando – se como indutor o Etefon (produto comercial Ethrel). O produto foi pulverizado na roseta central, um total de 50 ml por planta, de uma solução preparada com 30 ml do produto comercial, adicionados a 100 litros de água, à qual acrescentam-se 2 kg de ureia e 35 g de hidróxido de cálcio (cal de pintura).

### 2.3 Avaliação da umidade do solo

O equipamento de TDR foi utilizado para determinar o conteúdo de água no solo, no entanto, precisa de calibração para solo, a qual foi realizada antes do início do experimento. O equipamento utilizado foi a TDR 100 Para isso, coletou-se amostras indeformadas do solo, com tubos PVC, de massa e dimensões conhecidas. Posteriormente, a extremidade inferior dos tubos foi coberta com um tecido permeável, de massa conhecida, e as amostras foram postas em uma bacia com água até  $\frac{3}{4}$  de sua altura durante 48 horas, a fim de promover a sua saturação por efeito capilar e, desta forma, eliminar as partículas do ar.

Tendo como base o estudo realizado por Coelho et al. (2005), construiu-se sondas de TDR, utilizando três hastes de aço inoxidável de 0,12 m que possuíam um diâmetro de 0,003 m. Essas hastes foram espaçadas em 0,022 m, conectadas a cabos coaxiais (50 ohms) de 1,5 m de comprimento e isoladas com resina de poliéster. Após a fabricação da sonda, as mesmas foram inseridas nas amostras saturadas. À medida que o solo secava, realizava-se a pesagem total das amostras em balança digital e a leitura da umidade volumétrica com a TDR, com leituras a cada cinco minutos e seguido a metodologia proposta por (BATISTA et al. 2016) para obtenção da equação de calibração Equação 1:

$$\theta = 0,000008Ka^3 - 0,0006Ka^2 + 0,025Ka - 0,1551, R^2 = 0,996 \quad (1)$$

### 2.4 Irrigação e manejo da irrigação

Para suprir a necessidade hídrica da cultura do abacaxi, foi utilizada a irrigação por gotejamento, sendo usada uma linha lateral com fita gotejadora modelo Metzerplas, com vazão de 1,6 litros por hora, com emissores espaçados de 0,30 m, para cada duas fileiras de plantas. O manejo da irrigação foi realizado através de leituras de TDR.

O manejo da irrigação adotado foi o com base na avaliação do estado hídrico do solo. Duas sondas de TDR, com cabo de 1,5 m, foram instaladas em cada parcela experimental em quatro repetições num total de oito sondas.



Ambas a 15 cm de profundidade na direção planta gotejador. Ao longo de todo o ciclo da cultura, foram realizadas leituras de TDR três vezes por semana, no início da manhã. A partir dos resultados obtidos, calculava-se a média da umidade volumétrica do solo de oito sondas, utilizando a equação de calibração para a sonda com cabo de 1,5m de comprimento, conforme Equação 1. Caso esses valores fossem inferiores a umidade na capacidade de campo do solo, que foi definida como a retenção de água no solo a 0,01 MPa, conforme Tabela 10, calculava-se a lâmina de irrigação a ser aplicada naquele dia, através da equação 2.

$$L_I = (\theta_{CC} - \theta_{Atual}) * Z * PAm * 10 \quad (2)$$

Em que:

$L_I$  = Lâmina de irrigação (mm)

$\theta_{CC}$  = Umidade volumétrica na capacidade de campo ( $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$ )

$\theta_{Atual}$  = Umidade volumétrica atual ( $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$ )

$Z$  = Profundidade do sistema radicular (cm)

$Pam$  = percentual de área molhada = 1

Após a obtenção da lâmina de irrigação a ser aplicada, calculou-se o tempo de irrigação para cada parcela, através da equação 3.

$$T_I = \frac{L_I * A_E}{V_E} \quad (3)$$

Em que:

$T_I$  = Tempo de irrigação (h)

$L_I$  = Lâmina de irrigação ( $\text{L m}^{-2}$ )

$A_E$  = Área molhada pelo emissor ( $\text{m}^2$ )

$V_E$  = Vazão do emissor ( $\text{L h}^{-1}$ )

## 2.5 Delineamento experimental

Adotou-se para avaliar as variáveis de crescimento o delineamento em blocos casualizados com seis repetições, em esquema de parcelas subdivididas 2 x 2, estando na parcela a cobertura (CC – Com Controle de evaporação e SC – Sem controle de evaporação) e na subparcela o impedimento de percolação (CI – Com impedimento e SI – Sem impedimento de percolação) com seis repetições. O delineamento experimental para avaliação das variáveis de produção e de qualidade de frutos foi em blocos casualizados com seis repetições, em esquema de parcelas subdivididas 5 x 2 x 2, ficando na parcela os diferentes dias após o plantio (DAP) (90, 180, 270, 360 e 450), na subparcela a cobertura do solo (CC – Com Controle de evaporação e SC – Sem controle de evaporação) e nas subsubparcelas o impedimento de percolação (CI – Com impedimento e SI – Sem impedimento de percolação).

## 2.6 Análise de crescimento da cultura

Foi avaliado o crescimento da cultura a cada 90 dias até a fase frutificação. Para cada avaliação foi coletada uma planta de cada parcela experimental. Em cada planta foram contabilizados o número de folhas (NF), área foliar (AF) e altura de planta (AP). As plantas foram divididas em raiz, haste talo e folhas. O material foi colocado para secar em estufa de circulação de ar forçado a 65 °C até atingir peso constante. Em seguida foi determinado a massa seca da raiz (MSR), massa seca do talo (MST) e massa seca da folha (MSF). As aferições de massa foram efetuadas com auxílio de uma balança de precisão (0,01 g). A massa seca total resultou da soma da massa seca nas diversas frações (raiz, talo e folhas), sendo mensurado: altura, número de folhas expandidas e área foliar pelo método do disco, conforme descrito por Cruz (2008).

$$AF = \frac{AD * MSF}{MSD} \quad (4)$$

Em que:

AF = área foliar (método do disco).

AD = área do disco

MSF = massa seca das folhas (g)

MSD = Massa seca do disco (g)

$$AD = 20\pi R^2 \quad (5)$$

Em que:

20 = Quantidade de discos coletados por planta.

AD = Área do disco.

R = Raio do disco.

## 2.7 Colheita e análises de frutos

Na fase de produção foram avaliados: número e peso do fruto; comprimento do fruto, medindo-se a curvatura externa de cada fruto, ou seja da inserção do talo a inserção da coroa do fruto, com uso de uma fita graduada em mm; diâmetro do fruto a partir da região mediana do fruto obtido com auxílio de paquímetro

A produtividade da cultura foi calculada por meio do peso médio dos frutos com coroa multiplicando pela densidade de plantio. Foram também avaliados o número total de dias do plantio até o florescimento (DPF), número de dias do florescimento a colheita (DFC) e do plantio à colheita (DPC), sendo feito a média por 30 frutos por parcela.

Os atributos químicos pós-colheita dos frutos do abacaxizeiro cv. BRs Imperial foram avaliados pela porcentagem de polpa e pela umidade do fruto por meio de uma balança semi analítica (IAL, 2005).

Os sólidos solúveis totais (SSt) foram obtidos com o uso de um refratômetro portátil, sendo os resultados encontrados em porcentual de açúcares e expressos em Brix (LFA, 1973). A acidez titulável na polpa do fruto (AT), o porcentual de ácido málico (g 100 g<sup>-1</sup> de tecido fresco) foi determinada de acordo com a (AOAC, 1975). Da relação entre sólidos solúveis totais e acidez

titulável, obteve-se o índice de maturação dos frutos (SST/AT) (SINCLAIR, 1961). O pH foi determinado com um pHmetro de bancada (IAL, 2005). Os atributos químicos foram determinados por média de 25 frutos por parcela.

## 2.8 Eficiência do uso da água e pegada hídrica

A eficiência do uso da água (EUA) foi obtida pela relação entre a produtividade e a lâmina bruta de irrigação calculada expressa em  $\text{kg.mm}^{-1}$ , conforme Loomis (1983). Equação (6) e a pegada hídrica foi determinada pela relação entre Lâmina bruta de irrigação aplicada e a produtividade Equação (7).

$$EUA = \frac{PROD}{LBA} \quad (7)$$

Em que:

EUA = Eficiência de uso da água ( $\text{kg.mm}^{-1}$ );

PROD = Produtividade de frutos de cada tratamento ( $\text{kg.ha}^{-1}$ );

LBA = Lâmina bruta aplicada em cada tratamento (L).

$$Pegada\ hídrica = \frac{LBA}{Prod} \quad (8)$$

Em que:

Pegada hídrica, ( $\text{L H}_2\text{O kg fruto}^{-1}$ );

LBA = Lâmina bruta aplicada em cada tratamento (mm).

PROD - Produtividade,  $\text{kg fruto ha}^{-1}$ .

## 2.9 Análises estatísticas

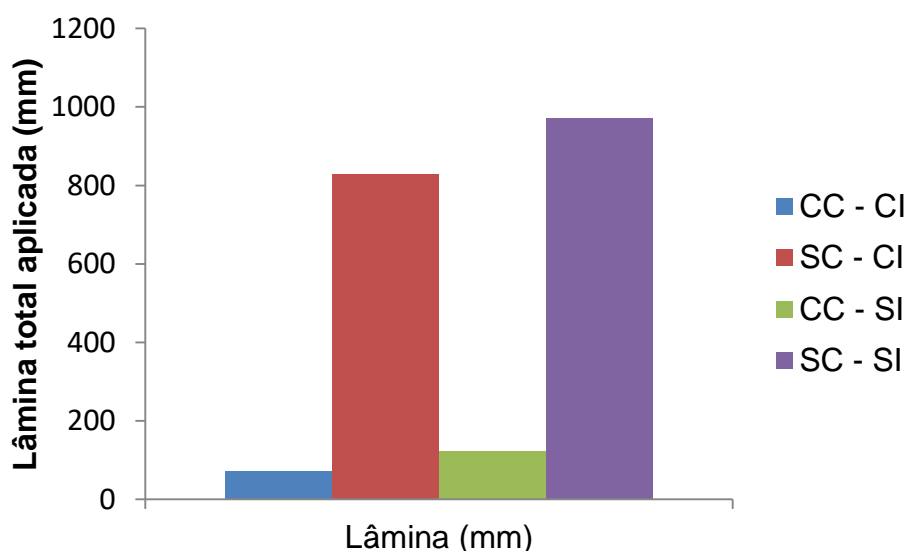
Os dados de crescimento, produção e qualidade de frutos foram submetidos a uma avaliação de homocedasticidade e em seguida foram submetidos a análise de variância, com o teste F para detectar os efeitos das fontes de variação nas variáveis dependentes. Para as fontes de variação que tiveram efeito nas variáveis dependentes de crescimento, de produção e de qualidade de frutos, as médias dessas variáveis em função dos tratamentos

foram comparadas mediante aplicação do teste de Tukey (5% de probabilidade) e análise de regressão para fontes de variação quantitativas, utilizando-se o software Sisvar (FERREIRA, 2019).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Aplicação de água a cultura

A lâmina de água aplicada ao longo do experimento para os diferentes tratamentos foi de 72,32 mm, 122,42mm, 827,13 mm e 970,98mm, para os T1-CI-CC; T2-CI-SC; T3-SI-CC; T4-SI-SC, respectivamente, conforme a Figura 10.



**Figura 10.** Lâmina total de água aplicada ao longo do ciclo do abacaxizeiro cv. Brs. Imperial sob controle de evaporação e percolação. Cruz das Almas – BA.

#### 3.2 Análise de crescimento da cultura

Todas variáveis de crescimento analisadas Número de Folhas, Comprimento da Folha D, Largura da Folha D, Massa da Folha D, Massa do Talo, Massa da Raiz, Massa Seca Total e Área Foliar Total, foram influenciadas ( $p < 0,05$ ) pelo tempo, ou seja, pelos dias após o plantio, com taxas de variação com o tempo positivas conforme Figura 11.

A utilização do mulch como cobertura do solo, sendo analisada como fator isolado, influenciou ( $p < 0,05$ ) as seguintes variáveis com maiores médias

comparadas a condição do solo sem o mulch: Número de Folhas, Comprimento da Folha D, Largura da Folha D, Massa da Folha D, Massa da Raiz, Massa Seca Total e Área Foliar Total, conforme Tabela 12. A utilização do mulch como impedimento de percolação do solo influenciou ( $p < 0,05$ ) somente a variável número de folhas. A interação dupla entre os fatores avaliados (Cobertura x DAP, Cobertura x Impedimento e Impedimento x DAP), e a interação tripla (Cobertura x Impedimento x DAP) não apresentou influência significativa para nenhuma variável estudada.

Nos cultivos comerciais, é interessante a produção de frutos graúdos, quando se refere somente a características físicas da planta e do fruto. Os aspectos que interferem no crescimento vegetativo das plantas no campo são determinantes para o sucesso econômico da atividade, pois, de acordo com PY et al. (1984) há uma correlação positiva entre altura da planta e o peso dos frutos. Para Peixoto et al. (2011) o aumento expressivo da taxa de crescimento das plantas, proporcionado pela cobertura do solo, é extremamente importante na obtenção de frutos de maior tamanho.

Em todas as épocas o número de folhas cresceu numa taxa linear, como pode ser visto na Figura 11 a, chegando a atingir média máxima de 46 folhas para os tratamentos em que o mulch foi utilizado apenas como impedimento de percolação e 39 folhas para os tratamentos em que o mulch foi utilizado como cobertura do solo (Tabela 12). Ao analisar um sistema orgânico de produção, Pereira et al. (2016), percebeu que o mulching plástico promoveu o aumento no número médio de folhas emitidas pelas cultivares 'BRS Imperial' e 'Pérola'.

É de conhecimento geral que a folha D é de grande importância para tomadas de decisão na condução de experimentos com abacaxi. É uma variável importante na avaliação do desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, na definição do momento de se realizar a indução floral (PY et al., 1984). O seu crescimento ao longo do ciclo, tanto da largura (Figura 10c), como do comprimento (Figura 11b), sob os tratamentos com cobertura do solo atingiram valor médio de 0,682 m de comprimento e 0,050 m de largura (Tabela 12), sendo que as taxas de aumento tanto do comprimento como da largura da folha D foram baixas. O valor de comprimento da folha D encontrado nesse estudo para os tratamentos com cobertura foi superior ao relatado por Sampaio et. al. (2011) para esta variável e inferior ao obtido por Silva et al. (2017) ao avaliar o

desenvolvimento vegetativo de variedades de abacaxi para recomendação de cultivo na região de Bebedouro-SP, e que obtiveram comprimento de 0,721 m para cultivar BRS Imperial.

A largura da folha “D” variou entre 0,045 m e 0,050 m (Tabela 12) e foi influenciada pela cobertura do solo, tendo em vista que a cobertura do solo proporciona um ambiente em que manutenção dos níveis de umidade do solo ou os valores da água disponível do solo (Tabela 12) se tornam bastante satisfatórios para o desenvolvimento das plantas de abacaxi. Diante dessas condições que propiciam o crescimento celular, o abacaxizeiro consegue expandir ainda mais suas folhas, o que, conseqüentemente leva a ganhos fotossintéticos. Rios et al. (2018) ao realizar estudo com a cultivar BRS Imperial, percebeu que aos 238 dias após o plantio, a largura da folha “D” atingiu a menor medida, de 3,58 cm, porém, apresentou incremento, atingindo média superior a 4 cm aos 375 dias do plantio. Os valores encontrados pelos autores foram inferiores aos obtidos nesse estudo.

O crescimento da folha “D” está vinculado a frutificação como por exemplo momento ideal de indução, podendo existir correlação positiva entre suas características morfológicas de crescimento e a massa do fruto (RIOS et al., 2018). A massa seca da folha D, como visto na Tabela 12 foi de 5,55 g, sob a influência da cobertura do solo, (Tabela 13) e de acordo com Malézieux (2003), o acúmulo de matéria seca da folha D pelo abacaxizeiro está diretamente relacionado com o índice de área foliar e com a capacidade das folhas de manterem a atividade fotossintética por maior período, o que foi confirmado neste experimento que os maiores comprimento, largura e massa seca de folha apresentaram melhor produção e características físicas de frutos. Tabela 12 e 13.

É possível confirmar que, realmente a matéria seca da folha D está diretamente relacionada com o número de folhas e índice de área foliar, pois a área foliar total apresentou desenvolvimento de forma similar aos dados de massa seca da folha D e número de folhas. (Figura 11a, 11e e 11d). A influência da cobertura do solo proporcionou área foliar de 0,893 m<sup>2</sup> (Tabela 12) reforçando ainda mais que para os tratamentos com cobertura do solo, a atividade fotossintética é maior, quando comparado aos outros tratamentos.

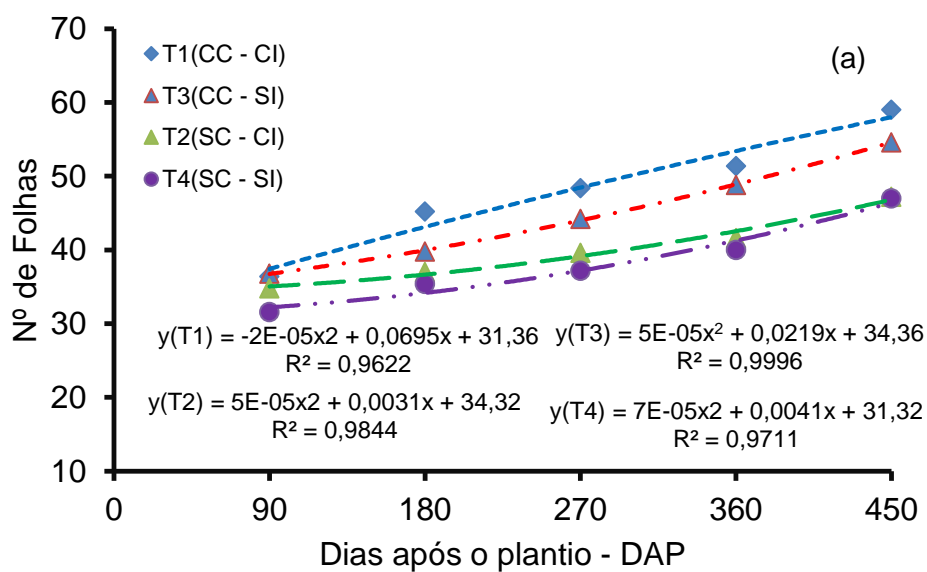
As folhas são órgãos especializados em captar a luz solar e realizar trocas gasosas com a atmosfera, assim, no abacaxizeiro a quantidade de folhas está

diretamente relacionada ao aumento do índice de área foliar e, por conseguinte, em maior produção de carboidratos, o que pode resultar em melhor desenvolvimento e produção de frutos (HOTEGNI et al., 2015).

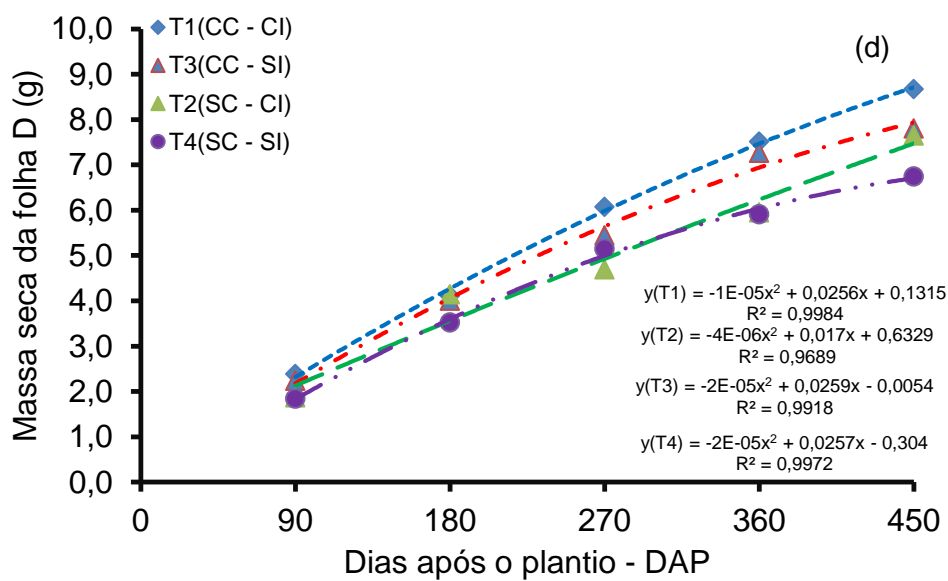
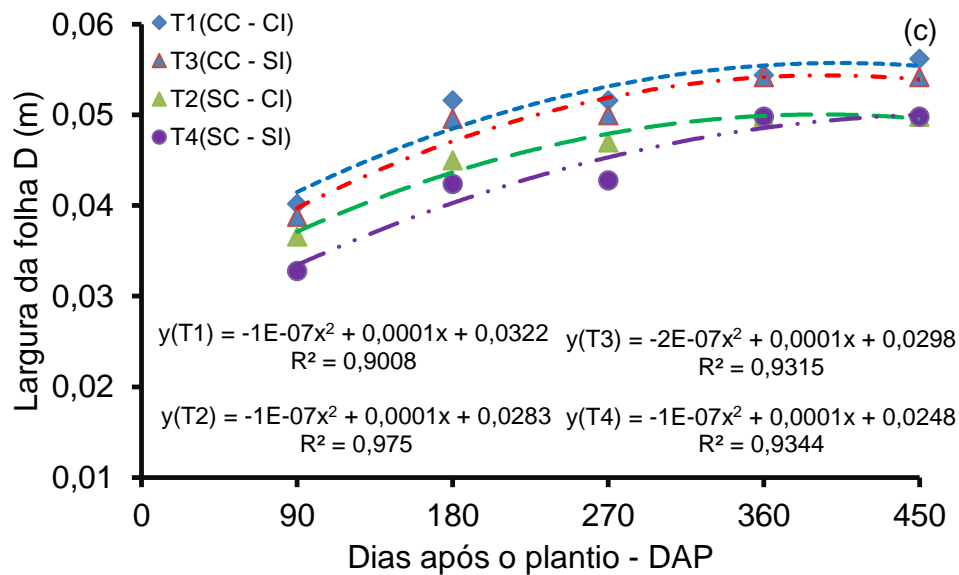
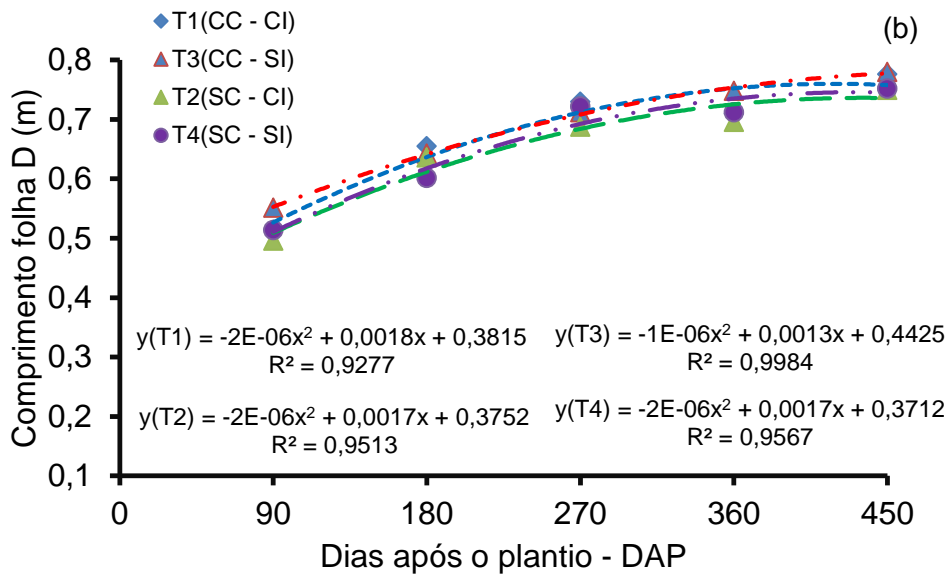
**Tabela 12.** Efeito da utilização da cobertura do solo nas variáveis de crescimento do abacaxizeiro cv. BRS Imperial. NF – Número de Folhas, CFD – Comprimento da Folha D, LFD – Largura da Folha D, MFD – Massa da Folha D, Massa da Folha – MF, MTalo – Massa do Talo, Mraiz – Massa da Raiz, MST – Massa Seca Total, AF – Área Foliar Total.

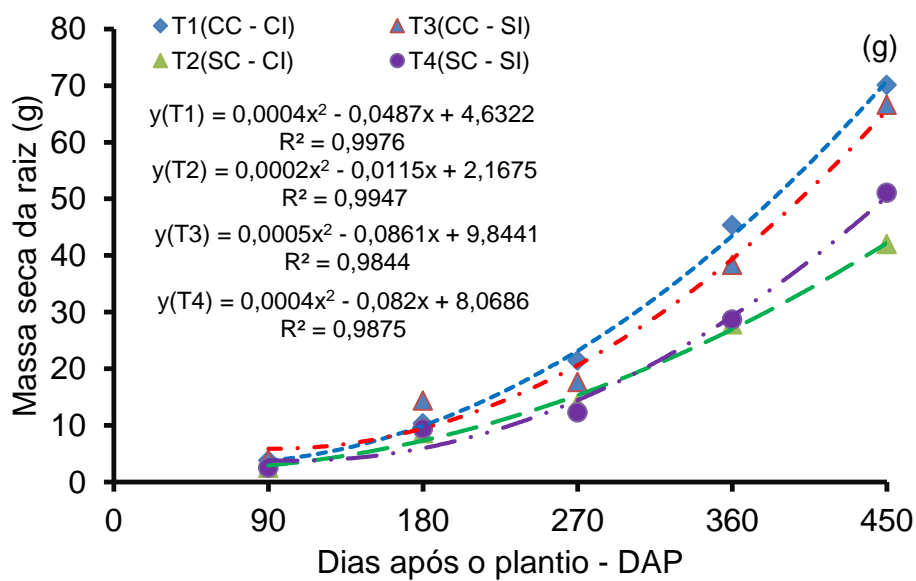
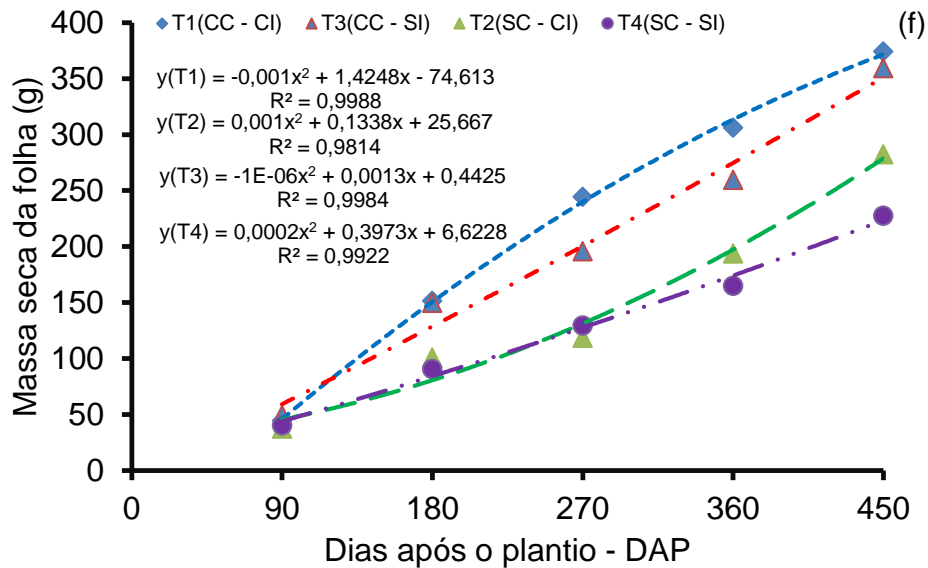
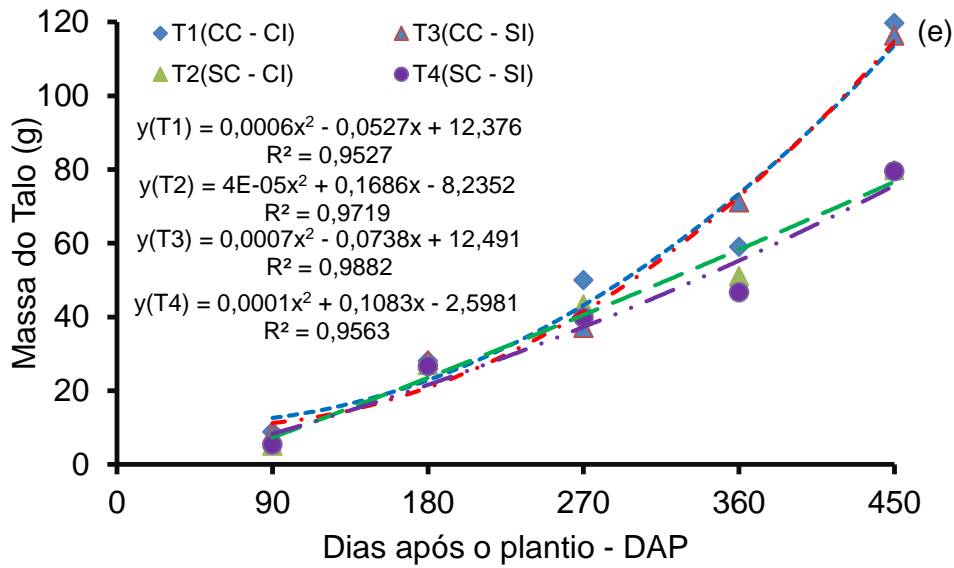
Cobertura	NF	CFD (m)	LFD (m)	MFD (g)	MF (g)	MTalo (g)	Mraiz (g)	MST (g)	ÁF (m <sup>2</sup> )
Com	39,00 b	0,682 a	0,050 a	5,55 a	215,57 a	52,68 a	29,22 a	295,46 a	0,893 b
Sem	46,00 a	0,657 b	0,045 b	4,75 b	138,57 b	40,68 a	19,89 a	199,46 b	0,611 b
CV(%)	13,4	1,82	2,58	21,09	54,92	76,02	76,36	56,24	45,22

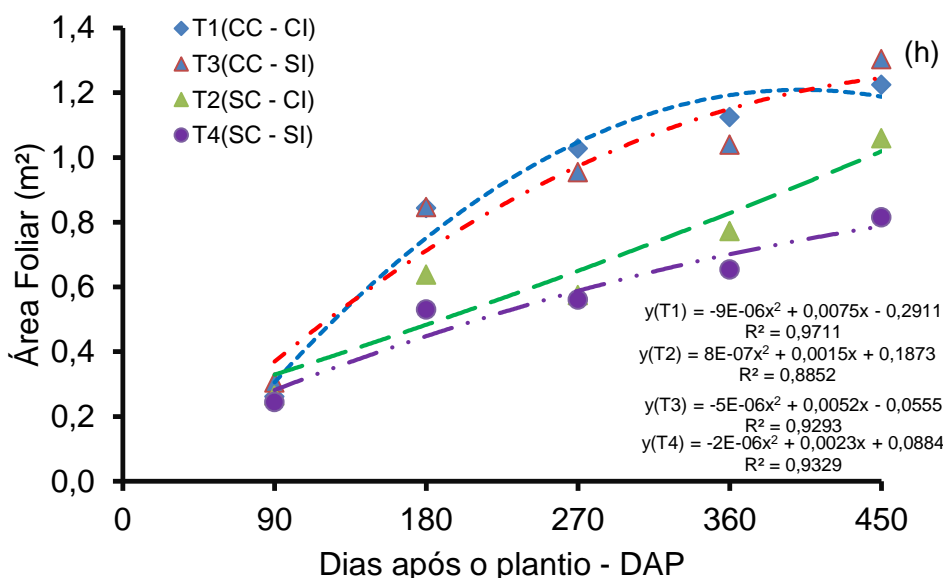
Medias seguida da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ).











**Figura 11.** Efeito da utilização da cobertura do solo em diferentes dias após o plantio no número de folhas vivas (a), comprimento de folha D (b) largura (c), massa seca da folha D (d), do talo (e), da Folha (f) e da raiz (g) e da Área foliar (h), abacaxizeiro cv. BRS Imperial.

A Figura 11 e, f, g e h, demonstra o acúmulo de matéria seca das folhas, do talo, raízes e total em função das diferentes épocas de avaliação. A cobertura do solo apresentou maiores médias das variáveis 215,7; 52,69; 29,22 e 295,46 para o acúmulo de matéria seca das folhas, do talo, raízes e total, respectivamente Tabela 12.

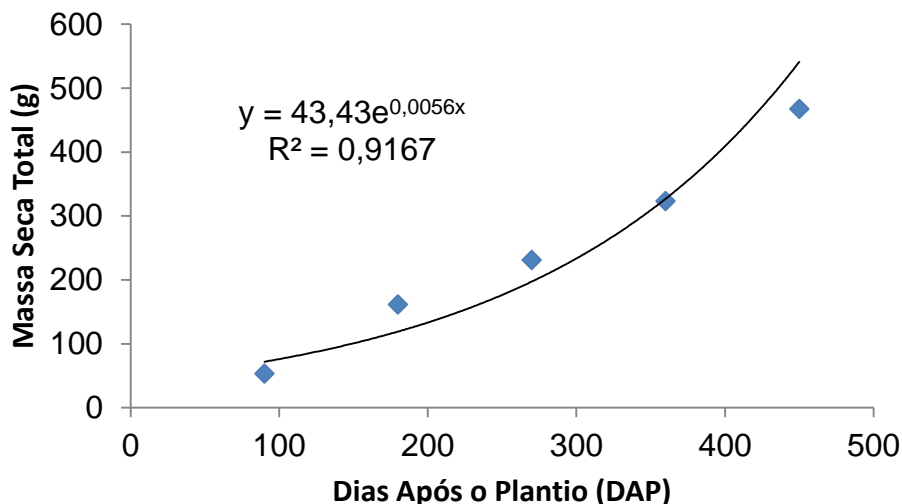
**Tabela 13.** Efeito da utilização da cobertura do solo na produção do abacaxizeiro cv. BRS Imperial. PMFCC – peso de frutos com coroa, Prod – Produtividade por hectare, Diâm – Diâmetro de fruto, Cfrut - Comprimento do fruto sem coroa, DPC – Dias do plantio a colheita e a eficiência de utilização de água.

Cobertura	PMFruto (kg)	Prod (ton há <sup>-1</sup> )	Diâm (cm)	Cfruto (cm)	Ccor (cm)	PCor (kg)	DPC (dias)	EUA (KG mm <sup>-1</sup> )
Com	1,23 a	47,23 a	11,79a	18,25 a	18,62 a	0,097 a	490,88 a	522,35 a
Sem	0,796 b	30,61b	10,501 b	14,25 b	16,62 b	0,116 a	498,62 a	34,39 b
CV(%)	11,58	11,58	5,61	5,63	7,24	7,79	4,31	12,82

Medias seguida da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

A massa seca total é resultante do somatório da massa seca das outras partes, podendo destacar que a massa seca da parte aérea e da raiz como as mais importantes (Figura 12). O acúmulo de massa seca pelo abacaxizeiro está associado ao índice de área foliar e a habilidade das folhas em manter a capacidade fotossintética por longo período (MALÉZIEUX, 2003), O acúmulo de

matéria seca no sistema radicular é extremamente importante para o desenvolvimento das plantas, uma vez que quanto maior sua extensão de contato e distribuição ao solo, mais expressiva será a absorção de água e nutrientes (MALAVOLTA, 1980).



**Figura 12.** Efeito da utilização da cobertura do solo em diferentes dias após o plantio na massa seca total do abacaxizeiro cv. BRS Imperial.

A massa seca total acumulada das plantas do abacaxizeiro cv. BRS Imperial apresentou um crescimento exponencial, provavelmente pelo fato da cultura mesmo após a colheita ainda continua fornecendo fotoassimilados para o desenvolvimento das mudas não sendo possível observar a tendência sigmoideal típica, Melo et al. (2006), também observaram um crescimento linear na cv. Pérola em cultivo irrigado e adubado.

### 3.4 Características físicas e de produção do abacaxizeiro cv. BRS imperial

Todas as variáveis de produção estudadas: Peso de coroa, peso de frutos com coroa, produtividade por hectare, diâmetro de fruto, comprimento do fruto sem coroa, dias do plantio a colheita e a eficiência de uso de água, foram afetadas ( $p < 0,05$ ) pela utilização do mulching como cobertura do solo conforme tabela 14. A interação entre os fatores avaliados (cobertura x impedimento) apresentou influência significativa para produtividade, eficiência do uso da água e a pegada hídrica, conforme tabela 15.

A coroa embeleza o fruto, mas por outro lado quando se leva em consideração a comercialização, ela é indesejada e o mercado prefere coroas pequenas, tendo em vista que elas não serão consumidas. Para as variáveis Peso de Coroa e Comprimento de Coroa foram obtidos os valores máximos 0,116 kg e 17,19 cm respectivamente. O valor do peso de coroa foi inferior ao obtido por Silva et al. (2020), enquanto que o comprimento de coroa foi superior em relação ao mesmo autor. De acordo com as exigências de qualidade de frutos para importação dos Estados Unidos, a coroa não deve ser inferior a 9,2 cm e também não pode ser maior que o dobro do comprimento do fruto (BENGOZI et al., 2007). Neste experimento o comprimento de coroa apresentou-se superior a qualidade de fruto para importações e similaridade ao comprimento do fruto (Tabela 14).

Os tratamentos com utilização de cobertura do solo – CC apresentaram valores médios das características físicas dos frutos superiores aos tratamentos sem cobertura do solo. O motivo das maiores médias pode ter ocorrido devido a cobertura do solo contribuir para reduzir a perda de água por evaporação, mantendo maior umidade do solo ou água disponível na zona radicular ocasionando menor lixiviação de sais e conseqüentemente maior disponibilização de nutrientes na zona de absorção radicular efetiva da cultura (BRAGA et al., 2017), e isso resultou em efeitos positivos na partição e alocação de fotoassimilados para os frutos (REZZO et al., 2020).

Os valores encontrados para a variável peso de frutos com coroa foram superiores aos encontrados (OLIVEIRA et al., 2015; SAMPAIO et al., 2011), ao estudar o efeito de diferentes doses de N e K nas características químicas do solo, nos teores foliares de nutrientes e nas variáveis de produção de um cultivo de 'BRS Imperial'. Os valores foram inferiores ao encontrado por Rufini et al., 2019, ao avaliar as características de crescimento vegetativo, rendimento e qualidade de frutos de abacaxizeiro cv. Pérola, submetidos a diferentes lâminas de irrigação, o que é esperado, por que o Pérola é maior que o imperial.

O valor de produtividade média foi superior à média brasileira para abacaxizeiro em 2018 que foi de 24,7 t ha<sup>-1</sup> segundo dados do IBGE (2019)

**Tabela 14.** Efeito da utilização do impedimento de percolação de água no solo na produção do abacaxizeiro cv. BRS Imperial. PFruto – peso de frutos com coroa, Prod – Produtividade por hectare, Diâm – Diâmetro de fruto, Cfrut - Comprimento do fruto sem coroa, CCor – Comprimento de coroa, Pcor – Peso de coroa, DPI - Dias do plantio a indução, DPC – Dias do plantio a colheita, EUA – Eficiência da utilização da água e a Peghidr – Pegada hídrica.

Percolação	PMFruto (kg)	Prod (ton há <sup>-1</sup> )	Diâm (cm)	Cfruto (cm)	CCor (cm)	PCor (kg)	DPC (dias)	EUA (KG mm <sup>-1</sup> )	PegHid (L Kg <sup>-1</sup> )
Com	1,041,44 a	40,05 a	11,18 a	16,61 a	17,85 a	0,114 a	491,24 a	352,82 a	22,18b
Sem	0,9827 a	37,79 a	11,11a	16,13 a	17,19 a	0,098 a	498,27 a	203,92 b	303,56a
CV(%)	9,28	9,28	3,56	5,37	6,6	19,18	5,12	6,6	23,37

Medias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

De acordo com Silva et al., (2020a) o diâmetro dos frutos pode diminuir à medida em que aumenta a competição das plantas por água, luz e nutrientes, e o uso da cobertura possibilita um ambiente favorável que reduz ou elimina totalmente a competição por esses três fatores. O valor máximo obtido do diâmetro do fruto foi de 11,18 cm. Esse valor foi superior ao encontrado por Silva et al., (2020) ao determinar a produtividade e avaliar a qualidade física e química dos frutos do abacaxi 'Pérola' em função de lâminas de irrigação via gotejamento, superior também a Silva et al., 2020b ao realizarem estudos com a cultivar Pérola.

Para a variável comprimento dos frutos sem coroa o valor máximo encontrado foi de 16,61 cm, esse valor é superior ao obtido por Sampaio et al. (2011), ao comparar desenvolvimento de cultivares de abacaxizeiro encontraram para a cv, BRS Imperial 12,1 cm de comprimento de fruto. O uso da cobertura do solo com o mulch e o uso do plástico como impedimento de percolação proporcionou um aumento significativo na eficiência de uso de água para o abacaxizeiro BRS Imperial. O máximo valor de eficiência na utilização da água encontrados nos tratamentos com cobertura do solo, atingindo 667,12 Kg mm<sup>-1</sup> correspondente a combinação do mulch e do impedimento de percolação. Nessa condição toda água aplicada pela irrigação fica à disposição da zona radicular sem qualquer perda o que correspondeu a uma pegada hídrica de 16,11 L kg<sup>-1</sup> de fruto, o que diferenciou na EUA do tratamento com apenas o mulch mas sem o impedimento da percolação de 79%, sendo que esse tratamento apresentou uma pegada hídrica de 28,25 L kg<sup>-1</sup> de fruto. Os tratamentos sem cobertura foram os que tiveram menor EUA e maior pegada hídrica com valores de 266,0 L kg<sup>-1</sup>

e 341 L kg<sup>-1</sup>. Assim, nas condições desse estudo tem-se uma diferença entre o tratamento com mulch sem impedimento de percolação e o tratamento sem mulch e sem impedimento de percolação de 313 litros de água para a produção de 1 kg de abacaxi BRS Imperial conforme Tabela 15.

**Tabela 15.** Efeito da interação da cobertura do solo com o impedimento da percolação da água no solo na eficiência de utilização da água e pegada hídrica do abacaxizeiro cv. BRS Imperial.

Impedimento de Percolação	Cobertura		Cobertura		Cobertura	
	CC	SC	CC	SC	CC	SC
	Produtividade (Kg hectare <sup>-1</sup> )		EUA (Kg mm <sup>-1</sup> )		PegHidr (LH <sub>2</sub> O Kg de fruto <sup>-1</sup> )	
CI	48,24 aA	31,86 bA	667,12 aA	38,52 bA	16,11aB	266,04 bB
SI	46,22 aA	29,36 bA	377,6 aB	30,24 bB	28,25aA	341,09 bA

Medias seguida da mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

Os resultados confirmam que o abacaxizeiro é uma cultura bem conhecida por apresentar elevada eficiência no uso de água (EUA) (TAIZ; ZEIGER, 2017). Essa característica associada a tecnologias de redução no dispêndio de água de uso do mulch promoveram valores satisfatórios em relação a eficiência de uso da água nesse estudo. A utilização do mulch tanto como cobertura do solo, como impedimento de percolação, contribuíram para maior eficiência de uso da água pelas plantas, isto é, com maior produção de matéria seca por milímetro de água transpirada ou evapotranspirada.

### 3.5 Qualidade do fruto do abacaxizeiro cv. BRS imperial

Conforme o resultado de teste F (Tabela 16), a cobertura do solo apresentou efeito isolado significativo para as variáveis, acidez titulável, índice de maturação e potencial hidrogeniônico (pH). O melhor desempenho em qualidade dos frutos foi observado no tratamento com cobertura do solo. A interação entre os fatores avaliados (Cobertura x Impedimento) não apresentou influência significativa em nenhuma variável. Para sólidos solúveis totais (SST)

não houve diferença significativa entre as médias para os frutos dos dois tratamentos (com e sem cobertura do solo).

**Tabela 16.** Efeito da utilização da cobertura do solo nos atributos químicos avaliados na polpa dos frutos do abacaxizeiro cv. BRS Imperial. ATT - acidez total titulável, SST - sólidos solúveis totais, SST/AT - índice de maturação, PH - potencial hidrogeniônico.

Cobertura	ATT	SST	SST/AT	PH
Com	0,55 a	16,12 a	30,48 a	3,93 a
Sem	0,73 b	16,65 a	23,95 b	3,71 b
CV(%)	10,29	4,68	2,74	2,17

Medias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

Os sólidos solúveis totais são de grande relevância para a determinação da qualidade dos frutos. A maioria das amostras avaliadas (Tabela 17) obteve valores de sólidos solúveis totais dentro da faixa proposta por Chitarra; Chitarra (2005), afirma que os valores ótimos de sólidos solúveis totais para o abacaxi estão entre 14 – 16 °Brix para frutos de boa qualidade e para o consumo in natura.

O pH, assim como a acidez titulável, estão relacionado ao processo de amadurecimento dos frutos (REINHARDT; MEDINA, 1992), e foi possível identificar que os tratamentos com coberturas proporcionaram um pH um de caráter ácido (Tabela 17). Os valores de pH encontrado nesse estudo estão dentro da faixa aos encontrados por Silva et al., (2020). No entanto foram superiores aos encontrados por Pinheiro et al. (2006), que ao analisar a qualidade química e físico-química de sucos concentrados de abacaxi detectaram variação de pH de 3,46 a 3,63.



**Tabela 17.** Efeito da utilização do controle de percolação de água do solo nos atributos químicos avaliados na polpa dos frutos do abacaxizeiro cv. BRS Imperial. AT - acidez titulável, SST - sólidos solúveis totais, SST/AT - índice de maturação, PH - potencial hidrogeniônico.

Percolação	AT	SST	SST/AT	PH
Com	0,66 a	16,40 a	26,24 a	3,80 a
Sem	0,61 a	16,36 a	28,18 a	3,84 b
CV(%)	14,98	3,04	14,93	1,85

Medias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

A relação entre os sólidos solúveis totais e acidez titulável (SST/ATT), deve ser compreendida como equilíbrio entre os dois fatores, e quanto mais for elevado o valor da razão, mais doces serão os frutos (LIMA et al., 2015). Os valores variaram de 23,95 a 30,48, estes valores foram inferiores ao encontrados por Silva et al., (2020). Pérez et al. (2005) ao utilizar cobertura plástica no cultivo do abacaxizeiro obtiveram resultados significativamente melhores do que o solo sem cobertura, para os atributos °Brix e acidez titulável, apresentando frutos menos ácidos.

#### 4. CONCLUSÃO

O mulch plástico contribuiu significativamente para o aumento em todas as variáveis de crescimento da cultivar BRS Imperial quando comparado ao não uso do mesmo.

O aumento da taxa de crescimento das plantas, proporcionado pela cobertura do solo, resultou na produção de frutos de maior tamanho.

Os tratamentos com utilização de cobertura do solo proporcionaram maiores dimensões e qualidades de frutos.

A cobertura do solo proporciona maior disponibilidade de água na zona radicular, com menor necessidade de reposição de água, maior eficiência do uso da água e menor pegada hídrica do abacaxizeiro BRS Imperial.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, O. A.; SOUZA, L. F. S. Irrigação e fertirrigação na cultura do abacaxi. In: SOUSA, V. F.; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. **Irrigação e fertigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2011. Cap. 11, p. 24-771.

ANTONINI, J. C. A.; VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; MACENA, F. A.; NAUDIN, K.; MALAQUIAS, J. V. Desempenho agrônômico de mandioca de mesa manejada com irrigação e uso de cobertura plástica do solo. **Colloquium Agrariae**, v. 16, n. 6, p. 47-55, 2020.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. 12.ed. Washington, D.C.: Association of Analytical Chemistry, 1094p. 1975.

BAIDHE, E.; KIGOZI, J.; MUKISA, I.; MUYANJA, C.; NAMUBIRU, L.; KITARIKAWA, B. Unearthing the potential of solid waste generated along the pineapple drying process line in Uganda: a review. **Environmental Challenges**, v. 2, p. 100012, 2021.

BATISTA, L. S.; COELHO, E. F.; CARVALHO, F. A. P.; SILVA, M. G.; GOMES FILHO, R. R.; GONÇALVES, A. A. Calibração de sonda artesanal de uso com tdr para avaliação de umidade de solos. *Rev. Bras. Agric. Irr.* v. 10, nº.2, Fortaleza, p. 522 - 532, Mar - Abr, 2016.

BENGOZI, F. J.; SAMPAIO, A. C.; GUTIERREZ, A.D. de S.; RODRIGUES, V. M.; PALLAMIN, M. L. Qualidades físicas e químicas do abacaxi comercializado na Ceagesp - São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, p.540-545, 2007.

BENICASA, M. M. P. Análise de Crescimento de Plantas (noções básicas). Jaboticabal. **FUNEP**. 2004. 42p.

BRAGA, M.B.; MAROUELLI, W.A.; RESENDE, G.M.; MOURA, M.S.B.; COSTA, N.D.; CALGARO, M.; CORREIA, J.S. 2017. Coberturas do solo e uso de manta agrotêxtil (TNT) no cultivo do meloeiro. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 1, p. 147-153, 2017.

CABRAL, J.R.S. & MATOS, A.P. **Desenvolvimento de híbridos de abacaxi resistentes à fusariose**. Cruz das Almas, BA: Embrapa-CNPMF, 4p. 2005. (Comunicado Técnico, 88).

CARVALHO, D. F.; RIBEIRO, E. C.; GOMES, D. P. Marketable yield of onion under different irrigation depths, with and without mulch. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 2, p. 107-112, 2018.

COELHO, E. F.; VELLAME, L. M.; COELHO FILHO, M. A. Sonda de TDR para estimativa da umidade e condutividade elétrica do solo, com uso de

multiplexadores. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 4, p. 475-480, 2005.

COELHO, E. F.; SILVA, A. J. P.; DONATO, S. L. R.; S. JUNIOR, E. B.; OLIVEIRA, P. M. Sistemas de irrigação localizada e manejo de água em bananeira. **Informe Agropecuário**, v. 36, p. 7-18, 2015.

CRUZ, T. V. Crescimento e produtividade de cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura no Oeste da Bahia. 2008. 99p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Centro de Ciências Agrárias e Ambientais. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2008.

CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 783p

DANTAS, D. C.; MEDEIROS, J. F.; GUIMARÃES, F. A. Produção e qualidade do meloeiro cultivado com filmes plásticos em respostas à lâmina de irrigação **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 3, p. 652-661, 2011.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAOSTAT. Disponível em: FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAOSTAT. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>> Acesso em: 29 abr. 2020.

FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. **FAOSTAT**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. Acesso em: 11/03/2021.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**. v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FILIPOVIĆ, V.; ROMIĆ, D.; ROMIĆ, M. Plastic mulch and nitrogen fertigation in growing vegetables modify soil temperature, water and nitrate dynamics: experimental results and a modeling study. **Agricultural Water Management**, v. 176, n.1, p. 100-110, 2016.

GIACOMELLI, E.J.; PY, C. O abacaxi no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, 1981. 101p.

HOTEGNI, V. N. F.; LOMMEN, W.J.M.; AGBOSSOU, E.K.; STRUIK, P.C. Influence of weight and type of planting material on fruit quality and its heterogeneity in pineapple [*Ananas comosus* (L.) Merrill]. **Frontiers in Plant Science**, v. 5, n. 798, p. 1-15, 2015.

GUIMARÃES, M.; LOPES, I.; OLDONI, H.; COELHO FILHO, M. A. Balanço hídrico para diferentes regimes pluviométricos na região de Cruz das Almas-BA. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 59, n. 3, p. 252-258, 2017.

HOSSAIN, F. World pineapple production: an overview. **African Journal Of Food, Agriculture, Nutrition And Development**, v. 16, n. 4, p. 11443-11456, 2016.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal 2019**. 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>. Acesso em: 11/07/2021.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema IBGE de recuperação automática - **SIDRA: levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: .Acesso em: 20 jun. 2021.

INSTITUTO ADOLFO LUIZ (IAL). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**, 4 ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2005.

KÜSTER, I.S.; ALEXANDRE, R.S.; ARANTES, S.D.; SCHMILDT, E.R.; ARANTES, L.O.; BONOMO, R.; KLEM, D.L.B. Influência da época de plantio e indução floral na qualidade de frutos de abacaxi 'Vitória'. **Revista Ifes Ciência**, v.3, n.2, p.29-53, 2017.

PINHEIRO, A. M.; FERNANDES, A. G.; FAI, A. E. C.; PRADO, G. M.; SOUSA, P. H. M.; MAIA, G. A. Avaliação química, físico-química e microbiológica de sucos de frutas integrais: abacaxi, caju e maracujá. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.1, p.98- 103, 2006.

PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. Análise quantitativa do crescimento de vegetais. Campinas. Instituto Agrônomo. Campinas, 1987. 33 p. (IAC-Boletim Técnico n. 114).

LIMA, T.L.S.; CAVALCANTE, C.L., SOUZA, D.G.S.; SILVA, P.H.A.; SOBRINHO, L.G.A. Avaliação da composição físico-química de polpas de frutas comercializadas em cinco cidades do Alto Sertão paraibano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.10, n.2, p.49-55. 2015. Disponível em: Acesso 15 mai 2020.

LABORATORY IN FOOD ANALYSIS. Lond: Butterworths, p. 58-60, 1973.

LEDIEU, J.; RIDDER, P.; CLERCK, P. A Method of Measuring Soil Moisture by Time-Domain Reflectometry. **Jornal of Hydrology**, v. 88, p. 319-328, 1986.

Liu CH, Liu Y, Yi GJ, Zhong Y e BJiang. Efeitos da cobertura do filme plástico em vários índices fisiológicos de plantas de abacaxi. **Chinese J. Trop. Colheitas**, v. 29, n. 5, p. 546-550, 2008.

LOOMIS, R. S. Crop manipulations for efficient use of water: An overview. In: TAYLOR, H. M.; JORDAN, W. R.; SINCLAIR, T. R. **Limitations to efficient water use in crop production**. (ed). American Society of Agronomy, Crop Society of America, and Soil Science Society of America, Madison WI. p.345-374, 1983.

MALÉZIEUX, E.; BARTHOLOMEW, D.P. Plant nutrition. In: BARTHOLOMEW, D.P.; PAUL, R.E.; ROHRBACH, K.G. (Eds). The Pineapple: botany, production and uses. Honolulu: CAB, 2003. p. 143-165.

MELO, A. S. DE; NETTO, A. O. A.; NETO, J. D.; BRITO, M. E. B.; VIÉGAS, P. R. A.; MAGALHÃES, L. T. S.; FERNANDES, P. D. Desenvolvimento Vegetativo, Rendimento da Fruta e Otimização do Abacaxizeiro cv. Pérola em Diferentes Níveis de Irrigação. **Ciência Rural**, v. 36, n.1, 2006.

REINHARDT, D. H. R.; MEDINA, V. M. Crescimento e qualidade do fruto do abacaxi cv. Pérola e Smooth Cayenne. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.27, n.3, p.435-447, 1992.

RIOS, E. S. C.; MENDONÇA, R. M. N.; CARDOSO, E. de AL.; COSTA, J. P. da; SILVA, S, de M. Quality of 'Imperial' pineapple infructescence in function of nitrogen and potassium fertilization. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 13, n. 1, p. 01-08, 2018.

RUFINI, J. C. M.; FAGUNDES, M. C. P.; BORGES JUNIOR, J. C. F.; ALENCAR, C. A. B.; MOURA, M. M.; MAGALHÃES, D. S. Crescimento vegetativo, rendimento e qualidade de frutos de abacaxizeiro em lâminas de irrigação. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 18, n. 3, p. 289-296, 2019.

SAMPAIO, A. C.; FUMIS, T. F., LEONEL, S. Crescimento vegetativo e características dos frutos de cinco cultivares de abacaxi na região de bauru-sp. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 33, n. 3, p. 816-822, Setembro 2011

OLIVEIRA, A. M. G.; NATALE, W.; ROSA, R. C. C.; JUNGHANS, D. T. Adubação n-k no abacaxizeiro 'brs imperial' – ii efeito no solo, na nutrição da planta e na produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 3, p. 764-772, 2015.

PEIXOTO, C. P.; CRUZ, T. V.; PINTO PEIXOTO, M. F. S. ANÁLISE QUANTITATIVA DO CRESCIMENTO DE PLANTAS: Conceitos e Prática ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.13; 2011.

PEREIRA, F. das N.; OLIVEIRA, F. O. de P.; PADUA, T. R. P. de; MATOS, A. P. Uso de mulching plástico para o cultivo de variedades de abacaxi em sistema orgânico de produção. In: Jornada Científica Embrapa Mandioca e Fruticultura, 10., 2016: Cruz das Almas, BA. Traduzindo ciência para o mundo: **resumos**. Brasília, DF: Embrapa, 2016

PEREIRA, M.A.B.; SIEBENEICHLER, S.C.; LORENÇONI, R.; ADORIAN, G.C.; SILVA, J.C.; GARCIA, R.B.R.; PEQUENO, D.N.L.; SOUZA, C.M.; BRITO, R.F.F. Qualidade do fruto de abacaxi comercializado pela cooperfruto - Miranorte/TO. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.4, p.1048-1053, 2009.

PÉREZ, P.G., GARCÍA, M.P.G., REBOLLEDO, L.M., URIZA, D.A., TINOCO, A.A.C.; REBOLLEDO, A.M. Planting densities and plastic mulching for "Smooth

Cayenne" pineapple grown in an AW2 climate fluvisol soil in Veracruz, Mexico. **Acta Horticulturae** n. 666, p. 271-275, 2005.

PY, C.; LACOEUILHE, J. J.; TEISSON, C. L' Ananás: sa culture, sés produits. Paris: Maisonneuve et Larose, 1984. 537p.

REZENDE, J. O. Recôncavo Baiano, berço da Universidade Federal segunda da Bahia: passado, presente e futuro. Salvador: PeA, p. 194, 2004.

REZZO, D.D.P.Z.; SILVA, H.L.O.; SOUSA, F.F.; CAETANO, E.J.M.; QUEIROGA, R.C.F.; SILVA, L.J.S.; SILVA, F.A. Fitomassa e produtividade da melancia cultivada sob diferentes números de frutos e espaçamento de plantio. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. 1-16, 2020.

SILVA, R. R.; PAROLIN, L. G.; MINGOTTE, F. L. C.; FUZETO, A. P. Desenvolvimento vegetativo de variedades de abacaxi na região de bebedouro-sp. **Science And Technology Innovation In Agronomy**, v.1, n.1, p. 13-21, 2017.

SILVA, T. R. G.; SILVA, J. C.; LIMA, D. F.; SANTOS, L. J. S.; BARBOSA JÚNIOR, M. R.; SANTOS, M. A. L. Produtividade e qualidade dos frutos do abacaxi 'pérola' em função de lâminas de irrigação. **Brazilian Journal Of Development**, v. 6, n. 6, p. 40140-40152, 2020.

SINCLAIR, W. B. Division of agricultural sciences. Califórnia. USA: Oranpa University. 1961.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 6. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2017. 230p.

TEIXEIRA, C. A. D.; ROSA NETO, C.; LEÔNIDAS, F. das C.; COSTA, J. N. M.; VIEIRA JUNIOR, J. R.; SILVA, F. de A. C.; ARAÚJO, L. V. de; COSTA, R. S. C. da; ALVES, E. A.; CARARO, D. C.; ANDRADE NETO, R. de C.; WADT, P. G. S. **Sistema de produção para a cultura do abacaxi no estado de Rondônia**. Embrapa Rondônia-Sistema de Produção (INFOTECA-E), 2020. Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1123953> > Acesso em: 07/06/2021.

**CAPÍTULO III – MANEJO E BALANÇO DE ÁGUA DO ABACAXIZEIRO CV. BRS  
IMPERIAL SOB TÉCNICA DE REDUÇÃO DE DISPÊNDIO DE ÁGUA**

## MANEJO E BALANÇO DE ÁGUA DO ABACAXIZEIRO CV. BRS IMPERIAL SOB TÉCNICA DE REDUÇÃO DE DISPÊNDIO DE ÁGUA

### RESUMO

As atividades agrícolas demandam grandes quantidades de água e, sendo cada vez mais preocupante a sua escassez, esforços têm sido empregados no desenvolvimento de pesquisas que possibilitem a sua economia, em todo o planeta. Diante disso, o objetivo deste trabalho é avaliar o efeito da utilização do mulching plástico como estratégia de controle da evaporação e percolação no manejo da irrigação e balanço de água para a cultura do abacaxizeiro cv. BRS Imperial. O experimento foi desenvolvido no município de Cruz das Almas – BA, nas dependências da Embrapa Mandioca e Fruticultura – EMBRAPA O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento e utilizou-se de um equipamento de Reflectometria no Domínio do Tempo (TDR para determinar o conteúdo de água no solo e o manejo de irrigação foi realizado através do cálculo de lâminas para reposição da água para a capacidade de campo do solo conforme a média da umidade antes da irrigação nas segundas, quarta e sexta-feira, com o auxílio do equipamento da TDR. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas 2 x 2, sendo na parcela com impedimento de percolação (CI) ou sem impedimento de percolação (SI), na subparcela, a presença (CC) ou não (SC) da cobertura do solo isto é, quatro tratamentos (T1-CI-CC; T2-CI-SC; T3-SI-CC; T4-SI-SC), com quatro repetições. E Foram avaliadas as seguintes variáveis: Água disponível, armazenamento de água no solo, extração de água, evapotranspiração da cultura e coeficiente de cultivo. O uso de cobertura do solo proporcionou uso mais eficiente da água, promovendo economia quanto a utilização desse recurso hídrico.

**Palavras-chave:** Armazenamento de água. Frequência de irrigação. consumo hídrico. cobertura do solo.



## **ABSTRACT**

Agricultural activities demand large amounts of water and, as its scarcity is increasingly worrying, efforts have been employed in the development of researches that enable its economy, all over the planet. Therefore, the objective of this work is to evaluate the effect of using plastic mulching as a strategy to control evaporation and percolation in the management of irrigation and water balance for the cultivation of pineapple cv. BRS Imperial. The experiment was carried out in the city of Cruz das Almas – BA, in the premises of Embrapa Cassava and Fruits – EMBRAPA. The irrigation system used was drip irrigation and a TDR equipment was used to determine the water content in the soil and its management of irrigation was performed through the calculation of blades for water replacement for the field capacity of the soil as the average moisture before irrigation on Mondays, Wednesdays and Fridays, with the aid of the TDR equipment - Reflectometry in the time domain. The experimental design was in randomized blocks in a 2 x 2 split plot scheme, with the presence (CC) or not (SC) of coverage in the plot with percolation impediment (CI) or without percolation impediment (SI), in the subplot of soil, that is, four treatments (T1-CI-CC; T2-CI-SC; T3-SI-CC; T4-SI-SC), with four replications. The following variables were evaluated: available water, soil water storage, water extraction, crop evapotranspiration and crop coefficient. The use of ground cover provided more efficient use of water, promoting savings in the use of this water resource.

**Keywords:** Water storage. Frequency of irrigation. Water consumption. Ground cover.

## 1. INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos são de fundamental importância no desenvolvimento de diversas atividades econômicas. Dentre elas está a produção agrícola, que além de ser uma prática muito antiga, é indiscutível sua relevância na produção de alimentos, tornando-se a base para a segurança alimentar e economia mundial. Embora seja clara a sua importância, é uma técnica que necessita ser avaliada como instrumento essencial para viabilizar o desenvolvimento socioeconômico de regiões desfavorecidas, e ela deve ser viabilizada principalmente para regiões em que produção agrícola é afetada pela escassez de chuvas e pela falta da disponibilidade hídrica (GUTIERRES; NEVES 2021).

As atividades agrícolas demandam grandes quantidades de água e, tem se tornado cada vez mais preocupante a sua escassez. Esforços têm sido empregados no desenvolvimento de pesquisas que possibilitem a sua economia, em todo o planeta. Neste sentido, o correto conhecimento da evapotranspiração das culturas, seja para projeto e/ou manejo de irrigação, assume fundamental importância (CARVALHO et. al. 2011). Muito se fala do uso de mecanismos e técnicas de economia de água na agricultura, que visam propiciar um melhor aproveitamento dos recursos hídricos disponíveis.

O monitoramento regular da umidade do solo é fator primordial para o manejo racional da água de irrigação, tanto para estabelecer o momento de irrigar quanto para determinar a lâmina de água a ser aplicada. Ao longo do tempo foram desenvolvidas diversas metodologias e equipamentos para a determinação da umidade do solo, que define o teor de água existente no solo. Entre estes existe grande variação de precisão, de custo e praticidade (BRAGA et al., 2018).

O manejo da irrigação pode ser realizado por meio de três processos: processos baseados nas condições atmosféricas, nas condições de umidade do solo e no estado hídrico da planta. Pode ser feito também o manejo integrado, que recomenda a irrigação baseada nas condições da atmosfera e do solo, conjuntamente (BALBINO, 2016; GAVA et al., 2016). Essas medidas de teor de água no solo podem ser feitas por meio de: determinação gravimétrica do teor de umidade no solo, utilização de medidores diretos de umidade no solo (sonda de nêutrons, TDR), medidores indiretos de umidade no solo, como os blocos de

resistência elétrica, tensiômetros e irrigas (SOUSA et al., 2019). Todas essas metodologias e técnicas existentes visam proporcionar uma irrigação eficiente, ou seja, aquela com menor consumo de energia e menor dispêndio de água, contribuindo para a maior conservação dos recursos hídricos. Essa irrigação eficiente requer também a reposição correta da água perdida pelas plantas desde a última irrigação. Os sensores que medem a umidade e a tensão de água do solo são instrumentos para se alcançar uma irrigação eficiente. Contudo, é preciso posicioná-los adequadamente na zona radicular das plantas para que se possa definir corretamente quando irrigar e o quanto deve ser aplicado de água. (COELHO & SIMÕES, 2015).

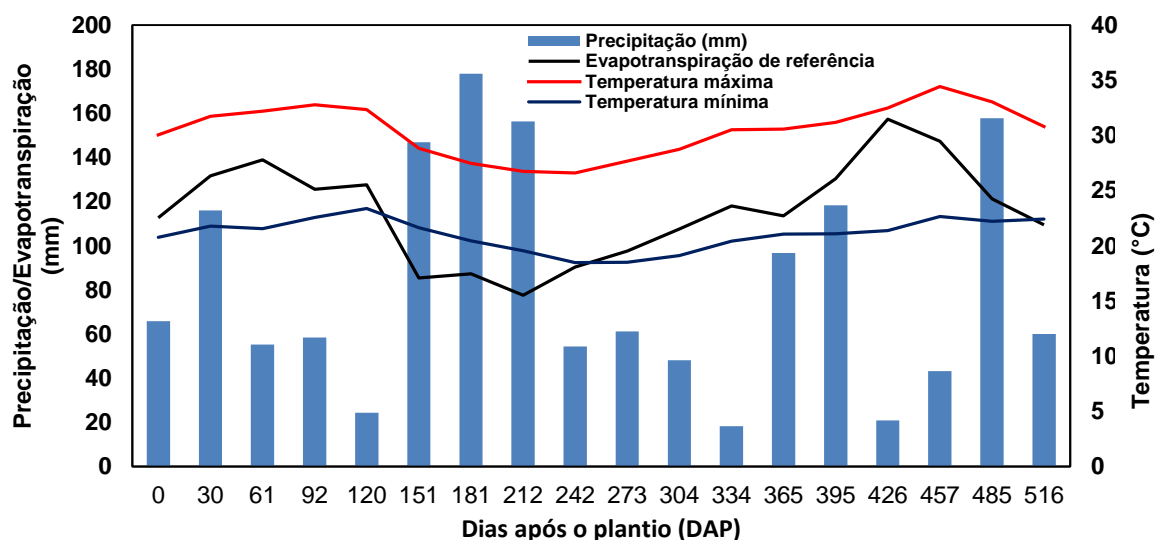
No intuito de potencializar a redução da perda de água na irrigação, é necessário conciliar essas técnicas de medida de umidade com outras tecnologias. Uma tecnologia que tem se destacado é a utilização da cobertura do solo na produção agrícola, principalmente por apresentar efeitos positivos na redução da perda de água por evaporação, no armazenamento de água no solo e no conteúdo de matéria orgânica (GALDOS et al., 2009; SANTANA et al., 2011). A água mantida no solo por mais tempo favorece o crescimento e o desenvolvimento das culturas (ANJOS et al., 2017), aumenta a disponibilidade de água no solo e incrementa a eficiência de uso da água pela redução dos volumes aplicados sendo mais notórios em regiões secas (DARYANTO; WANG; JACINTHE, 2017).

Liu et al. (2013) relatou que o uso de plástico como cobertura morta reduziu a evaporação da água do solo em cerca de 90%. A cobertura do solo com palhada proporciona melhor aproveitamento da água e auxilia na relação solo-água-planta-atmosfera, por diminuir a temperatura e a evaporação da água e aumentar a permanência da umidade no perfil do solo (PEREIRA et al., 2015). Os benefícios da cobertura morta de filme plástico de superfície são resultado da melhoria da água do solo e das condições térmicas, como o aumento do armazenamento de água na camada superficial do solo (WANG et al., 2015),

Diante disso, o objetivo deste trabalho é avaliar o efeito da utilização do mulching plástico como estratégia de controle da evaporação e percolação no manejo da irrigação e balanço de água para a cultura do abacaxizeiro cv. BRS Imperial.

## 2. MATERIAS E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no município de Cruz das Almas – BA, nas dependências da Embrapa Mandioca e Fruticultura – EMBRAPA. O clima local é tropical quente úmido, tipo Aw a Am conforme a classificação de Köppen, com médias anuais de precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa de 1.131,17 mm, 24,5 °C e 80%, respectivamente (REZENDE, 2004; GUIMARÃES et al, 2017). A área experimental foi localizada nas coordenadas geográficas: latitude 12°40'12" S, longitude 39°06'07" W e altitude de 220 m Os dados pluviométricos coletados durante a condução do experimento são apresentados na Figura 13.



**Figura 13.** Dados pluviométricos coletados durante a condução do experimento do ciclo do abacaxizeiro cv BRs Imperial.

### 2.1 Caracterização do solo

Antes da implantação do experimento, foram coletadas amostras indeformadas para análise dos atributos físicos e deformadas para análise química do solo da área experimental. Em seguida, essas amostras foram levadas ao laboratório de Física do Solo e ao Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas, da Embrapa Mandioca e Fruticultura, onde foram determinados os atributos físicos e químicos do solo, que podem ser vistos na Tabela 18 e Tabela 19.

**Tabela 18.** Atributos físicos do solo da área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas - BA.

Composição granulométrica (g kg <sup>-1</sup> )								
Areia muito grossa	Areia grossa	Areia média	Areia fina	Areia muito fina	Areia total	Silte	Argila	Classificação Textural
27	197	251	243	15	733	94	173	Franco arenoso
Porosidade (%)								Densidade do solo (g.cm <sup>-3</sup> )
Macro			Micro			Total		
11,98			19,12			31,10		1,55
Retenção de água (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )								
0,01 Mpa	0,033 MPa	0,1 MPa	0,3 MPa	1,5 MPa	Água disponível			
0,164	0,143	0,135	0,124	0,113	0,051			

**Tabela 19.** Resultado dos atributos químicos do solo antes do plantio na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas - BA.

Profundidade (m)	pH (água)	<sup>2</sup> P (mg dm <sup>-3</sup> )	<sup>2</sup> K	<sup>3</sup> Ca	<sup>3</sup> Mg	<sup>3</sup> Al	<sup>2</sup> Na	H+Al	SB	CTC	V (%)	MO (g kg <sup>-1</sup> )
(0 - 20 cm)	7,1	49	0,51	2,06	1,01	0	0,03	0	3,62	3,62	100	15

SB = soma de bases trocáveis; CTC = capacidade de troca de cátions; V = saturação por bases e MO = matéria orgânica. <sup>2</sup>Extração por Mehlich<sup>-1</sup>; <sup>3</sup>Extração com KCl 1M; <sup>4</sup>Método de Walkley e Black modificado.

O experimento foi implantado no dia 15 de novembro de 2017, sendo utilizado mudas do tipo filhote do abacaxizeiro cultivar BRs Imperial plantados no espaçamento 0,90 m x 0,40 m x 0,40 m em canteiros de 0,90 m de largura. Os canteiros foram construídos com uma altura de 0,20 m acima da cota média do solo e com profundidade abaixo dessa de 0,20 m. No caso da instalação do impedimento a percolação, o plástico biodegradável foi colocado no fundo do canteiro, isto é, na largura e comprimento do canteiro, após a remoção da terra.

## 2.2 Sistema de irrigação

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento. Sendo usado uma linha lateral para cada duas fileiras de plantas. Foi utilizada uma fita gotejadora modelo Metzerplas, com vazão de 1,6 litros por hora e emissores espaçados de 0,30 m.

## 2.3 Calibração da TDR

O equipamento de TDR é utilizado para determinar o conteúdo de água no solo, no entanto precisa de calibrar para solo, o qual foi realizado antes do início do experimento, o equipamento utilizado foi a TDR 100. Para isso, coletou-se uma amostra indeformada do solo, com tubos PVC, de massa e dimensões conhecidas. Posteriormente, a extremidade inferior dos tubos foi coberta com um tecido permeável, de massa conhecida, e as amostras foram postas em uma bacia com água até  $\frac{3}{4}$  de sua altura durante 48 horas, a fim de promover a sua saturação por efeito capilar e, desta forma, eliminar as partículas do ar.

Tendo como base o estudo realizado por Coelho et al. (2005), construiu-se sondas de TDR, utilizando três hastes de aço inoxidável, de comprimento de 0,12 m e diâmetro de 0,003 m. Essas hastes foram espaçadas em 0,022 m, conectadas a cabos coaxiais (50 ohms) de 1,5 m e 3,5 m de comprimento e isoladas com resina de poliéster. As sondas com cabo de 1,5 m foram utilizadas para manejo de irrigação e as sondas com cabo de 3,5 foram utilizadas para o monitoramento da umidade ao longo do perfil do solo.

Após a fabricação das sondas, duas delas, uma com cabo de 1,5 m e outra com cabo de 3,5 m, ambas de massa conhecida, foram inseridas nas amostras saturadas. À medida que o solo secava, realizava-se a pesagem total das amostras e a leitura com a TDR. Para a calibração com as sondas com cabo de 1,5 m, utilizou-se a TDR manual. Já para a calibração com as sondas de 3,5 m, utilizou-se o sistema de coleta automática de dados. Inicialmente, as leituras e pesagens eram realizadas a cada cinco minutos. Entretanto, o intervalo de tempo entre as leituras aumentou gradualmente, conforme se observa uma menor variação na massa das amostras. No momento em que se verificou que já não havia uma redução de massa, as amostras foram levadas à estufa, onde foram

submetidas a uma temperatura de 105 °C durante 24 horas. Após esse período, elas foram retiradas da estufa e pesadas, obtendo-se, assim, a massa do solo seco para cada amostra.

Sabendo-se os valores de massa do solo úmido (massa da amostra menos a massa do tubo, do tecido e da sonda), de massa do solo seco e de volume do solo, foi possível calcular a umidade volumétrica do solo, durante todo o período, através da equação 1.

$$\theta = \left( \frac{MU-MS}{MS} \right) \times Ds \quad (1)$$

Em que:

$\theta$  = Umidade volumétrica (cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>)

MU = Massa do solo úmido (g)

MS = Massa do solo seco (g)

Ds = Densidade do solo (g.cm<sup>-3</sup>)

A partir das leituras de TDR, obteve-se os valores de constante dielétrica utilizando a fórmula por Ledieu et al. (1986), equação 2 abaixo.

$$Ka = \left( \frac{L+0,1758}{0,1138} \right)^2 \quad (2)$$

Em que:

Ka = Constante dielétrica do solo

L = Leitura da TDR

De posse dos valores de umidade volumétrica e constante dielétrica do solo, realizou-se o ajuste dos dados ao modelo matemático polinomial do terceiro grau equação 3.

$$\theta = a + bKa + cKa^2 + dKa^3 \quad (3)$$

Em que:

$\theta$  = Umidade volumétrica (cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>)

Ka = Constante dielétrica do solo

As equações obtidas a partir da regressão polinomial podem ser observadas na Tabela 3. Sendo a calibração com a sonda de 1,5 m de comprimento utilizada para manejo de irrigação e a de 3,5 m de comprimento para auxiliar na avaliação do balanço de água no perfil.

**Tabela 20.** Equações de calibração da TDR para um solo da área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas – BA.

Comprimento do cabo (m)	Equação	R <sup>2</sup>
1,5	$\theta = 0,000008Ka^3 - 0,0006Ka^2 + 0,025Ka - 0,1551$	0,9963
3,5	$\theta = 0,00004Ka^3 - 0,0022Ka^2 + 0,0481Ka - 0,1908$	0,9701

## 2.4 Irrigação e Manejo da irrigação

O manejo da água de irrigação foi realizado avaliando o estado hídrico do solo. As lâminas de água foram calculadas de modo a repor a umidade do solo a capacidade de campo conforme a média da umidade obtida com o auxílio do equipamento da TDR antes da irrigação. Foram instaladas duas sondas de TDR de cabo de 1,5 m posicionadas entre a planta e o gotejador a 0,10 m distância desse, na profundidade de 0,15 m, considerando a profundidade efetiva do sistema radicular efetiva da fruteira entre 0,10 m e 0,20 m. Foram instalados dois sensores para cada subparcela em quatro repetições num total de oito sondas por tratamento. As leituras de cada sonda eram convertidas em umidades a base de volume utilizando a equação de calibração para a sonda com cabo de 1,5m de comprimento, conforme Tabela 20. Em seguida, calculava-se a média das umidades volumétricas das oito sondas (repetições). Caso esses valores fossem inferiores a capacidade de campo, definida como a umidade equivalente a retenção de água no solo a 0,01 MPa, (Tabela 18), calculava-se a lâmina de irrigação para reposição naquele dia, através da equação 4.

$$L_I = (\theta_{CC} - \theta_{Atual}) * Z * PAm * 10 \quad (4)$$



Em que:

$L_I$  = Lâmina de irrigação (mm)

$\theta_{CC}$  = Umidade volumétrica na capacidade de campo ( $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$ )

$\theta_{\text{Atual}}$  = Umidade volumétrica atual ( $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$ )

$Z$  = Profundidade do sistema radicular (cm)

$P_{am}$  = Percentual de área molhada = 1

Após a obtenção da lâmina de irrigação a ser aplicada, calculou-se o tempo de irrigação para cada parcela, através da equação 5.

$$T_I = \frac{L_I * A_E}{V_E} \quad (5)$$

Em que:

$T_I$  = Tempo de irrigação (h)

$A_E$  = Área de ocupação da planta ( $\text{m}^2$ )

$V_E$  = Vazão dos emissores por planta ( $\text{L.h}^{-1}$ )

Á água disponível no solo para cada tratamento foi então determinada pela equação 6.

$$AD = \left( \frac{\theta_{\text{atual}} - \theta_{PMP}}{\theta_{CC} - \theta_{PMP}} \right) \times 100 \quad (6)$$

Em que:

$AD$  = Água Disponível (%)

$\theta_{\text{atual}}$  = Umidade atual média lida antes da irrigação ( $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ );

$\theta_{CC}$  = Umidade na capacidade de campo ( $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ );

$\theta_{PMP}$  = Umidade no ponto de murcha permanente ( $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ );

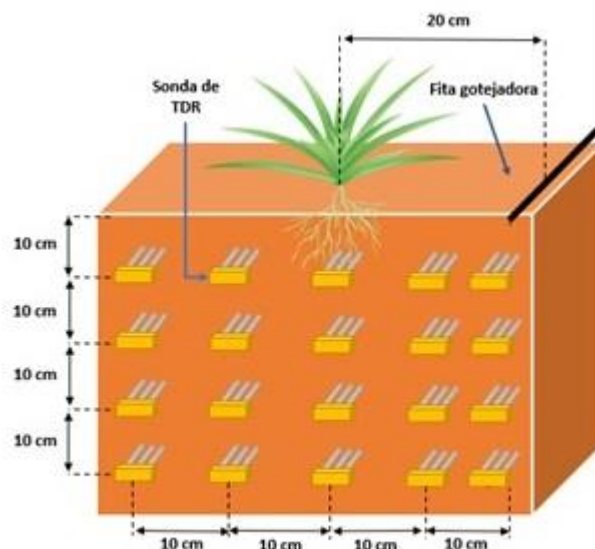
A frequência de irrigação foi determinada pela quantidade de vezes que foi efetivado o evento de irrigação para cada tratamento ao longo dos 16 meses de condução do ciclo do abacaxizeiro cv. BRS Imperial.

## 2.5 Balanço de água na zona radicular

Os períodos de coleta de dados selecionados foram os que apresentaram evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) aproximadamente constante, sendo selecionados quatro ciclos de irrigação consecutivos período este caracterizado como fase de crescimento inicial, início de floração e enchimento de frutos.

O balanço de água na zona radicular foi usado como forma de obtenção das variáveis que compõem a relação solo-água-planta nos quatro ciclos de irrigação durante a fase de crescimento inicial, início da floração e enchimento de frutos

Para obtenção do balanço de água foram abertas trincheiras no entorno de uma planta representativa na parcela experimental e instalados sondas de TDR. O balanço foi avaliado em relação a uma planta de cada tratamento pelo monitoramento da umidade do solo, com instalação das sondas de 3,5 m de comprimento de cabo, instaladas em uma malha de 20 posições no sentido gotejo - rua para os diferentes tratamentos. As sondas foram instaladas nas trincheiras representando planos bidimensionais, com distâncias horizontais da planta - gotejo e da planta - rua 0,0; 0,10 e 0,20 e nas profundidades de 0,10; 0,20; 0,30; 0,40 m, perfazendo uma malha de 20 sondas por planta de cada tratamento (Figura 14). A umidade do solo foi monitorada de forma contínua com leituras em intervalos de tempo de 20 minutos pelo sistema automático de aquisição de dados composta de multiplexadores do tipo SDMX50 (Campbell Scientific) com leituras de oito sondas de 3,5 m de cabo cada. Os multiplicadores de leitura (nível 2) foram conectados a um multiplicador (nível 1) que foi conectado ao reflectómetro tipo TDR e a um armazenador de dados ("datalogger") formando o sistema automático de aquisição de dados.



**Figura 24.** Esquema de distribuição de sondas de TDR para coleta de umidade do solo da cultura do abacaxizeiro cv. BRS imperial.

Os dados da umidade no perfil foram então transformados em umidade volumétrica pela equação de calibração com comprimento de cabo 3,5m (Tabela 20) em uma média horária, que permitiu obter o armazenamento de água no perfil do solo, com o qual foi possível obter a variação de umidade entre dois tempos dentro de quatro ciclos de irrigação em três fases de cultivo. O armazenamento de água em diferentes profundidades do perfil permitiu obter também a percolação abaixo da zona efetiva do sistema radicular (SOUZA, 2019). A precipitação foi obtida por meio de estação meteorológica localizadas a cerca de 50 m do experimento. No entanto foram selecionados períodos em que a precipitação foi igual a zero.

O armazenamento de água no solo ( $\Delta h$ ) na camada de solo entre  $z_0$  e  $z_n$  em cada distância ( $R_i$ ) da planta num tempo  $t_i$ , foi obtido pela equação 7

$$ARM(z_0 - z_n) = \int_{z_0}^{z_n} \theta(z) dz \quad (7)$$

Em que:

ARM = Armazenamento de água no solo (mm)

$\theta(z)$  = Função de umidade do perfil do solo ( $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$ )

$z_0$  = Profundidade inicial (m)

$z_n$  = Profundidade final (m)

O armazenamento em todo o perfil no tempo  $t_i$  foi dado pela média dos valores de  $ARM(z_0-z_n)$  obtidos de todas as distâncias  $R_i$ . A variação de armazenamento ( $\Delta ARM$ ) antes de uma irrigação ( $t_1$ ) até o início da irrigação seguinte ( $t_2$ ) será pela equação 8.

$$\Delta ARM_{t_1-t_2} = ARM_{t_1} - ARM_{t_2} \quad (8)$$

Em que:

$ARM_{t_1}$  = armazenamento no perfil calculado no tempo  $t_1$ ;

$ARM_{t_2}$  = armazenamento no perfil calculado no tempo  $t_2$ .

Uma vez conhecidas a lâmina de irrigação e ou precipitação, a incógnita da equação do balanço fica sendo a evapotranspiração da cultura conforme Equação 9.

$$\Delta ARM = I + P - Per - ET \quad (9)$$

Em que:

$\Delta ARM$  = Variação do Armazenamento (mm) entre os tempos  $t_1$  (antes da irrigação);  $t_2$  (antes da irrigação seguinte) em cada ciclo de irrigação;

$I$  = Irrigação (mm) entre  $t_1$  e  $t_2$ ;

$P$  = Precipitação (mm) entre  $t_1$  e  $t_2$ ;

$Per$  = Percolação (mm) entre  $t_1$  e  $t_2$ ;

$ET$  = Evapotranspiração (mm) entre  $t_1$  e  $t_2$ .

## **2.6 Percolação, evapotranspiração e extração de água pelo sistema radicular**

A lâmina de água percolada em um ciclo de irrigação, isto é do tempo  $t_1$  ao tempo  $t_2$  foi assumida como aquela percolada abaixo de 0,30 m, isto é, abaixo da profundidade efetiva do sistema radicular, ou a lâmina que foi adicionada a

camada 0,30-0,40 m do solo, conseqüente do fluxo horário de água regido pela equação de Buckingham (1907). Os cálculos da lâmina percolada seguiram a proposição de Souza (2019) que assume não haver interferência da evaporação de água na superfície do solo na água percolada na camada 0,30 m – 0,40 m e não haver extração de água do solo pelas raízes nessa camada.

A seqüência de cálculos para determinar a percolação segue a proposição de Souza (2019). O armazenamento na camada 0,30-0,40 m em um tempo  $t_i$  é dado pela equação (10):

$$ARM(0,30 - 0,40)_{t_i} = ARM(0 - 0,40)_{t_i} - ARM(0 - 0,30)_{t_i} \quad (10)$$

Em que:

$ARM(0,0,40)$  = armazenamento de água na camada de solo 0-0,40 m;

$ARM(0-0,30)$  = armazenamento na cada de solo de 0-0,30 m. A percolação na camada 0.30 m-0,40 m entre o tempo  $t_i$  e  $t_{i+1}$  é dada pela equação (11), sendo  $t_i$  um tempo qualquer dentro de um ciclo de irrigação.

$$Per(0,30 - 0,40)_{t_i-t_{i+1}} = \frac{ARM(0,30-0,40)_{t_{i+1}} - ARM(0,30-0,40)_{t_i}}{t_{i+1} - t_i} \quad (11)$$

Em que:

$Per(0,30-0,40)_{t_i-t_{i+1}}$  = a percolação na camada 0,30-0,40 m entre os tempos  $t_i$  e  $t_{i+1}$ . A percolação entre os tempos  $t_1$  (antes de uma irrigação) e  $t_2$  (antes da irrigação seguinte) num período de 48 horas foi dada pela equação (12), considerando um intervalo de 48 horas:

$$Per(0,30 - 0,40)_{1-48} = \sum_1^{47} Per(0,30 - 0,40)_{t_i-t_{i+1}} \quad (12)$$

Em que:

$Per(0,30-0,40)_{t_i-t_{i+1}}$  = a percolação na camada 0,30-0,40 m entre os tempos  $t_i$  e  $t_{i+1}$ . A percolação entre os tempos  $t_1$  (antes de uma irrigação) e  $t_2$  (antes da irrigação seguinte) num período de 48 horas foi dada pela equação (12), considerando um intervalo de 48 horas:

$$Etc = \Delta ARM + I - Per \quad (13)$$

Em que:

$\Delta ARM$  = Variação de armazenamento de água (mm) antes de uma irrigação e antes da irrigação seguinte;

$I$  = Irrigação (mm)

$Per$  = lâmina total de água percolada na camada abaixo da profundidade efetiva do sistema radicular (mm).

Os resultados de  $ET_c$  permitiram a obtenção dos valores de coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) do abacaxizeiro cv BRS Imperial pela equação (14). Sendo a  $ET_o$  determinada pela equação Penman-Monteith parametrizada pela FAO (ALLEN et al., 1998).

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o} \quad (14)$$

Em que,

$K_c$  = Coeficiente de cultura;

$ET_c$  = Evapotranspiração da cultura (mm);

$ET_o$  = Evapotranspiração de referência (mm).

A extração de água ( $\tau$ ) da zona radicular do abacaxizeiro BRS Imperial foi quantificada assumindo-se que seis horas após o fim da reposição de água, com base em resultados de Santos (2019) que os processos hidrodinâmicos de redistribuição da água no solo se tornam minimizados. A evaporação da água da superfície do solo se torna insignificante e com isso a extração de água de água pelas raízes (que não cessa, juntamente com a percolação é que se tornam os principais atores da relação solo-água-planta). Sua determinação entre seis horas do final da irrigação e antes da irrigação seguinte se dá pela equação 15.

$$\tau(0 - 0,30)_{6-48} = ARM(0 - 0,30)_{6-48} - Per(0,30 - 0,40)_{6-48} \quad (15)$$

Em que:

$\tau(0 - 0,30)_{6-48}$  = Extração de água do solo pelo abacaxizeiro entre as 6 a 48 horas do final da irrigação (mm);

$$ARM(0 - 0,30)_{6-48} = ARM(0 - 0,30)_6 - ARM(0 - 0,30)_{48}$$

$Per(0,30 - 0,40)_{6-48}$  - calculada pela equação (12)

## 2.8 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas 2 x 2, sendo na parcela com impedimento de percolação (CI) ou sem impedimento de percolação (SI) e na subparcela, a presença (CC) ou não (SC) da cobertura do solo isto é, quatro tratamentos (T1-CI-CC; T2-CI-SC; T3-SI-CC; T4-SI-SC), com quatro repetições.

Para a avaliação da variável lâmina de irrigação, determinou-se o total de água aplicado por tratamento ao longo do ciclo de cultivo. Para avaliação da água disponível nos diferentes tratamentos antes das irrigações selecionou-se um período de 15 dias sem chuvas, com irrigações três vezes por semana, sendo determinada pela média de umidade do solo medida por oito sondas de TDR por tratamento com duas por parcela em quatro repetições três vezes por semana (segunda, quarta e sexta-feira) considerada como repetição, tendo assim seis repetições. Esses períodos de 15 dias foram selecionados aos 90, 250, 320, 420 e 500 dias após o plantio.

Para as variáveis armazenamento de água no solo aos 0,40 x 0,40 m de distância e profundidade, extração de água, evapotranspiração da cultura e coeficiente de cultivo, foram selecionados 4 eventos de irrigação que compreendem as repetições para cada tratamento aos 90 DAP (Fase inicial de desenvolvimento), 310 DAP (início da floração) e 410 DAP (enchimento de frutos).

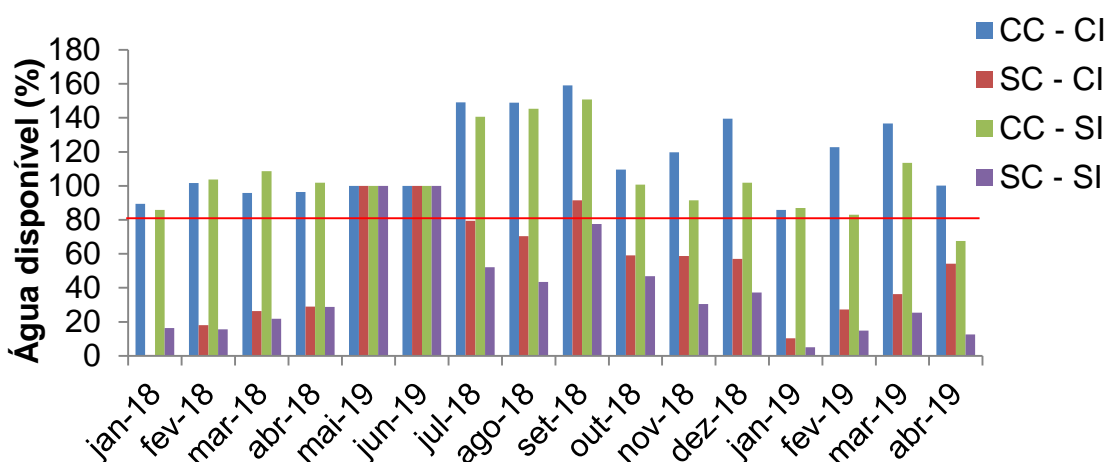
Os resultados das variáveis dependentes foram submetidos à análise de variância e, havendo efeito das fontes de variação, aplicou-se o teste Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias dos tratamentos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Água disponível no solo

A cobertura do solo promoveu acréscimos significativos de água disponível no solo (AD) em todo o ciclo da cultura, conforme a Figura 15, onde os tratamentos resultantes das combinações da cobertura da superfície do solo (CC) com (CI) ou sem (SI) o uso do controle ou impedimento da percolação mantiveram a água disponível do solo sempre acima de 80% antes das irrigações. Os tratamentos resultantes das combinações sem cobertura do solo (SC) CI ou SI resultarem em valores de água disponível do solo na maioria das irrigações entre 15 e 70% (Figura 15).

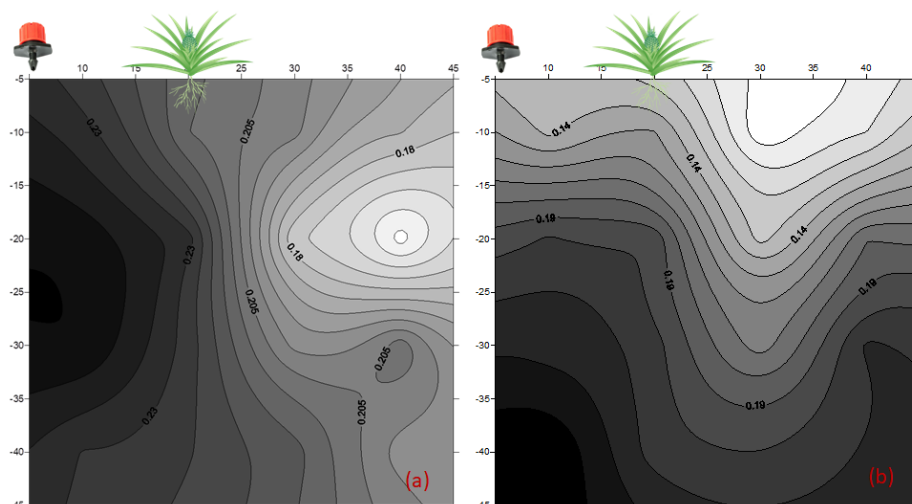
A utilização do mulch (cobertura do solo), como fator isolado, influenciou água disponível no solo ( $p < 0,05$ ) em todas as épocas de desenvolvimento da cultura estudadas (Tabela 21). A utilização do mulch como impedimento de percolação do solo influenciou ( $p < 0,05$ ) a água disponível do solo aos de 250 e 500 dias após o plantio (Tabela 22) e a interação entre os fatores avaliados (impedimento X Cobertura) apresentou influência significativa somente aos 250 DAP, de acordo com a Tabela 23.



**Figura 15.** Médias da água disponível no solo antes da irrigação por mês nos diferentes tratamento (CC – CI, CC – SI, SC – CI e SC – SI), durante o ciclo de cultivo do abacaxizeiro cv. BRS Imperial.



A água disponível do solo com mulch atingiu valores próximos ou superiores a 100% da disponibilidade de água do solo antes das irrigações enquanto a ausência da cobertura do solo gerou médias da água disponível do solo entre 19 e 69% (Tabela 21). A cobertura do solo favorece uma distribuição radial das isolinhas de umidade com o solo coberto e essa distribuição toma a forma de isolinhas de umidade (AD) ainda mais radial com o uso do plástico como impedimento da percolação (Figura 16).



**Figura 16.** Isolinhas de umidade volumétrica ( $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ ) ao longo do solo com cobertura do solo (a) e sem cobertura do solo (b).

Essa distribuição de umidade resulta em gradientes de potenciais gravitacionais mais elevados na direção vertical abaixo dos gotejadores e não lateralmente aos mesmos. Isso indica menores gradientes gravitacionais lateralmente o que mantém a umidade ou AD em maiores níveis na zona radicular. Por outro lado, a cobertura do solo reduz a parcela de água perdida por evaporação (Braga et al., 2017). É possível observar também que aos 250 DAP, é encontrado o maior valor de água disponível no solo (Tabela 21) quando comparado com as demais épocas, fato esse que está relacionado ao período chuvoso (Figura 13), que, associado as características morfológicas do abacaxizeiro (folhas em forma de calhas e inserção em ângulo no talo, atuam como captação de água de e de orvalho), mesmo com solo coberto, favoreceu o aumento de umidade e da AD.

**Tabela 21.** Efeito da utilização da cobertura no teor de água disponível no solo antes da irrigação do abacaxizeiro cv. BRS Imperial.

Cobertura	Água disponível (%)				
	90 DAP	250 DAP	320 DAP	400 DAP	500 DAP
Com	108,0 a	148,0 a	127,0 a	99,0 a	108,0 a
Sem	19,0 b	59,0 b	69,0 b	30,0 b	33,0 b
CV(%)	21,39	8,09	8,94	43,21	69,19

Medias seguida da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

Ao que se refere a utilização do mulch como impedimento de percolação do solo (Tabela 22) é possível observar que o mesmo apresentou influencia as 250 e 500 DAP para a variável água disponível, contribuindo para maiores médias de AD em relação a condição sem seu uso . O uso do mulch como impedimento de percolação, pode colaborar para que a água armazenada fique retida na zona radicular, pois ele funciona como uma barreira para evitar que essa água percole abaixo da zona radicular e mantém a distribuição de umidade ou AD mais radial, minimizando os gradientes gravitacionais para baixo, além de manter fluxo por capilaridade em resposta aos gradientes de potenciais entre as camadas mais úmidas do solo e mais secas devido a evaporação na superfície do solo. A média de AD acima de 100%, aos 250 dias pode ser explicado também pelas características morfológicas do abacaxizeiro associadas ao período chuvoso (Figura13). De acordo com Campos (2018) a percolação deve ser mínima no início do ciclo da irrigação, devido a umidade mais baixa no perfil ocorrer no final do ciclo anterior ou início do ciclo seguinte. Dessa forma a percolação tenderá a acontecer com maior evidência após o final de uma irrigação, quando os gradientes de potenciais matriciais se reduzirem com a redistribuição de água no perfil na zona radicular. Nesse mesmo período após uma irrigação é evidenciado de forma mais intensa a ocorrência da evaporação de água no solo e, a extração de água pelo sistema radicular.

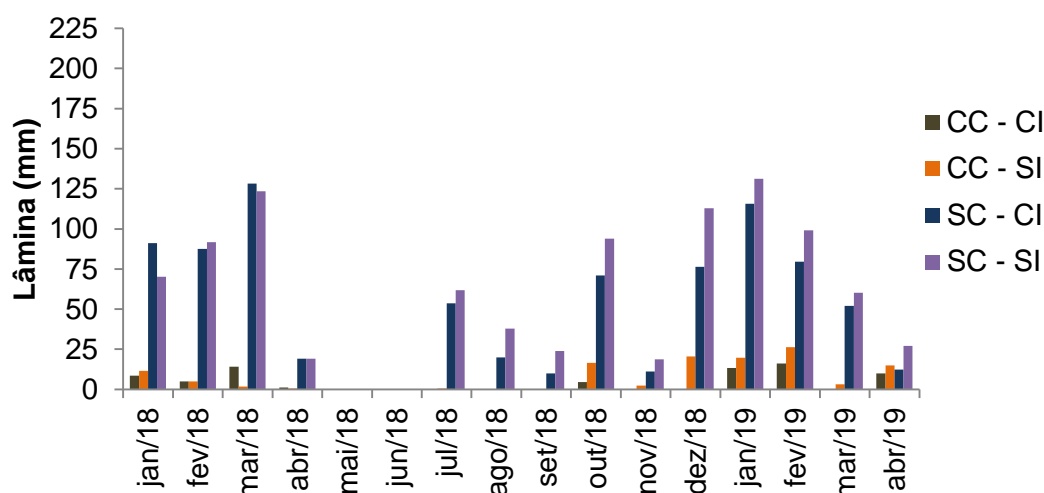
**Tabela 22.** Efeito da utilização do controle de percolação no teor de água disponível antes da irrigação do abacaxizeiro cv. BRS Imperial.

Percolação	Água disponível (%)	
	250	500
Com	112,25 a	85,84 a
Sem	94,90 b	56,17 b
CV(%)	4,22	22,27

Medias seguida da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

### 3.2 Lâmina de água total aplicada

As lâminas mensais de água aplicadas por irrigação durante o ciclo do abacaxizeiro BRS Imperial são mostradas na Figura 16, onde houve irrigação na maioria dos meses, uma vez que em 59% dos meses a precipitação foi igual ou inferior a 60 mm (Figura 17).



**Figura 17.** Médias das lâminas de água aplicada por mês nos diferentes tratamentos (CC – CI, CC – SI, SC – CI e SC – SI, durante o ciclo de cultivo do abacaxizeiro cv. BRS Imperial.

Para a lâmina total aplicada a interação entre os fatores avaliados (Impedimento de percolação X Cobertura do solo) apresentou influência significativa na lâmina de água aplicada na irrigação. Os tratamentos com cobertura apresentaram menores lâminas aplicadas totalizando 72,32 e 122,42 com a presença (CI) e sem (SI) do impedimento de percolação, respectivamente (Tabela 23). Os tratamentos sem cobertura do solo resultaram nas lâminas

827,13 e 970,98 mm para os tratamentos SC-CI e SC-SI respectivamente. O tratamento CC-CI apresentou uma redução de 92,5% da lâmina aplicada quando comparado ao tratamento SC-SI; o tratamento SC-CI apresentou uma redução de 14,8% em relação SC-SI ao (Tabela 23).

Os resultados (Tabela 23) mostram que a utilização da mulch tanto como cobertura do solo, como impedimento de percolação, de modo individual, mantém o solo com maior umidade e AD por mais tempo e isso implica diretamente na redução de reposição de água no solo para a cultura, uma vez que a cobertura do solo que tem maior efeito que o impedimento de percolação reduz as perdas por evaporação e promove distribuição interna da umidade de forma a mantê-la na zona radicular, com conseqüente maior eficiência de aplicação de água. O impedimento de percolação potencializa o efeito da cobertura do solo minimizando a necessidade de aplicação de água (Tabela 23).

Tais resultados evidenciam que a utilização do mulching proporciona uma aplicação de água eficaz. Esses resultados corroboram Daryanto; Wang; Jacinthe, (2017) que perceberam ao utilizar o mulching nas culturas de milho e trigo uma melhor utilização da água aplicada, e que no solo coberto existia uma maior eficiência de uso da água e maior volume disponível sendo usada para transpiração e não por evaporação. Ao analisar os valores de lâmina total aplicada é possível observar que os tratamentos com cobertura apresentaram menores lâminas aplicadas totalizando 72,32 e 122,42 para os tratamentos CC-CI e CC-SI respectivamente (Tabela 23).

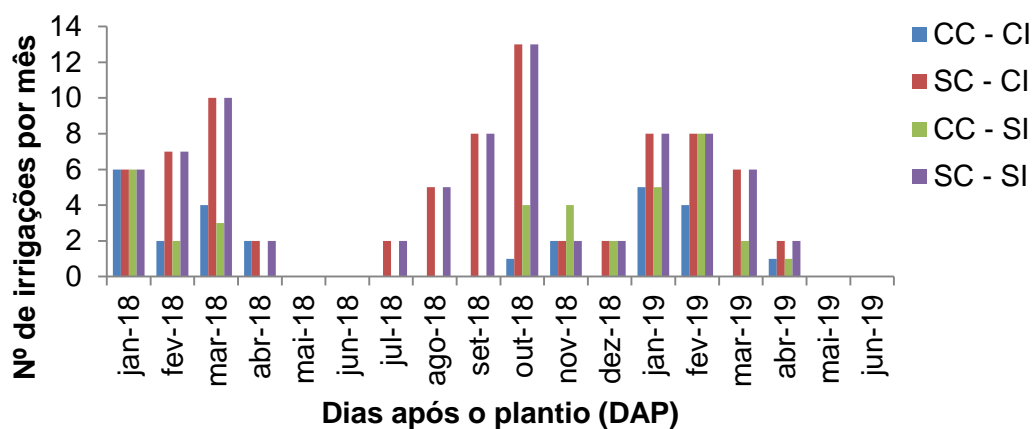
**Tabela 23.** Efeito da interação da utilização da cobertura do solo e o impedimento de percolação na variável lâmina de água aplicada durante o ciclo de cultivo do abacaxizeiro cv. BRS Imperial.

Impedimento de Percolação	Cobertura	
	CC	SC
	Lâmina (mm)	
CI	72,31 bB	827,13 aB
SI	122,41 bA	970,98 aA

Medias seguida da mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

As menores lâminas aplicadas pelos tratamentos com controle de evaporação (utilização da cobertura do solo) resultaram também em menor

frequência de irrigação, ao contrário dos tratamentos sem cobertura do solo (Figura 18) A maior frequência das irrigações foi para o tratamento SC-SI durante todo o ciclo.



**Figura 18.** Total de irrigação aplicada por mês nos diferentes tratamento (CC – CI, CC – SI, SC – CI e SC – SI, durante o ciclo de cultivo do abacaxizeiro cv. BRS Imperial.

### 3.3 Extração de água, armazenamento, coeficiente de cultivo e evapotranspiração da cultura.

A variável extração de água no período entre 6 hs após a irrigação e 48 hs, não foi influenciada aos 90 dias após o plantio por nenhum tratamento ou combinação da cobertura do solo (CC e SC) com o impedimento de percolação (CI e SI) ( $p > 0,005$ ). Os tratamentos quanto à cobertura do solo de forma isolada e quanto à interação entre os fatores avaliados (Impedimento de percolação X Cobertura) influenciaram a extração de água ( $p < 0,05$ ) somente aos 300 e 420 DAP, de acordo com Tabela 24. O armazenamento de água do solo foi influenciado ( $p < 0,05$ ) pela cobertura e impedimento de percolação como fatores isolados em todas os dias após plantio estudadas (Tabela 24), e foi influenciado ( $p < 0,05$ ) também aos 300 e 420 DAP, pela interação entre os fatores avaliados (impedimento X Cobertura) de acordo com Tabela 24.

O coeficiente de cultivo foi influenciado ( $p < 0,05$ ) pela utilização do mulch como cobertura do solo e pelo impedimento de percolação em todas os dias após plantio estudadas, (Tabelas 25 e 26). A interação entre os fatores avaliados

(impedimento X Cobertura) influenciou o coeficiente de cultivo ( $p < 0,05$ ) aos 90 e 300 DAP (Tabela 25).

A evapotranspiração da cultura foi influenciada pela cobertura do solo ( $p < 0,05$ ) em todos dias após plantio estudadas (Tabela 25); não foi influenciada pelo impedimento de percolação ( $p > 0,05$ ). A interação entre os fatores avaliados (impedimento X Cobertura), influenciou ( $p < 0,05$ ) essa variável somente aos 300 DAP (Tabela 26).

Ocorreu extração de água crescente pela cultura ao longo do ciclo, ficando em conformidade com as necessidades hídricas das plantas, nos tratamentos sem cobertura do solo e com impedimento de percolação (SC-CI) (Tabela 24).

**Tabela 24.** Efeito da utilização da cobertura do solo e impedimento de percolação nas variáveis armazenamento de água e extração de água durante o ciclo de cultivo do abacaxizeiro cv. BRS Imperial.

Variáveis		ARM (0-40) (mm)			Extração mm/dia		
		90 DAP	300 DAP	420 DAP	90 DAP	300 DAP	420 DAP
Cobertura	Com	63,61 a	67,99 a	66,48 a	0,6 a	1,014 b	1,67 b
	Sem	54,71 b	62,99 b	58,05 a	1,09 a	4,003 a	5,01 a
Percolação	Com	61,24 a	63,49 b	60,55 b	0,81 a	2,41 a	3,67 a
	Sem	57,12 b	67,02 a	63,97 a	0,89 a	2,61 a	3,00 b
CV	Cob(%)	2,56	0,89	0,51	49,18	26,24	6,27
	Per(%)	4,09	0,66	0,89	36,57	12,93	25,39

Medias seguida da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

O armazenamento de água no solo é um fator de muita importância, tendo em vista que determina a disponibilidade de água para as plantas além da água ser o meio no qual estão solúveis os nutrientes essenciais. A cobertura do solo contribui para aumentar o armazenamento de água e é mais efetiva do que o impedimento de percolação, pois os valores de água armazenadas foram superiores para esses tratamentos (Tabela 24). Esses resultados estão de acordo com Jun et al. (2014) observaram incremento no armazenamento de água no solo, maior eficiência em produção de forragem em solo sob cobertura morta, ao analisar três tratamentos sem controle de cobertura morta, cobertura morta de cascalho e cobertura de palha de milho. O armazenamento de água do

solo considerando a presença ou não do impedimento da percolação mostrou maiores médias de armazenamento com o uso do impedimento de percolação (Tabela 25), o que é esperado por não permitir as perdas abaixo da zona radicular, entretanto as diferenças foram inferiores as observadas considerando a cobertura do solo que foi mais efetiva na conservação de água no solo. O efeito do impedimento de percolação na extração de água não foi observado aos 90 e 300 DAP, mas apenas aos 420 DAP.

A evapotranspiração do abacaxizeiro BRS Imperial seguiu em magnitude a demanda de água da cultura conforme cada período avaliado. Os valores considerando a cobertura do solo foram menores que os valores na condição sem cobertura o que se justifica nesse caso pela evaporação do solo. O abacaxizeiro é de sistema radicular raso (0-0,30 m) com profundidade efetiva a 0,20 m (INFORZATO et. al 1968), com isso, o efeito da evaporação é maior em solo sem cobertura do que em culturas de maior profundidade do sistema radicular, razão das diferenças da evapotranspiração da cultura com e sem cobertura do solo. O impedimento de percolação não teve uma atuação definida na evapotranspiração, isto é, não contribuiu para diferenças, exceto para 300 DAP. O impedimento relaciona-se com a percolação e não com a evaporação; as perdas por percolação são menores que por evaporação, sendo as menores diferenças não significativas das médias das evapotranspirações. Da mesma forma o impedimento da percolação não influenciou as médias dos coeficientes de cultura.

**Tabela 25.** Efeito da utilização da cobertura do solo e impedimento de percolação no solo na evapotranspiração e no coeficiente de cultivo do abacaxizeiro cv. BRS Imperial.

Variáveis		Etc mm/dia			Kc		
		90 DAP	300 DAP	420 DAP	90 DAP	300 DAP	420 DAP
Cobertura	Com	0,74 b	1,11b	1,01 b	0,063 b	0,12 b	0,090 b
	Sem	2,82 a	3,90 a	5,63 a	0,23 a	0,43 a	0,94 a
Percolação	Com	1,70 a	2,27 b	5,77 a	0,143 b	0,250 a	0,512 a
	Sem	1,86 a	2,75 a	5,85 a	0,153 a	0,297 a	0,517 a
CV	Cob(%)	4,23	57,02	2,75	6,64	55,79	2,64
	Per(%)	7,61	22,44	4,59	6,01	21,19	4,49

Medias seguida da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

Os valores dos coeficientes de cultura do abacaxizeiro BRS Imperial foram muito baixos, considerando as citações da literatura. Para efeito de cobertura do solo os valores de Kc encontrados foram de 0,010 para CC-CI, 0,59 para CC-SI, na fase inicial, e de 0,14 para CC-CI, e 0,10 CC-SI para a fase florescimento, e 0,1 CC-CI, e de 0,1 CC-SI para fase de enchimento dos frutos. Já para efeito de mulching como impedimento de percolação os valores de Kc obtidos foram de 0,219 SC-CI, 0,248 SC-SI fase inicial, 0,36 SC-CI e 0,49 SC-SI para fase de florescimento, e 0,93 SC-CI e 0,95 SC-SI para enchimento dos frutos (Tabela 26).

**Tabela 26.** Efeito da interação da utilização da cobertura do solo e o impedimento de percolação na variável coeficiente de cultivo durante o ciclo de cultivo do abacaxizeiro cv. BRS Imperial.

Fases de desenvolvimento	Cobertura	Kc	
		Impedimento de percolação	
		CI	SI
Crescimento inicial	CC	0,067 a A	0,059 b B
	SC	0,219 bB	0,248 aA
Início de florescimento	CC	0,142 bA	0,10 aA
	SC	0,36 bA	0,49bB
Enchimento de frutos	CC	0,087 b	0,093 b
	SC	0,93 a	0,95 a

Médias seguidas da mesma letra minúsculas entre linhas não diferem entre si até 0,05 de significância. Medias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si até 0,05 de significância.

Ao observar esses valores (Tabela 26) e analisá-los é possível perceber e comprovar que a cobertura do solo promove um consumo hídrico baixíssimo pela cultura. É possível observar também, o que já é definido na literatura em relação ao consumo do abacaxizeiro, que após a fase inicial a necessidade hídrica da planta cresce continuamente, predominando assim até a formação total do fruto. Esses resultados corroboram com os de Azevedo et al. (2006) que conduziu uma pesquisa para determinar a evapotranspiração e o coeficiente de cultura de colheita de abacaxi, cv. " Pérola " cultivada em ambiente tropical.

A necessidade hídrica da cultura ao longo do ciclo expressa pela evapotranspiração da cultura (ETc) representa o consumo de água por uma



cultura e essa informação é de grande importância no dimensionamento e no manejo de projetos de irrigação, por quantificar a água a ser reposta ao solo para atender à cultura.

Os resultados da evapotranspiração da cultura são coerentes com os de Gong et al. (2017) em estudo realizado em cultivo do milho avaliado durante três ciclos em solo coberto com mulch em que a  $ET_c$  e o coeficiente de cultura reduziu, em relação ao cultivo sem mulch. O comportamento observado para todas as variáveis desse estudo, evidenciando que a utilização do mulch como cobertura do solo, garante maior eficiência de uso da água, conserva mais a umidade do solo e promove uma diminuição da evapotranspiração da cultura, corroborando com literatura que a prática de utilização de mulch combinada com a irrigação por gotejamento, resulta em vários impactos positivos na distribuição de água no solo (FILIPOVIĆ et al., 2016). Otimiza a distribuição de raízes finas e aumenta a absorção de água regulando efetivamente a relação água-raiz (WANG et al., 2021).

#### **4. CONCLUSÕES**

A maior economia do uso da água no cultivo do abacaxizeiro cv. BRS Imperial ocorreu com a utilização do mulching como cobertura do solo, resultando em uma redução significativa da lâmina de água total aplicada.

A cobertura do solo no sistema de gotejamento permite uma manutenção da umidade do solo e com isso promove uma diminuição relevante na reposição de água a cultura.

O uso de cobertura do solo proporcionou uso mais eficiente da água, promovendo economia quanto a utilização de recurso hídrico, além de reduzir a evapotranspiração da cultura e o coeficiente de cultivo do abacaxizeiro cv. BRS Imperial e

A cobertura do solo reduziu o coeficiente de cultivo do abacaxizeiro quando

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration - guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300p. Irrigation and Drainage Paper: 56.

ANJOS, J. C.R.; JÚNIOR, A. S. A.; BASTOS, A. E.; NOLETO, D. H.; MELO, F. B.; BRITO, R. R. Armazenamento de água em Plintossolo Argilúvico cultivado com cana-de-açúcar sob níveis de palhada. *Pesquisa Agropecuária brasileira*, v.52, n.6, p.464-473, 2017.

BRAGA, M.B.; MAROUELLI, W.A.; RESENDE, G.M.; MOURA, M.S.B.; COSTA, N.D.; CALGARO, M.; CORREIA, J.S. 2017. Coberturas do solo e uso de manta agrotêxtil (TNT) no cultivo do meloeiro. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 1, p. 147-153, 2017.

BALBINO, A. 3 formas de fazer o manejo da irrigação na lavoura. AgroSmart Blog, 2016. Disponível em: Acesso em: 21 jul. 2020.

BUCKINGHAM, E. Studies on the movement of soil moisture. Washington, USDA, 1907. 61p. (Soils Bulletin, 38)

CAMPOS, M. S. **Estimativa de variáveis do balanço de água no solo com e sem cobertura em dois sistemas de irrigação localizada para a cultura da bananeira**. 2008. 97 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2018.

CARVALHO, L. G.; RIOS, F. A.; MIRANDA, W. L., NETO, P. C. evapotranspiração de referência: uma abordagem atual de diferentes métodos de estimativa. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 3, p. 456-465, 2011.

COELHO, E.F.; SIMÕES, W.L. **Onde posicionar sensores de umidade e de tensão da água do solo próximo da planta para um manejo mais eficiente da água de irrigação**. Circular Técnica 109. Cruz das Almas: BA. Embrapa. ISSN 1809-5011. 2015.

COELHO, E. F.; VELLAME, L. M.; COELHO FILHO, M. A. Sonda de TDR para estimativa da umidade e condutividade elétrica do solo, com uso de multiplexadores. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 4, p. 475-480, 2005.

DARYANTO, S.; WANG, L.; JACINTHE, P. Can ridge-furrow plastic mulching replace irrigation in dryland wheat and maize cropping systems? **Agricultural Water Management**, v. 190, p. 1-5, 2017.

FILIPOVIĆ, V.; ROMIĆ, D.; ROMIĆ, M. Plastic mulch and nitrogen fertigation in growing vegetables modify soil temperature, water and nitrate dynamics:

experimental results and a modeling study. **Agricultural Water Management**, v.176, n.1, p. 100-110, 2016.

GALDOS, M.V.; CERRI, C.C.; CERRI, C.E.P. Soil carbon stocks under burned and unburned sugarcane in Brazil. **Geoderma**, v.153, p.347-352, 2009.

GAVA, R.; SILVA, E.E.; BAIO, F.H.R. Calibração de sensor eletrônico de umidade em diferentes texturas de solo / electronic moisture sensor calibration in different soil textures. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 10, n. 2, p. 154-162, 2016.

GONG, D.; MEI, X.; HAO, W.; WANG, H.; CAYLOR, K. K. Comparison of ET partitioning and crop coefficients between partial plastic mulched and non-mulched maize fields. **Agricultural Water Management**, n. 181, p. 23-34, 2017.

GUIMARÃES, M.; LOPES, I.; OLDONI, H.; COELHO FILHO, M. A. Balanço hídrico para diferentes regimes pluviométricos na região de Cruz das Almas-BA. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 59, n. 3, p. 252-258, 2017

GUTIERRES, M. I. A.; NEVES, E. A importância do monitoramento da umidade do solo através de sensores para otimizar a irrigação nas culturas **Enciclopédia biosfera**, v.18 n. 35; p.1-16, 2021

INFORZATO, R.; GIACOMELLI, E. J.; ROCHELLE, L. A. Sistema radicular do abacaxizeiro, aos 4, 8 e 12 meses, plantado no início da " estação seca, em solo latosolo vermelho escuro-orto. **BRAGANTIA**, Boletim científico do instituto agrônomo do estado de São Paulo. Vol.27, Nº 11. Campinas, março de 1968.

JUN, F.; YU, G.; QUANJIU, W.; MALHI, S. S.; YANGYANG, L. Mulching effects on water storage in soil and its depletion by alfalfa in the Loess Plateau of northwestern China. **Agricultural Water Management**. v.138, n.31, p.10-16, 2014.

LEDIEU, J.; RIDDER, P.; CLERCK, P. A Method of Measuring Soil Moisture by Time-Domain Reflectometry. **Jornal of Hydrology**, v. 88, p. 319-328, 1986.

LIU, M.; YANG, J.; LI, X.; YU, M.; WANG, J. Numerical Simulation of Soil Water Dynamics in a Drip Irrigated Cotton Field Under Plastic Mulch. **Pedosphere**, v. 23, n. 5, p. 620-635, 2013.

PEREIRA, F.F.S.; MATSURA, E.E.; MOUSINHO, F.E.P.; BIZARI, D.R. Retenção de água em níveis de cobertura morta no feijoeiro irrigado em sistema de plantio direto. **Irriga**, v.20, n.3 p.557- 569, 2015.

REZENDE, J. O. **Recôncavo Baiano, berço da Universidade Federal segunda da Bahia: passado, presente e futuro**. Salvador: P&A, p. 194, 2004.

SANTANA, J.A. da S.; VIEIRA, F. de A.; SOUTO, J. da S.; GONDIM, S.C.; FONSECA, F. das C.E. da. Decomposição da biomassa foliar de cana-de-açúcar em um Neossolo na região de Areia-PB. **Revista Caatinga**, v.24, p.28-32, 2011.

SOUSA, V.F.; NUNES, G.M.V.C.; ZONTA, J.B.; ARAUJO, E.C.E. **Tecnologias para a produção de melancia irrigada na Baixada Maranhense**. São Luís: Embrapa Cocais, 2019.

SOUZA, C. B.; SILVA, B. B.; AZEVEDO, P.V. Crescimento e rendimento do abacaxizeiro nas condições climáticas dos Tabuleiros Costeiros do Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, p.134-141, 2007.

WANG, J.; DU, G.; TIAN, J.; JIANG, C.; ZHANG, Y.; ZHANG, W. Mulched drip irrigation increases cotton yield and water use efficiency via improving fine root plasticity. **Agricultural Water Management**, v. 255, p. 106992, 2021.

Wang, X., Li, Z., Xing, Y., Clothier, B.E., Dierickx, W., Oster, J., Wichelns, D. Effects of mulching and nitrogen on soil temperature, water content, nitrate-N content and maize yield in the Loess Plateau of China. **Agricultural Water Management**, v. 161, p. 53-64, 2015.