



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**FRANCISCO ALBANO UCHOA NETO**

**DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE CULTURA (KC) DO TABACO  
PRODUZIDO EM LARGA ESCALA PARA AS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS  
DO OESTE BAIANO.**

**FORTALEZA**

**2022**

FRANCISCO ALBANO UCHOA NETO

DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE CULTURA (KC) DO TABACO PRODUZIDO  
EM LARGA ESCALA PARA AS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DO OESTE  
BAIANO.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Graduação em Agronomia da do  
Centro de Ciências Agrárias da Universidade  
Federal do Ceará, como requisito parcial à  
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Alexsandro Oliveira da  
Silva.

FORTALEZA

2022

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

---

- U19d Uchoa Neto, Francisco Albano.  
Determinação do coeficiente de cultura (Kc) do tabaco produzido em larga escala para as condições edafoclimáticas do oeste baiano / Francisco Albano Uchoa Neto. – 2022.  
49 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2022.  
Orientação: Prof. Dr. Alexsandro Oliveira da Silva.
1. Nicotiana tabacum. 2. Manejo da irrigação. 3. Evapotranspiração. I. Título.

CDD 630

---

FRANCISCO ALBANO UCHOA NETO

DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE CULTURA (KC) DO TABACO PRODUZIDO  
EM LARGA ESCALA PARA AS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DO OESTE  
BAIANO.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Graduação em Agronomia da do  
Centro de Ciências Agrárias da Universidade  
Federal do Ceará, como requisito parcial à  
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em: 24/01/2022.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Alexsandro Oliveira da Silva (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

PhD Débora Costa Camargo  
Santa Colomba Agropecuária (Santa Colomba)

---

Me. Willame Cândido de Oliveira  
Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola/Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, irmãos e todos que sempre me apoiaram.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, que fez com que meus objetivos fossem alcançados, durante todos os meus anos de estudos.

Aos meus pais e irmãos que me incentivaram nos momentos difíceis e comemoraram comigo cada pequena vitória durante toda minha trajetória.

À Julianna Costa por todo companheirismo, carinho, apoio, cuidado e por sempre enxergar o melhor em mim.

As minhas madrinhas Monica Andrade, Rosângela Oliveira e Fátima Gonçalves por todo zelo e atenção dedicados a mim.

A todos os familiares que sempre se preocuparam e ofereceram suporte quando necessário.

À Universidade Federal do Ceará e ao Centro de Ciências Agrárias, por propiciarem minha graduação.

Ao Prof. Dr. Alexandre Oliveira da Silva, pela excelente orientação, disponibilidade, ensinamentos e paciência.

Aos participantes da banca examinadora, Débora Costa Camargo e Willame Cândido Oliveira pelo tempo dedicado, pelas valiosas colaborações e sugestões.

À Empresa Santa Colomba Agropecuária por todo suporte que foi essencial para o desenvolvimento deste trabalho e todos os colaboradores que contribuíram direta e indiretamente para a conclusão do mesmo.

Aos meus colegas de curso, Gleidson, Lucas Ferreira, Marcos, Lucas Farias, William, Yago, Alana, Valeska e Kaiane pelas trocas de ideias e ajuda mútua. Juntos conseguimos avançar e ultrapassar todos os obstáculos.

Aos amigos que fiz na Universidade em especial Gabriel, Luchese, Eduardo e Thays ao qual pude compartilhar diversos momentos de alegrias, sonhos e conquistas.

*“Inteligência é a habilidade de se adaptar às mudanças.”*

*Stephen Hawking*

## RESUMO

O manejo da irrigação via clima busca repor com precisão a água que foi utilizada por ação da evaporação e transpiração, garantindo assim o conteúdo de água necessário para que a planta possa expressar seu máximo potencial produtivo. Na cultura do tabaco, a irrigação realizada de forma adequada é uma das práticas agrícolas de grande impacto para desenvolvimento e produtividade da cultura. Mesmo a Bahia sendo o 4º maior estado brasileiro em produção de tabaco ainda há necessidade de informações mais precisas sobre o comportamento da cultura nos diferentes cenários edafoclimáticos do oeste baiano. O objetivo deste trabalho foi determinar o coeficiente de cultura ( $K_c$ ) do Tabaco para as condições de cultivo do oeste baiano e conhecer o comportamento da cultura nos diferentes cenários climáticos da região. O estudo foi instalado em duas áreas de produção comercial irrigadas por pivô central na fazenda Santa Colomba localizada no município de Cocos. A evapotranspiração de referência foi ( $E_{To}$ ) foi estimada pelo método de Penman-Monteith FAO. A  $E_{Tc}$  diária foi determinada através do balanço hídrico de água no solo em medições diárias. Os coeficientes de cultura obtidos para o cenário climático do 1º semestre foram 0,78 para a fase I, 0,63 para a fase II, 0,68 para a fase III, 0,79 para a fase IV e 0,62 para a fase V. Para o cenário do 2º semestre os coeficientes encontrados foram: 0,60 para a fase I, 0,69 para a fase II, 0,70 para a fase III, 0,76 para a fase IV e 0,74 para a fase V. Os resultados obtidos resultaram em dados confiáveis para o ajuste de métodos empíricos para o manejo da irrigação via clima.

**Palavras-chave:** *Nicotiana tabacum* . Manejo da irrigação. Evapotranspiração.



## ABSTRACT

The irrigation management climate seeks to accurately replace the water that was used by the action of evaporation and transpiration, thus ensuring the water content necessary for the plant to express its maximum productive potential. In tobacco cultivation, irrigation performed properly is one of the agricultural practices with a great impact on the development and productivity of the crop. Despite Bahia State being the 4<sup>th</sup> largest Brazilian State in tobacco production, there is still a need for more accurate information on the behavior of the crop in the different edaphoclimatic scenarios of western Bahia. The aim of this work was to determine the tobacco crop coefficient (Kc) for the cultivation conditions of western Bahia and to know the behavior of the crop in the different climatic scenarios of the region. The study was installed in two commercial production areas irrigated by center pivot on the Santa Colomba farm located in the municipality of Cocos. The reference evapotranspiration was (ET<sub>o</sub>) was estimated by the FAO Penman-Monteith method. Daily ET<sub>c</sub> was determined through soil water balance in daily measurements. The Kc obtained for the climate scenario of the 1<sup>st</sup> semester were 0.78 to phase I, 0.63 to phase II, 0.68 to phase III, 0.79 to phase IV and 0.62 to phase V. For the 2<sup>nd</sup> semester scenario, the coefficients found were: 0.60 to phase I, 0.69 to phase II, 0.70 to phase III, 0.76 to phase IV and 0.74 to phase V. The results obtained resulted in reliable data for the adjustment of empirical methods for the management of irrigation via climate.

**Keywords:** *Nicotiana tabacum* . Irrigation Management . Evapotranspiration.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Mapa de localização Fazenda Karitel.....   | 19 |
| Figura 2. Lavoura irrigada por pivô central na Fazenda Karitel.....  | 19 |
| Figura 3. Distribuição de chuvas e temperatura máxima e mínima coletadas nos anos 2018, 2019 e 2020 pela estação meteorológica da fazenda.....                         | 20 |
| Figura 4. Localização e croqui da área experimental do pivô n° 01.....   | 21 |
| Figura 5. Localização e croqui da área experimental Pivô n° 02.....  | 21 |
| Figura 6. Distribuição das áreas experimentais demarcadas.....   | 22 |
| Figura 7. Bandeja 288 células semeada de forma mecanizada.....   | 23 |
| Figura 8. Tecnologia para produção de mudas: Sistema Float (A) e elevado (B) Fonte: Elaborado pelo autor.....  | 24 |
| Figura 9. Aleirador de disco 8 linhas.....   | 25 |
| Figura 10. Transplantadora 8 linhas em operação.....   | 26 |
| Figura 11. Adubação de cobertura: Cultivador escarificador (A), implemento em operação (B). Fonte: Elaborado pelo autor.....   | 26 |
| Figura 12. Duração e fases fenológicas do tabaco.....  | 27 |
| Figura 13. Injetor de Fertilizantes e defensivos.....  | 28 |
| Figura 14. Colheita: Colhedora baixo pé (A), Colhedora meio pé (B), Colhedora alto pé (C). Fonte: Elaborado pelo autor.....  | 29 |
| Figura 15. Processo de cura: chegadas das folhas (A), estufas de secagem (B), folha curada (C), fardo pronto (D). Fonte: Elaborado pelo autor.....                     | 30 |
| Figura 16. Cultivar PVH2343 em campo.....  | 31 |
| Figura 17. Estação meteorológica automática.....   | 32 |
| Figura 18. Amostragem: Coleta das amostras com o trado (A), Amostras coletadas (B). Fonte: Elaborado pelo autor.....   | 33 |
| Figura 19. Dados meteorológicos durante o experimento: umidade relativa, temperatura máxima, temperatura mínima (A), velocidade do vento (B) e radiação Solar (C)..... | 36 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 20. Irrigação e Evapotranspiração da Cultura - Pivô 01: quadrante A (1), quadrante B (2), quadrante C (3), quadrante D (4). ..... | 38 |
| Figura 21 Irrigação e Evapotranspiração da Cultura - Pivô 02: quadrante A (1), quadrante B (2), quadrante C (3), quadrante D (4). .....  | 39 |
| Figura 22. Precipitação e Evapotranspiração da Cultura – Pivô 02.....  | 39 |
| Figura 23. Coeficiente de cultivo da cultura do tabaco estimadas para o pivô 1 (A) e pivô 2 (B) no oeste baiano. ....                    | 41 |
| Figura 24. Evapotranspiração da cultura e Evapotranspiração de Referência para o Pivô 01 (A) e pivô (B). ....                            | 42 |
| Figura 25. Curvas de Kc Pivô 01, Pivô 02 e Irriger utilizados no manejo da irrigação no oeste baiano .....                               | 43 |
| Figura 26. Evapotranspiração da cultura no manejo de irrigação utilizado e na estimativa obtida no pivô 1 (A) e pivô 2 (B). ....         | 44 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 – Duração de Fases Fenológicas observadas em campo..... | 35 |
| Tabela 2 – Evapotranspiração da Cultura.....                     | 37 |
| Tabela 3 – Valores de Kc Obtidos.....                            | 40 |

## SUMÁRIO

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | INTRODUÇÃO .....                                     | 14 |
| 2     | REVISÃO DE LITERATURA .....                          | 15 |
| 2.1   | A cultura do tabaco e sua importância econômica..... | 15 |
| 2.2   | Manejo da Irrigação via clima .....                  | 15 |
| 2.3   | Coefficiente de cultura (Kc).....                    | 17 |
| 2.4   | Irrigação por pivô central.....                      | 17 |
| 3     | MATERIAL E MÉTODOS .....                             | 19 |
| 3.1   | Localização e descrição da área experimental .....   | 19 |
| 3.2   | Caracterização do experimento.....                   | 20 |
| 3.2.1 | <i>Seleção da área de estudo.....</i>                | 20 |
| 3.2.2 | <i>Divisão da área experimental .....</i>            | 22 |
| 3.3   | Produção do tabaco em larga escala .....             | 22 |
| 3.3.1 | <i>Produção de mudas.....</i>                        | 22 |
| 3.3.2 | <i>Preparo de solo.....</i>                          | 24 |
| 3.3.3 | <i>Transplântio e tratos culturais.....</i>          | 25 |
| 3.3.4 | <i>Colheita e cura.....</i>                          | 28 |
| 3.3.5 | <i>Cultivar Utilizada .....</i>                      | 30 |
| 3.4   | Determinação do Coeficiente da cultura (Kc).....     | 31 |
| 3.4.1 | <i>Evapotranspiração de Referência (ETo) .....</i>   | 31 |
| 3.4.2 | <i>Evapotranspiração da Cultura (ETc) .....</i>      | 32 |
| 3.4.3 | <i>Determinação do Kc da cultura.....</i>            | 34 |
| 3.4.4 | <i>Ferramenta de gestão (Irriger Connect) .....</i>  | 34 |
| 4     | RESULTADOS E DISCUSSÕES .....                        | 35 |
| 5     | CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....                     | 45 |
| 5.1   | Conclusões .....                                     | 45 |
| 5.2   | Recomendações.....                                   | 45 |
|       | REFERÊNCIAS .....                                    | 46 |

## 1 INTRODUÇÃO

O tabaco (*Nicotiana tabacum*) é uma das principais plantas não alimentícias cultivadas em todos os continentes (MESQUITA et. al., 2003). No Brasil, a cultura do tabaco é cultivada em 106.872 estabelecimentos com uma produtividade de 2,03 t ha<sup>-1</sup> (CENSO AGROPECUÁRIO, 2017). A baixa produtividade nacional é devido à inclusão da produção das áreas de sequeiro, sujeitas aos riscos da irregularidade das chuvas.

Cakir e Cebi (2006), verificaram avaliando diferentes regimes de irrigação, que todos os parâmetros vegetativos e o processo de acúmulo de massa seca são significativamente afetados pela falta de água no perfil do solo nos primeiros estágios de desenvolvimento em tabaco tipo Virgínia, deste modo um regime de irrigação bem ajustado pode refletir em ganhos de produtividade e qualidade.

Como recurso limitado, a água no contexto da agricultura de ser utilizada de maneira criteriosa e precisa, objetivando-se o máximo de eficiência, reduzindo as perdas e excessos. O conjunto solo-água-plantas é um sistema dinâmico, em que a água armazenada no solo é absorvida pelas raízes das plantas, onde maior parte retorna para atmosfera. Tendo em vista isso, o manejo de irrigação pode ser realizado através do monitoramento do solo, planta ou clima, ou ainda, através da associação desses métodos (RODRIGUES, 2021).

Devido a sua simplicidade e menor custo manejo via clima é o mais amplamente utilizado. Rodrigues et al. (1997) citam a operacionalidade, como fator principal para a maior utilização dos métodos que se baseiam na evapotranspiração para estimar o consumo de água pelas culturas. A quantidade de água evapotranspirada pela cultura depende principalmente do clima, mas também da planta e do solo e pode ser estimada com auxílio de softwares como o Irriger Connect.

Objetivo do presente trabalho foi avaliar o desenvolvimento da cultura do tabaco nos diferentes cenários edafoclimáticos do oeste baiano, avaliar o manejo recomendado pela plataforma Irriger Connect e determinar o coeficiente de cultura (Kc) do Tabaco conhecendo assim a necessidade hídrica da cultura nos diferentes estágios de desenvolvimento.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A cultura do tabaco e sua importância econômica

O tabaco (*Nicotiana tabacum*) é uma espécie da família *Solanaceae*, possui origem na América tropical (América do Sul), podendo atingir até 2 metros de altura, a planta possui caule ereto, robusto, cilíndricos e ramosos, com folhas alternas sésseis, ovais ou lanceoladas, com nervuras salientes na parte inferior e coloração verde intensa na parte superior (BOIEIRO, 2008). O tabaco é cultivado em muitas regiões do mundo e pode ser legalmente comprado em todos os países. A folha seca do tabaco é usada para fumar, mascar ou aspirar (FIGUEIREDO, 2008).

Ficando atrás apenas da China e da Índia, o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de tabaco sendo responsável pela produção de 769.801 toneladas de tabaco no ano de 2019 e registrando um volume de 530.168 toneladas exportadas o que o coloca no topo do ranking mundial de exportação de tabaco segundo dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAOSTAT, 2019). Em território nacional a região que se destaca é a região sul do país, que sozinha representa 97,5% da produção total segundo dados do Censo agropecuário (2017). Em termos de Nordeste, a Bahia participa com 41 % da produção de fumo em folhas, sendo o maior estado produtor da região, seguido de Alagoas ocupando a quarta e a quinta posição no ranking nacional, respectivamente e juntos apresentaram uma produção de 14.175 toneladas.

A cultura do tabaco foi introduzida no estado da Bahia em 1757, no município de Cachoeira, e atualmente corresponde a pouco mais de 1,2% da produção nacional de tabaco, onde estão incluídos o tabaco Virgínia, Burley e Comum para fabricação de cigarros, o Oriental para a fabricação de fumos aromáticos e o Brasil-Bahia e Sumatra, destinados à fabricação de charutos, capas para charutos e cigarrilhas (OLIVEIRA, 2006). No estado a maior produção se concentra na fazenda Santa Colomba, onde desde o ano de 2015 em parceria com a Philip Morris Brasil, são cultivados mais 3.800 ha irrigados por ano com uma produtividade de 2.356,7 kg ha<sup>-1</sup>, configurando-se a maior operação de produção de tabaco do país.

### 2.2 Manejo da Irrigação via clima

O manejo da irrigação tem por finalidade estabelecer técnicas que possibilitem a conservação da água e de energia sem reduzir a produção econômica da cultura (CAMARGO, 2016). Petry, Carlesso e Martins (2021) destacam que um efetivo

gerenciamento da irrigação garante umidade no solo, no tempo e na quantidade adequadas durante o ciclo desenvolvimento das culturas. Existem três metodologias para o manejo da irrigação segundo Camargo (2016), manejo via solo, onde faz-se o uso de ferramentas que permitam aferir a tensão de água no solo ou sua porcentagem volumétrica, via planta onde considera-se as condições hídricas na planta, identificando principalmente níveis de estresse e/ou turgidez da cultura, e o manejo via clima que consiste no uso de dados climáticos para estimar a demanda hídrica diária da cultura.

O consumo hídrico da cultura é determinado pela evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>), proposto por Allen et. al. (1998) no boletim FAO-56 através de uma metodologia de duas etapas (K<sub>c</sub>- ETo), onde a evapotranspiração de referência (ETo) que é definida como a evapotranspiração promovida por uma cultura hipotética que cobre todo o solo, em crescimento ativo, sem restrição hídrica ou nutricional, com altura média de 0,12 m, albedo igual a 0,23 e resistência da superfície ao transporte de vapor de 70 s m<sup>-1</sup> e representa o efeito das condições meteorológicas no consumo de água.

O coeficiente de cultivo (K<sub>c</sub>) faz o balanço da influência específica das culturas na ET<sub>c</sub> e sua variação ao longo do ciclo das culturas (PEREIRA et al., 2015), nesta abordagem, são integrados no K<sub>c</sub> os efeitos de transpiração da cultura e evaporação da água do solo (VENANCIO et al, 2019). A metodologia proposta por Allen et al. (1998) permite que a evapotranspiração da cultura seja estimada mesmo com diferentes condições de manejo e desenvolvimento das culturas.

Dados meteorológicos utilizados para estimativa da demanda hídrica das plantas podem ser facilmente obtidos com a utilização de sensores simples e são representativos para áreas extensas, com estações automáticas é possível se captar dados necessários para estimar a evapotranspiração de referência (radiação solar, temperatura do ar, umidade relativa do ar e vento) (NAVARRO-HELLÍN et al., 2016). Hunsacker et al. (2015) informa que o manejo da irrigação baseado na ET<sub>c</sub> pode apresentar menor reabastecimento de água no solo durante o ciclo de desenvolvimento logo, para que se possa realizar um bom manejo sem que ocorra impacto no rendimento da cultura, Davies e Dukes (2010) e Pereira et al. (2015) ressaltam fatores de grande importância para esse tipo de manejo: a acurácia na estimativa da ETo, um K<sub>c</sub> (simples ou dual) calibrado para as condições regionais, das propriedades do solo, como a retenção e disponibilidade de água, e medição da chuva em nível de parcela ou área irrigada.



### 2.3 Coeficiente de cultura (Kc)

O coeficiente de cultura, é mensurado relacionando a evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) e a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) (REICHARDT & TIMM, 2004). Como é uma variável que depende das condições ambientais e fisiológicas da planta o coeficiente de cultura deve ser determinado para as condições locais onde a cultura será cultivada (MENDONÇA et al., 2007).

O coeficiente de cultura (K<sub>c</sub>) sofre influência de fatores biológicos como, área foliar, morfologia da planta, cobertura do vegetal do solo e a transpiração, fatores físicos, do tipo de solo, do método e manejo de irrigação adotado, estágio de desenvolvimento da cultura, quantidade de vegetação, cultivar e dos fatores climáticos ao qual a cultura é submetida (BERGAMASCHI, 1999; PEREIRA et al., 2015).

Como o K<sub>c</sub> varia de acordo com o desenvolvimento da planta é indicado que sua determinação seja realizada de acordo com as fases do ciclo da cultura, pois a porcentagem da área coberta do solo tende a aumentar com o desenvolvimento das plantas (BERGAMASCHI, 1999). Albuquerque (2010) afirma que para a determinação do coeficiente de cultura de plantas anuais o ciclo é dividido em quatro fases sendo eles:

1. Estágio inicial (cobertura do solo <10%);
2. Estágio de desenvolvimento vegetativo (de 10% a 80% da cobertura do solo);
3. Estágio de florescimento ou reprodutivo (até a maturação, máximo de cobertura do solo);
4. Estágio de maturação.

O coeficiente de cultura (K<sub>c</sub>) pode ser utilizado como uma ferramenta para melhorar a eficiência da irrigação, quando utilizado nos cálculos de irrigação para a tomada de decisão do momento e da quantidade de água a ser utilizada buscando a redução dos custos de produção dos impactos ambientais causados pela irrigação e buscando o ganho máximo da produção (MENDONÇA, 2007).

### 2.4 Irrigação por pivô central

A irrigação por meio de pivô central é uma alternativa que vem se adotando cada vez mais ao longo do tempo, segundo levantamento elaborado pela Câmara Setorial de Equipamentos de Irrigação da CSEI/Abimaq (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTO, 2021) entre os anos de 2000 e 2020,

o total da área irrigada no Brasil atinge a marca de 1,42 milhão de hectares, o que representa 21% da área irrigada no país, o que foi evidenciado também pelo estudo da Embrapa (GUIMARÃES; LANDAU, 2020) que, através de sensoriamento remoto, observou-se um resultado total de 1,6 milhão de hectares com pivô central no Brasil.

A expansão da utilização do pivô central pode ser explicada em função de sua operacionalidade e qualidade de irrigação uma vez que é possível se obter uniformidade de distribuição de água, têm-se um fácil controle da lâmina d'água aplicada, uma grande versatilidade para as diversas condições de topografia e tipos de solo, um menor dispêndio de mão-de-obra e, também, novas tecnologias incorporadas nos últimos anos, que garantem um controle total do sistema (BERNARDO et al., 2019).

O sistema de pivô central é um sistema de irrigação por aspersão que irriga uma área circular através da rotação da sua linha lateral em torno de um ponto fixo denominado de ponto do pivô, composto por uma linha lateral de aço suspensa que possui saídas para emissores e é apoiada por torres com rodas na base, podendo-se estender além da última torre, extensão essa que é chamada de 'lance em balanço' e pode apresentar um canhão em sua extremidade (COLOMBO, 2003).

De acordo com Silva (2021), o pivô central se mostra como uma excelente escolha para plataformas que tem como base quatro pilares: o monitoramento/controle, previsão/planejamento, otimização/aplicação e, informações/análises. Ele ainda afirma que toda a tecnologia e avanço do sistema pivô central demanda uma rede de distribuição ampla e bem estruturada e processos de governança bem definidos envolvendo transparência, responsabilidade corporativa, equidade e prestação de contas.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização e descrição da área experimental

A pesquisa foi instalada na Fazenda Karitel, localizada no município de Cocos – BA, extremo oeste baiano nas coordenadas 14°39'39,75" S; 45°33'4079" O (Figura 1), em duas áreas de produção comercial irrigada por pivô central (Figura 2), no período de maio a novembro de 2021.

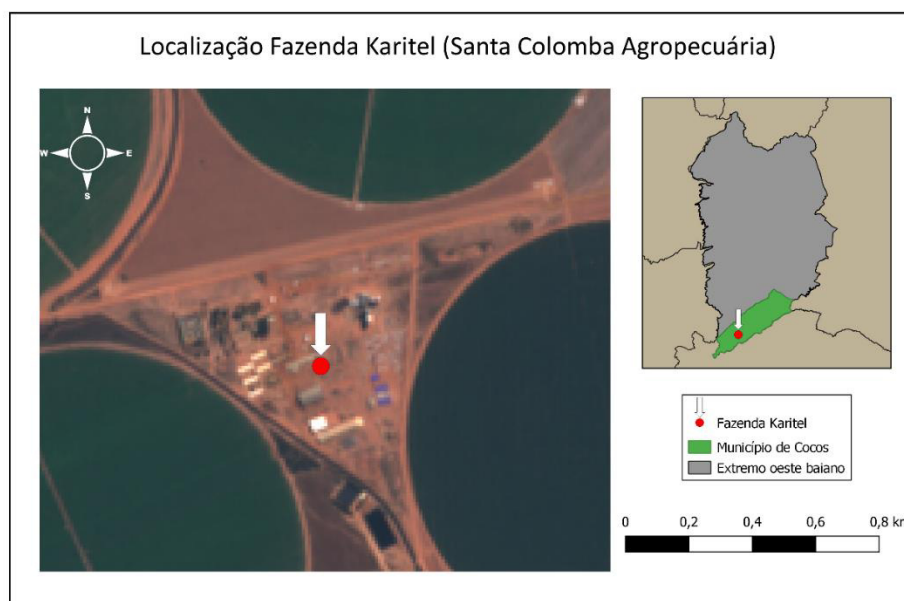


Figura 1. Mapa de localização Fazenda Karitel

Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 2. Lavoura irrigada por pivô central na Fazenda Karitel.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O clima da região é caracterizado por precipitação média anual de 1200 mm, temperatura média anual que varia de 20°C a 25°C com duração do período seco

oscilando entre 5 e 6 meses (Figura 3). A classificação climática segundo Thornthwaite C2wA' descrito como úmido a subúmido, moderada deficiência hídrica no inverno, estação seca bem definida com chuvas de primavera/verão (ATLAS ÉOLICO DA BAHIA, 2013).

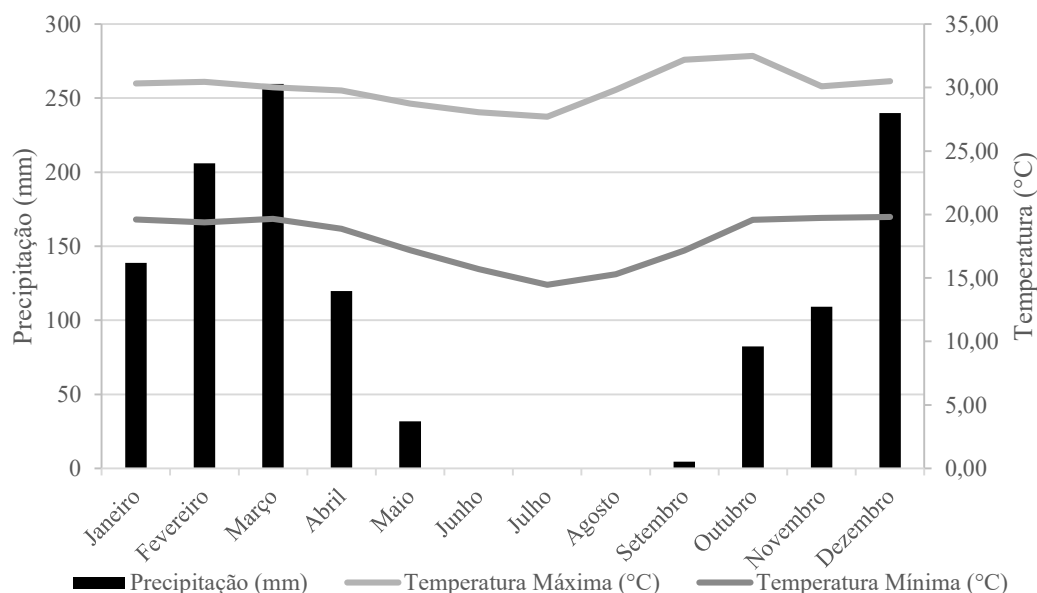


Figura 3. Distribuição de chuvas e temperatura máxima e mínima coletadas nos anos 2018, 2019 e 2020 pela estação meteorológica da fazenda.

Fonte: Banco de dados Fazenda Santa Colomba.

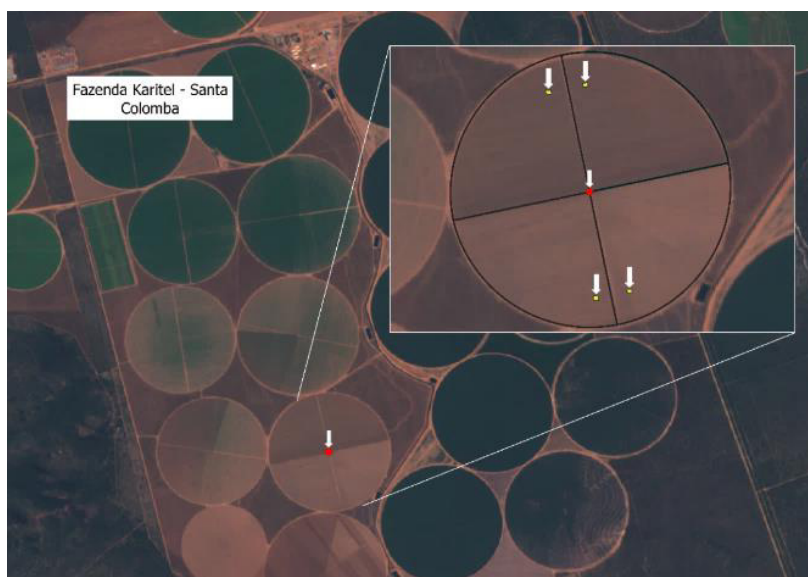
## 3.2 Caracterização do experimento

### 3.2.1 Seleção da área de estudo

A seleção das áreas de estudo levou em consideração a época de plantio e o tipo de solo das áreas. Em função da metodologia adotada buscou-se realizar a pesquisa fora do período de chuvas para se ter um maior controle das entradas de água no sistema e assim realizar-se o balanço de água no solo conforme Venâncio et. al (2019). Procurou-se também avaliar o comportamento da cultura em diferentes condições de solo presentes na fazenda, por isso as áreas de estudo foram instaladas pivôs com características de solo diferentes.

O pivô de número 01, localizado nas coordenadas 14°49'10.74"S, 45°33'36.10"O (Figura 4), possui solo de textura franco arenosa com densidade 1,5 g cm<sup>-3</sup> e área total irrigada de 150 ha. O equipamento é da fabricante Valmont, modelo Valley 8000 possui uma vazão de 714,33 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup> com pressão de serviço de 7 mca, sua taxa de

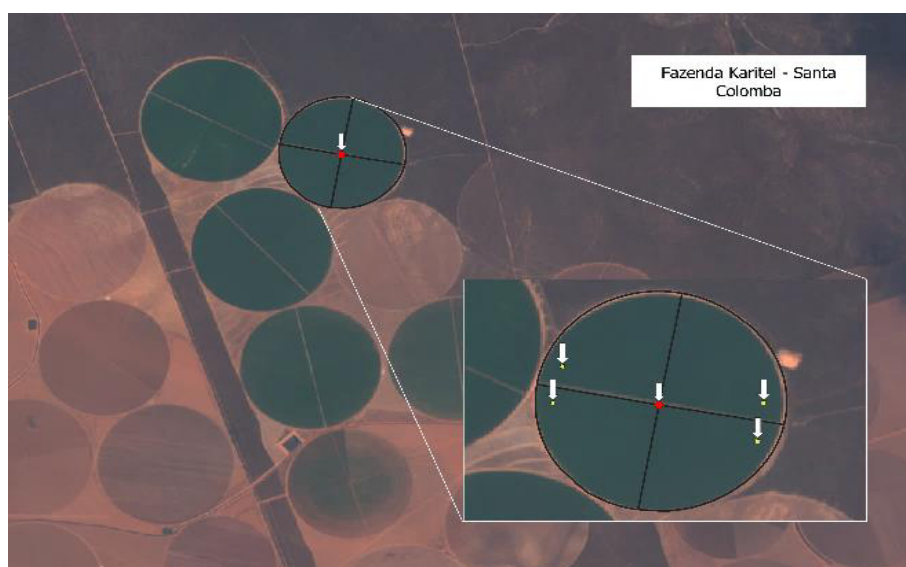
aplicação mínima é de  $7,19 \text{ mm h}^{-1}$  com velocidade máxima na última torre de  $281,4 \text{ m h}^{-1}$  e tempo de volta de 15,11 horas.



*Figura 4. Localização e croqui da área experimental do pivô n° 01*

*Fonte: Elaborado pelo autor.*

O pivô n° 02 localizado nas  $14^{\circ}3'18.73''\text{S}$ ,  $45^{\circ}1'50.73''\text{O}$  (Figura 5), possui solo de textura arenosa com densidade  $1,48 \text{ g cm}^{-3}$  e área total irrigada de 124 ha. O equipamento é da fabricante Lindsay, modelo Zimmatic possui uma vazão de  $591,97 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  com pressão de serviço de 10 mca, sua taxa de aplicação mínima é de  $6,71 \text{ mm h}^{-1}$  com velocidade máxima última torre de  $268 \text{ m h}^{-1}$  e tempo de volta de 14,1 horas.



*Figura 5. Localização e croqui da área experimental Pivô n° 02*

*Fonte: Elaborado pelo autor.*

### 3.2.2 Divisão da área experimental

Em cada pivô selecionado para a condução do estudo foram delimitadas quatro parcelas de monitoramento, uma em cada quadrante dos pivôs que foram identificadas como quadrante A até D, com uma área de 550 m<sup>2</sup> cada (Figura 6).

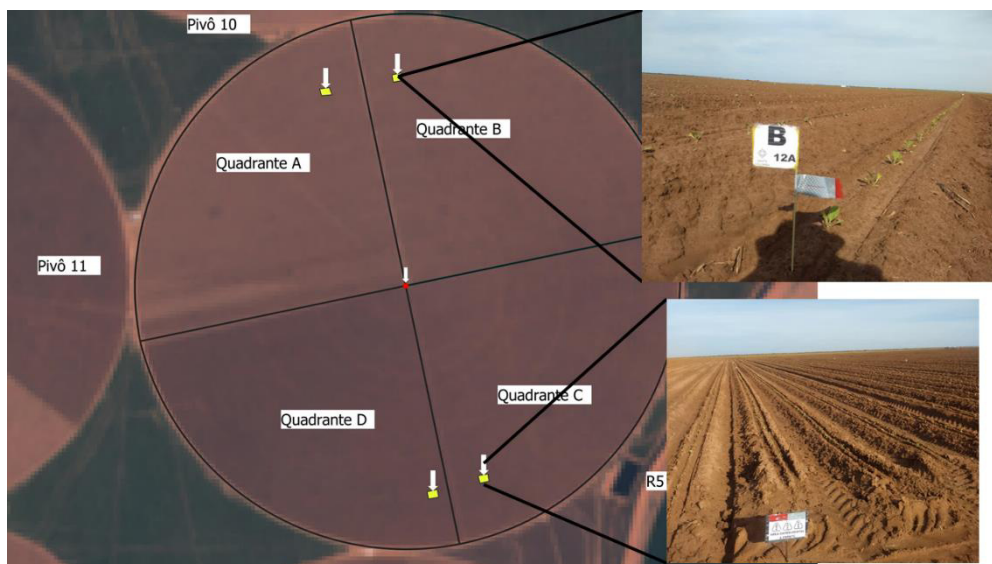


Figura 6. Distribuição das áreas experimentais demarcadas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.3 Produção do tabaco em larga escala

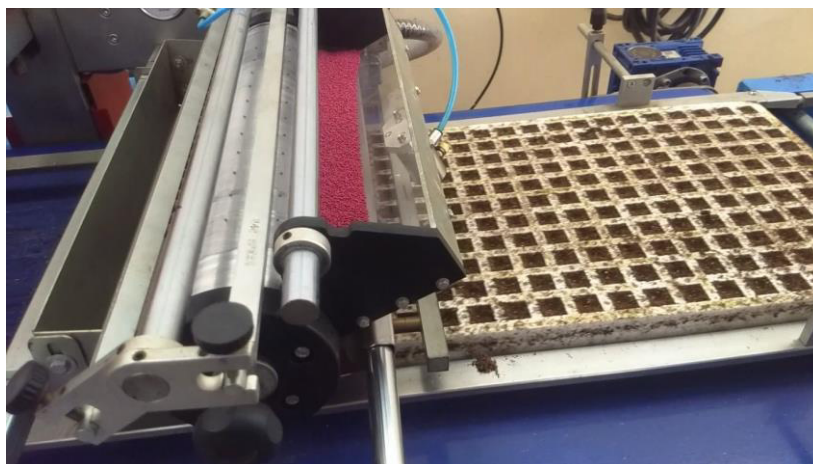
O processo de produção do tabaco não teve muitas alterações nos últimos 200 anos. Apesar de diversas tecnologias adicionadas para tornar a produção mais eficiente, as diferentes etapas do processo permanecem as mesmas (PHILIP MORRIS INTERNATIONAL, 2021). A cadeia produtiva do tabaco em larga escala pode ser dividida em cinco etapas principais assim como evidenciado por Heemann (2009): produção de mudas, preparo de solo, transplântio de mudas e tratamentos culturais, colheita e cura, porém com diferenças na escala e na tecnologia empregada em cada uma dessas etapas.

#### 3.3.1 Produção de mudas

A produção das mudas, foi realizada na própria fazenda, com uma operação contínua para atender a alta demanda da cadeia produtiva de larga escala que se tem na empresa Santa Colomba. No semeio, as sementes foram depositadas em bandejas de isopor contendo 288 células onde cada célula é preenchida com um substrato composto por 70% do substrato comercial livre de contaminantes e o outros 30% da mistura é



composto por fibra de coco. Devido seu alto valor agregado, apenas uma semente de tabaco é depositada por célula de forma mecanizada através de uma semeadora automática com capacidade de 800 bandejas por hora (Figura 7).



*Figura 7. Bandeja 288 células semeada de forma mecanizada*

*Fonte: Elaborado Pelo autor*

Depois de semeadas as bandejas seguem para casa de vegetação onde foram cultivadas em dois tipos de métodos distintos, o método mais comum é o denominado float (Figura 8A) que consiste na produção de mudas onde as bandejas flutuam em piscinas de lona onde são diluídos na água os fertilizantes, defensivos que garantem o bom desenvolvimento da muda (ALMEIDA, 2005). Outro método utilizado em larga escala é o denominado elevado (Figura 8B), onde as bandejas foram cultivadas em bancadas suspensas com o solo previamente sanitizado onde os fertilizantes, defensivos são fornecidos através de irrigação por nebulização, por ser um método que agrega mais tecnologia o método elevado exige mais cuidado quando comparado ao float.



*Figura 8. Tecnologia para produção de mudas: Sistema Float (A) e elevado (B) Fonte: Elaborado pelo autor.*

### **3.3.2 Preparo de solo**

No preparo do solo foram realizados o revolvimento e gradagem, além de correções de acidez, adubação e preparo dos sulcos também chamados de leiras ou camalhões, no qual foram usados tratores com implementos, onde em um primeiro momento o solo é revolvido, gradeado e corrigido e em um segundo momento geralmente em torno de 7 dias antes do transplântio, foram realizadas as leiras, com auxílio de um implemento chamado aleirador (LIMA, 2006; VOGT, 1997).

O tabaco é uma planta que não se desenvolve bem em condições de alta umidade e solo compactado por isso é cultivado em leiras ou camalhões. Para formação das leiras foi utilizado um aleirador de disco de 8 linhas (Figura 9) com espaçamento 1,20 m entre sulcos que em um único processo, permitiu que o solo fosse enleirado e adubado. Os fertilizantes utilizados na adubação de plantio é o de formulação foram o NPK 10-24-17, com uma dosagem de  $420 \text{ kg ha}^{-1}$  e o de formulação NPK 06-30-06, com uma dosagem de  $500 \text{ kg ha}^{-1}$ .





*Figura 9. Aleirador de disco 8 linhas*

*Fonte: Elaborado pelo autor.*

### **3.3.3 Transplântio e tratos culturais**

#### **3.3.3.1 Transplântio**

Após 60 dias em casa de vegetação as mudas foram transplântadas, o processo foi realizado de forma mecanizada, onde os operadores estavam sentados em bancos, e as bandejas foram posicionadas a frente de cada banco facilitando a pegada das mudas (HEEMANN,2009).

No transplântio foram utilizadas transplântadoras (Figura 10) de 8 linhas que possuem um rendimento de 3000 mudas hora linha<sup>-1</sup>, utilizando um espaçamento entre plantas de 39 cm e com um tamanho médio de mudas de 15 cm. As transplântadoras são gerenciadas eletronicamente, por um sistema que permite configurar, ler os dados relativos às funcionalidades do sistema e acesso aos diagnósticos, o sistema eletrônico permitiu também a substituição da transmissão mecânica (roda de tração) por motores elétricos, proporcionando assim uma maior flexibilidade da máquina e agregando funcionalidades que não são possíveis com a transmissão mecânica.



*Figura 10. Transplantadora 8 linhas em operação*

*Fonte: Elaborado pelo autor.*

### *3.3.3.2 Adubação de Cobertura*

Após o transplântio e estabelecimento da lavoura a adubação de cobertura foi feita dividida em 3 doses normalmente depois de 7 dias após o transplântio, de forma mecanizada. O implemento utilizado é o cultivador escarificador de 8 linhas (Figura 11) associado a um distribuidor de fertilizante que em uma única operação, permite adubar e cultivar a lavoura. A adubação é feita através de um dosador acionado por uma unidade hidráulica multifuncional que utiliza o sistema hidráulico do trator dispensando assim, o sistema de engrenagens. A unidade foi gerenciada eletronicamente o que permite o ajuste da dosagem, aplicação com taxa variável, monitoramento do nível de fertilizante e gerenciamento de trabalhos. Os fertilizantes utilizados na adubação de cobertura são: o de formulação NPK 10-24-17, na primeira dose, 15-05-13, na segunda dose, 15-00-15, na terceira dose.



*Figura 11. Adubação de cobertura: Cultivador escarificador (A), implemento em operação (B). Fonte: Elaborado pelo autor.*

### 3.3.3.3 Irrigação e Fertirrigação

Durante todo o desenvolvimento o manejo da irrigação foi realizado com enfoque em otimização do uso da água e energia atrelado a um monitoramento constante da cultura em campo, avaliando a umidade do solo e o crescimento da planta, realizando-se também fertirrigações de acordo com a necessidade.

O desenvolvimento do tabaco pode ser dividido em cinco fases fenológicas (Figura 12), transplante, canela alta, crescimento e alongamento rápido, florescimento e maturação (SQM, 2021). Divide-se o manejo da irrigação de acordo com essa separação fenológica onde na primeira fase é a de estabelecimento das mudas (transplante), onde se aplica em média uma lâmina de irrigação acumulada de 70 mm ao longo da fase e tem duração que vai até aproximadamente 15 dias após o transplante (DAT). A segunda fase denominada de crescimento vegetativo I (canela alta), tem duração média que vai dos 16 aos 35 dias após o transplante e aplica-se aproximadamente uma lâmina de irrigação acumulada de 30 mm, ou seja, a cultura é submetida a um stress hídrico, onde espaça-se a irrigação conforme o monitoramento em campo e o desenvolvimento da cultura, o stress aplicado tem como objetivo promover um melhor enraizamento da cultura.

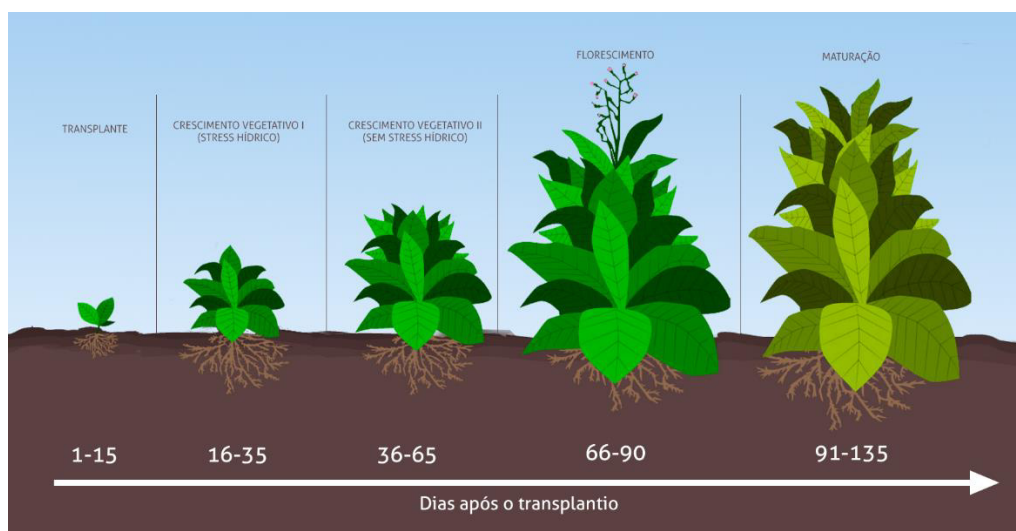


Figura 12. Duração e fases fenológicas do tabaco

Fonte: adaptado de Ortiz (2017).

A terceira fase denominada crescimento vegetativo II ou crescimento e alongamento rápido, vai geralmente dos 36 aos 65 DAT, é aplicada em média uma lâmina de irrigação acumulada de 130 mm, retirando-se o stress hídrico e garantindo o suprimento hídrico necessário para bom crescimento e desenvolvimento da planta. A quarta fase é a fase de florescimento, que vai em média dos 66 a 90 DAT, nessa fase do manejo da irrigação aplica-se aproximadamente uma acumulado médio de 140 mm, onde o manejo da irrigação visa proporcionar uma floração mais uniforme, a quinta fase a fase de maturação, que compreende em média o período de 91 a 135 DAT trabalha-se com um acumulado médio de 30 mm, onde o manejo é feito visando um engrossamento da folha, justifica-se também nesta fase, um menor volume aplicado tendo em vista que a fase de maior exigência hídrica (florescimento) já se passou e conforme a maturação vai ocorrendo as folhas vão sendo colhidas diminuindo também a exigência hídrica.

Para fertirrigação os fertilizantes utilizados são: ácido bórico (17% B), Salitre do chile (15-00-15), Sulfato de Potássio (51% K<sub>2</sub>O e 17% S), Sulfato de Magnésio (9% Mg e 17% S) que foram aplicados com um injetor de fertilizantes e defensivos (Figura 13) que permite a aplicação de fertilizantes que contém macronutrientes, micronutrientes, produtos químicos e produtos biológicos.



*Figura 13. Injetor de Fertilizantes e defensivos.*

*Fonte: Elaborado pelo autor.*

### **3.3.4 Colheita e cura**

#### **3.3.4.1 Colheita**

Aproximadamente 90 DAT, iniciou-se a colheita, as plantas de tabaco amadureceram de baixo para cima portanto se faz importante que a colheita seja feita



precisamente quando as folhas estão maduras e em condições ideais para a cura (PHILIP MORRIS INTERNATIONAL, 2021), quando a folha encontra-se no ponto ideal para colheita, elas apresentam coloração verde claro para amarelo, o talo esbranquiçado e são facilmente destacadas do caule, por isso a colheita é dividida geralmente em três operações, onde se colhe o baixo pé, em seguida meio pé, e por último alto pé todas de forma mecanizada. O número de folhas colhidas em cada operação depende número de folhas total de folhas na planta e do grau de maturação das mesmas.

Na colheita de baixo pé colheu-se em média de 4 a 5 folhas utilizando-se colhedoras de duas linhas com desfolhador do tipo rolo (Figura 14A), que realiza a desfolha com um movimento de baixo para cima garantindo uma desfolha próxima ao caule. Na colheita de meio pé assim como no baixo pé colhem-se de 4 a 5 folhas e são utilizadas colhedoras de 4 linhas com desfolhadores do tipo rolo (Figura 14B), na terceira e última colheita, de alto pé colhe-se de 8 a 10 folhas com colhedoras do tipo faca (Figura 14C).



*Figura 14. Colheita: Colhedora baixo pé (A), Colhedora meio pé (B), Colhedora alto pé (C). Fonte: Elaborado pelo autor.*

#### 3.3.4.2 Cura

Após colhidas as folhas foram transportadas para indústria de cura as folhas são recepcionadas por esteiras onde se faz uma primeira separação de materiais estranhos (caules, raízes e etc.) em seguida são despejadas em rack's (Figura 15A) que seguem para as estufas para iniciar o processo de cura (Figura 15B).

O processo de cura do tabaco (Figura 15C) desempenha um papel importante na qualidade final da folha, e é cuidadosamente controlado a fim de revelar o sabor característico de cada tipo de tabaco. Diferentes tipos de cura são usados para diferentes tipos de tabaco, sendo o processo utilizado para cura em larga escala, o de ventilação forçada com estufas. O processo possui 4 fases sendo elas: Amarelção, Murchamento, Secagem da lâmina e Secagem do talo.

Após aproximadamente 140 horas é finalizado o processo de cura, as folhas são retiradas dos rack's e mais uma vez é feita uma retirada de materiais estranhos, logo em seguida são direcionadas para uma prensa, onde as folhas são prensadas e enfardadas (Figura 15D), após enfardadas os fardos são carregados em carretas que seguem para fábricas de cigarro finalizando-se assim a cadeia produtiva do tabaco em larga escala.



Figura 15. Processo de cura: chegadas das folhas (A), estufas de secagem (B), folha curada (C), fardo pronto (D). Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.3.5 Cultivar Utilizada

A cultivar utilizada foi a PVH2343 (Figura 16) um híbrido adaptado as condições do extremo oeste baiano. Possui resistência ao mosaico do tabaco (TMV) e aos nematoides da espécie *Meloidogyne incognita* raças 1 e 3, apresenta também alta tolerância a murcha bacteriana e a característica de produzir um bom número de folhas por planta, com ótima capacidade de conservação na lavoura e facilidade no processo de cura. Apresenta ainda rusticidade e adaptabilidade a diferentes tipos de solo e clima

(PROFIGEN, 2021).



*Figura 16. Cultivar PVH2343 em campo*

*Fonte: Elaborado pelo autor.*

### **3.4 Determinação do Coeficiente da cultura (Kc)**

#### **3.4.1 Evapotranspiração de Referência (ET<sub>o</sub>)**

A evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), foi estimada através de dados coletados por estação meteorológica automática modelo DAVIS Vantage Pro 2<sup>®</sup> (Figura 17) sincronizada via API Key com o software de gerenciamento Irriger Connect (IRRIGER,2021), que realiza a estimativa pelo método de Penman-Monteith FAO – 56 (ALLEN et al., 1998) definido como método padrão e calculado conforme a equação 01:

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(Rn-G) + \left(\gamma \frac{900}{T+273}\right)u_2(e_s - e)}{\Delta + (1+0,34u_2)} \quad (1)$$

em que: Rn (MJ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>) é o saldo de radiação; G (MJ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>) é o fluxo de calor no solo; u<sub>2</sub> é a velocidade do vento a 2 m de altura (m s<sup>-1</sup>); e<sub>s</sub> é a pressão de saturação do vapor d'água do ar (kPa); e é a pressão parcial do vapor d'água do ar (kPa); T é a temperatura do ar (°C); Δ é a inclinação da curva da pressão de vapor de saturação em relação a temperatura média (kPa °C<sup>-1</sup>) e γ é coeficiente psicrométrico (kPa °C<sup>-1</sup>).



*Figura 17. Estação meteorológica automática.*

*Fonte: Elaborado pelo autor.*

### **3.4.2 Evapotranspiração da Cultura (ET<sub>c</sub>)**

A evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) foi mensurada pelo método do balanço de água no solo (BAS), ou também balanço de água em volume de controle de solo descrito por Horton (1933), onde se contabiliza todas as entradas e saídas de água em que a soma algébrica resulta na variação de armazenagem como demonstra a equação 02:

$$P + I - D + AC - ET_c \pm R = \Delta h_z \quad (02)$$

Onde: P - precipitação (mm); I - irrigação (mm); D - drenagem (mm); AC - ascensão capilar (mm); ET<sub>c</sub> - evapotranspiração de cultura (mm); R - escoamento superficial (mm); Δh<sub>z</sub> - variação da armazenagem (mm) desde a superfície do solo até a profundidade z.

Contudo, pela dificuldade no que se refere a mensuração dos fluxos de água no solo que depende do conhecimento detalhado das propriedades hídricas do perfil, a equação 02 foi rearranjada e simplificada para deixar a evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>, mm) como variável dependente (equação 03), como constata Venâncio Et. al (2019),



configurando assim o BAS como um método indireto e devido as simplificações, menos preciso.

$$P + I = ETc \pm \Delta hz \quad (03)$$

Para medição da variação da armazenagem (mm)  $\Delta h$ , foram realizadas coletas diárias com 3 repetições em cada quadrante da área experimental (Figura 19), para determinação do teor de umidade do solo com base em massa ( $g\ g^{-1}$ ) conforme metodologia contida em Bernardo et al. (2019). As coletas foram feitas a 30 cm de profundidade com auxílio de enxada e trado, sempre próximos a zona radicular do tabaco. O teor de umidade com base em peso foi transformado em volume armazenado conforme a equação 04:

$$\Delta h_{30} = (u_1 - u_2) \times d_g \times z \quad (04)$$

Onde:  $u_1$  – umidade com base em peso ( $g\ g^{-1}$ ) no dia  $n$ ;  $u_2$  – umidade com base em peso ( $g\ g^{-1}$ ) no dia  $n-1$ ;  $d_g$  – densidade do solo ( $g.cm^{-3}$ );  $z$  – profundidade da coleta (cm).



Figura 18. Amostragem: Coleta das amostras com o trado (A), Amostras coletadas (B).  
Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a coleta, a determinação da umidade com base em peso foi realizada em laboratório com auxílio de balança de precisão e uma estufa de secagem analógica onde

as amostras foram submetidas a secagem a 105°C por no mínimo 24 horas até as amostras atingirem peso constante.

### **3.4.3 Determinação do Kc da cultura**

A determinação do coeficiente de cultura (Kc) único do tabaco foi feita através da relação ETc/ETo (REICHARDT & TIMM, 2004). Determinou-se então o coeficiente da cultura (Kc) pela equação 05:

$$Kc = \frac{ET_c}{ET_o} \quad (05)$$

Em que: ETc – Evapotranspiração da cultura (mm.dia<sup>-1</sup>), determinada pelo método do balanço de água no solo; ETo – Evapotranspiração de referência (mm.dia<sup>-1</sup>), determinada pelo método padrão de Penman-Monteith.

### **3.4.4 Ferramenta de gestão (Irriger Connect)**

Para obtenção e gerenciamento dos dados climáticos foi utilizado o sistema Irriger Connect (IRRIGER, 2021) do grupo Valmont, que funciona em uma plataforma web. O sistema que é sincronizado com a estação meteorológica da fazenda, além de armazenar dados, auxilia no planejamento e manejo da irrigação com enfoque otimização do uso de água e energia, na redução de custos e no aumento da produtividade das culturas. Foram obtidos os valores de Kc elaborados pela plataforma afim de confrontá-los com os valores obtidos em campo e verificar se o sistema está calibrado para as condições de cultivo em questão.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nos acompanhamentos feitos em campo das diferenciações fenológicas das plantas determinou-se a duração de cada fase do desenvolvimento da cultura, apresentadas na Tabela 1.

*Tabela 1 Duração de Fases Fenológicas observadas em campo.*

| Pivô 01           |            |            |            |            |            |
|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Fase/Período      | Fase I     | Fase II    | Fase III   | Fase IV    | Fase V     |
| Início da fase    | 24/05/2021 | 08/06/2021 | 26/06/2021 | 22/07/2021 | 11/08/2021 |
| Duração<br>(dias) | 15         | 18         | 26         | 20         | 60         |
| Pivô 02           |            |            |            |            |            |
| Fase/Período      | Fase I     | Fase II    | Fase III   | Fase IV    | Fase V     |
| Início da fase    | 06/07/2021 | 19/07/2021 | 11/08/2021 | 09/09/2021 | 29/09/2021 |
| Duração<br>(dias) | 13         | 23         | 29         | 20         | 47         |

*Fonte: Elaborado pelo autor.*

A duração de cada fase fenológica não diferiu muito entre um pivô e outro, com exceção da fase V que apresentou uma diferença de 13 dias a mais no pivô 1, quando comparada ao pivô 02. Apesar da diferença a duração das fases observadas estão de acordo com o que relata DOORENBOS & KASSAM (1994). O encurtamento da fase 5 do pivô 02 é um indicativo de que a cultura teve sua maturação e senescência mais acelerada quando comparada ao pivô 01

Nas Figuras 19, tem-se os dados meteorológicos registrados durante a pesquisa, no pivô 01 a temperatura média foi 23,4 °C, a umidade relativa média 53,2%, a velocidade do vento média 0,6 m s<sup>-1</sup> e a radiação média foi de 16,12 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>. No Pivô 02 a temperatura média foi 24 °C, a umidade relativa média 57% (Figura 19A), a velocidade do vento média 0,47 m s<sup>-1</sup> (Figura 19B) e a radiação média foi de 16,43 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> (Figura 19C). A maior temperatura média registrada em ambos os pivôs foi de 30°C no mês de setembro, a maior velocidade observada foi de 1,58 m s<sup>-1</sup> no mês de julho, e os picos de umidade e radiação foram de 85,4% e 20,7 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> para o pivô 01 e de 94,2% 26,35 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> para o pivô 02.

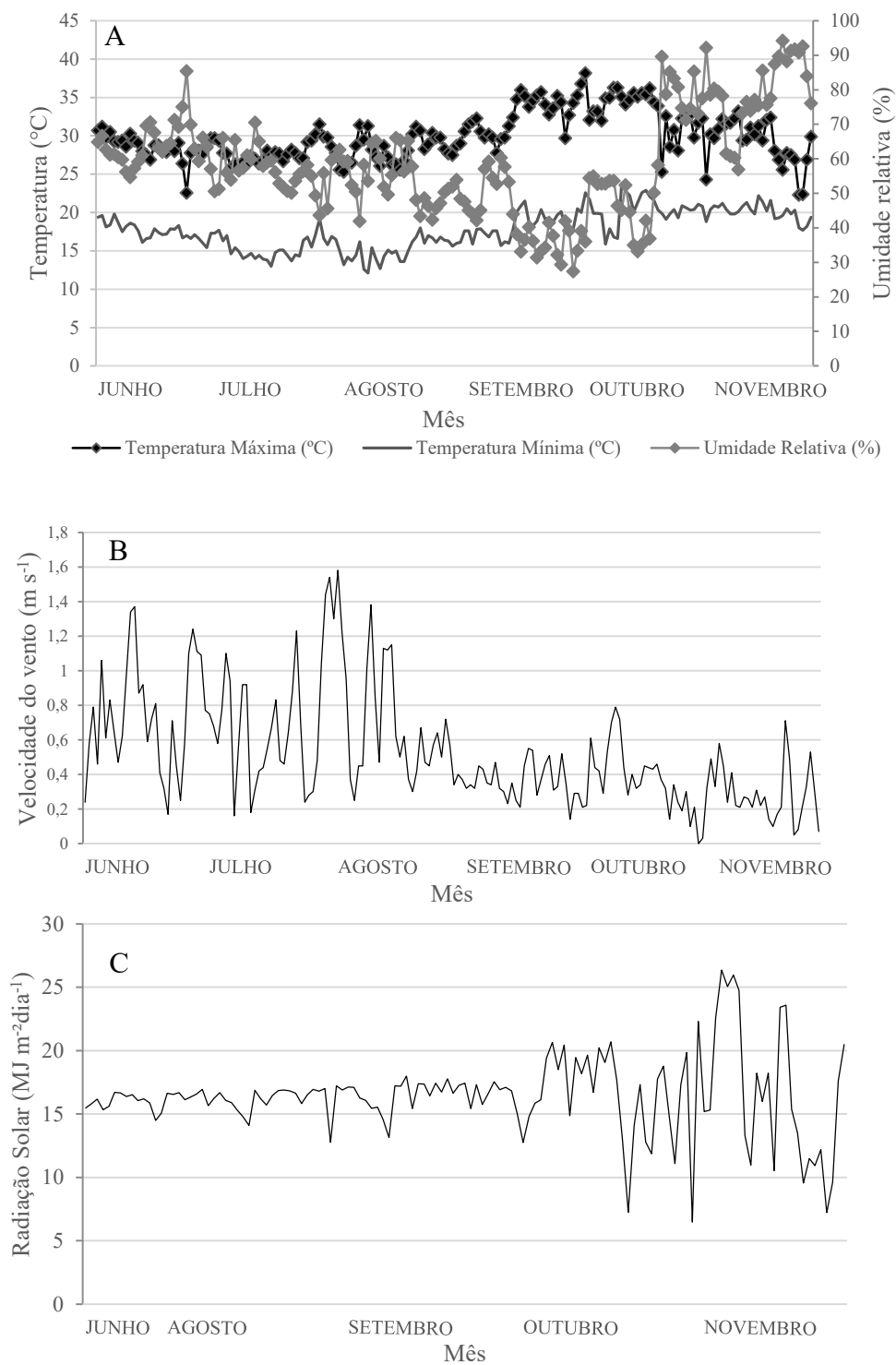


Figura 19. Dados meteorológicos durante o experimento: umidade relativa, temperatura máxima, temperatura mínima (A), velocidade do vento (B) e radiação Solar (C).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na tabela 2 podemos observar que ambos os pivôs apresentaram uma demanda hídrica abaixo ao limite inferior da demanda para a cultura do tabaco que varia de 400 a 600 mm de acordo com DOORENBOS & KASSAM (1994), sendo 317,05 mm para o pivô 01 e 340,6 mm para o pivô 02, sendo similar aos resultados obtidos por LOUISAKIS (1994) que verificou demandas de 377 mm e 375 mm para tabaco tipo Burley na Grécia. A máxima demanda de água observado ocorreu na fase de maturação e desenvolvimento vegetativo II (crescimento rápido) correspondendo em média por 41,15% e 19,71% da demanda hídrica total, respectivamente.

Tabela 2 Evapotranspiração da Cultura

| Pivô 01                            |        |         |          |         |        |             |
|------------------------------------|--------|---------|----------|---------|--------|-------------|
| Fase/Período                       | Fase I | Fase II | Fase III | Fase IV | Fase V | Total/média |
| ETc total (mm fase <sup>-1</sup> ) | 33,93  | 32,51   | 57,95    | 53,89   | 138,77 | 317,05      |
| ETc média (mm)                     | 2,26   | 1,80    | 2,23     | 2,37    | 2,31   | 2,19        |
| Pivô 02                            |        |         |          |         |        |             |
| Fase/Período                       | Fase I | Fase II | Fase III | Fase IV | Fase V | Total/média |
| ETc total (mm fase <sup>-1</sup> ) | 27,78  | 56,77   | 71,41    | 58,76   | 125,88 | 340,60      |
| ETc média (mm)                     | 2,14   | 2,47    | 2,46     | 2,94    | 2,75   | 2,55        |

*Fonte: Elaborado pelo autor.*

Tem-se, na Figura 20 a distribuição dos eventos de irrigação e evapotranspiração da cultura para área dos quadrantes A, B, C e D no pivô 01, durante o período de condução do experimento no pivô. A soma dos eventos de irrigação totalizou 477,48 mm. Durante o ciclo do pivô 01 só ocorreu um evento de precipitação pluviométrica registrando 4 mm no dia 15/06, quando a cultura estava no período de crescimento vegetativo I (stress hídrico).

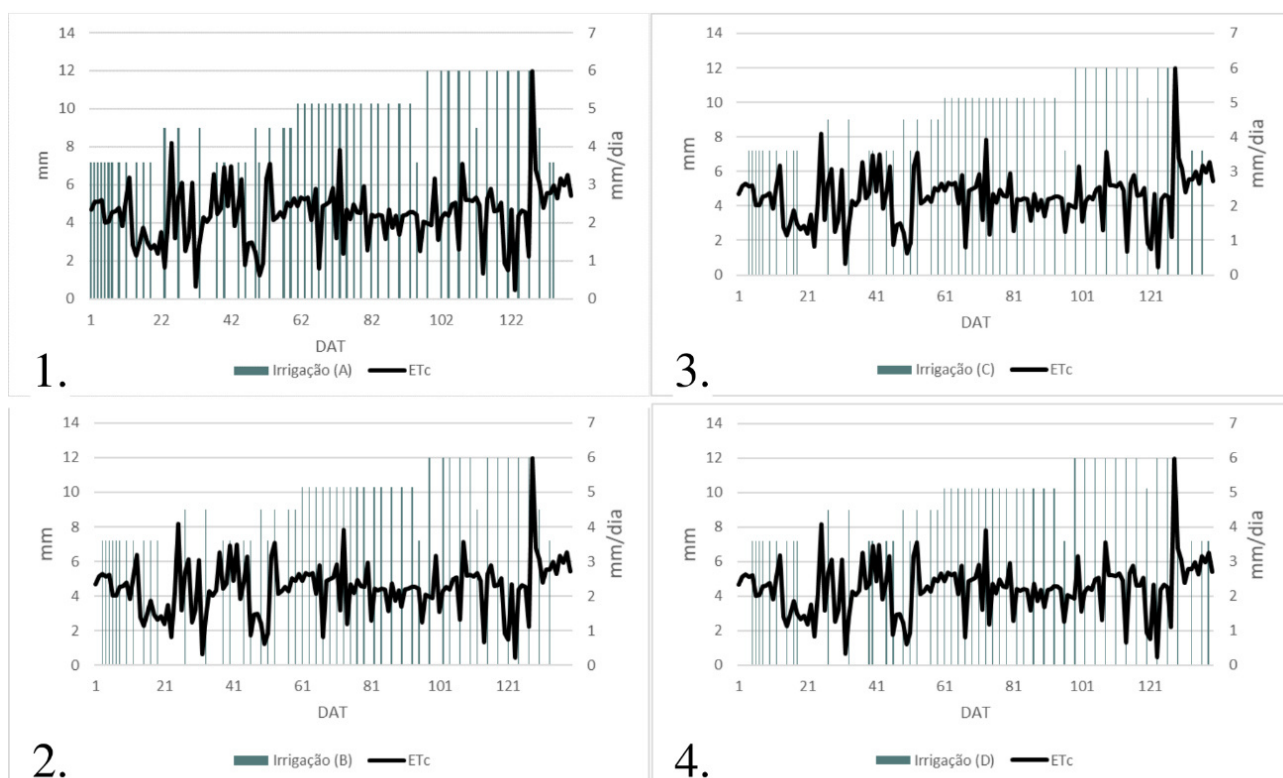


Figura 20. Irrigação e Evapotranspiração da Cultura - Pivô 01: quadrante A (1), quadrante B (2), quadrante C (3), quadrante D (4).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 22, temos a distribuição dos eventos de precipitação pluviométrica, e na Figura 21 os eventos de irrigação e evapotranspiração da cultura, no pivô 02 durante o período de condução do experimento. A soma dos eventos de irrigação totalizou 436,77 mm enquanto a soma dos eventos de precipitação pluviométrica foi de 328,4 mm com o maior registro ocorrido no dia 22/10 onde foi registrado 72 mm, na ocasião do registro, a cultura estava no período de maturação (fase final).

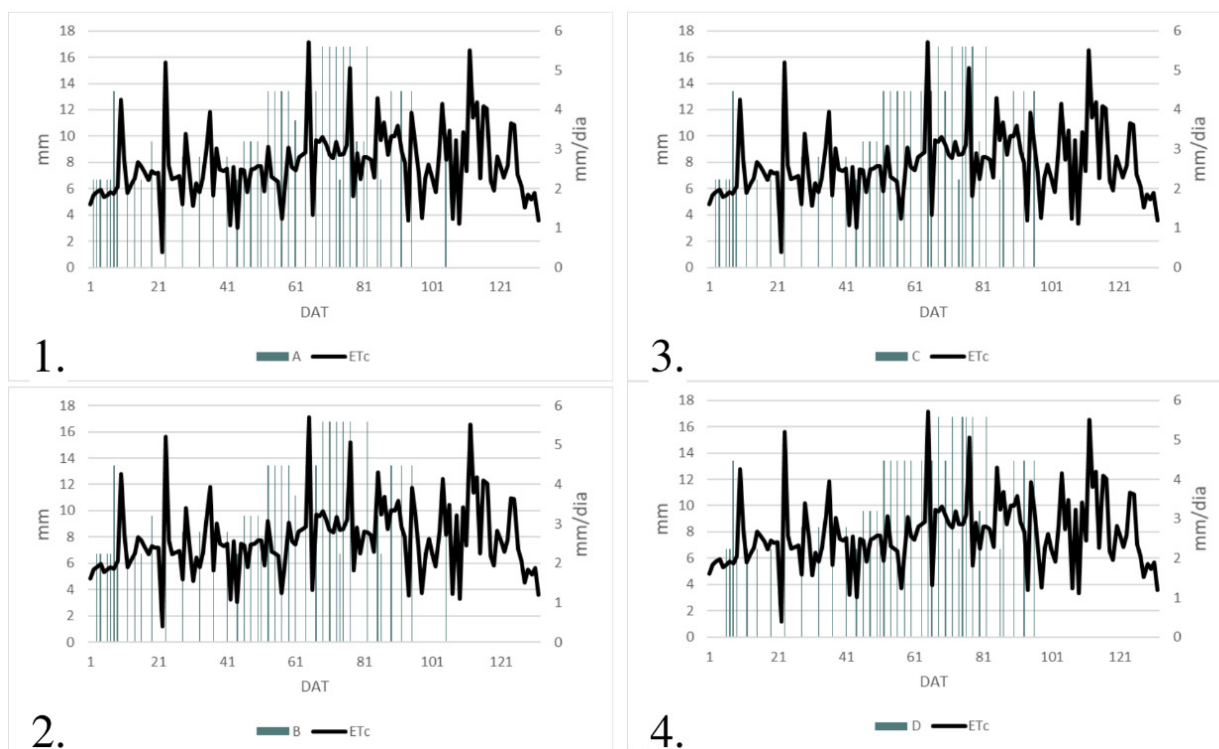


Figura 21 Irrigação e Evapotranspiração da Cultura - Pivô 02: quadrante A (1), quadrante B (2), quadrante C (3), quadrante D (4).

Fonte: Elaborado pelo autor.

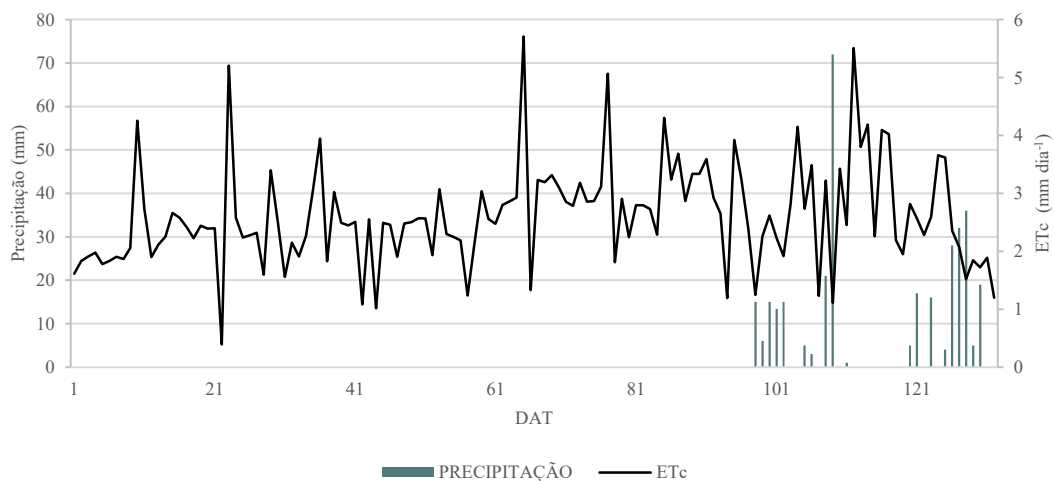


Figura 22. Precipitação e Evapotranspiração da Cultura – Pivô 02

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se na Tabela 3 os valores de Kc obtidos tanto no pivô 01 quanto no pivô 02. Os valores obtidos na primeira fase do desenvolvimento da cultura não refletem o real consumo de água pela planta e podem ter sido ocasionados devido a metodologia utilizada,

do tipo de solo e do manejo hídrico empregado na produção comercial, ao qual se emprega uma quantidade constante de água na fase de transplântio (fase I) a fim de manter a umidade do solo e garantir uma boa aclimatação das mudas em campo.

*Tabela 3 Valores de Kc Obtidos*

| Fase | Kc Pivô 01 | Kc Pivô 02 |
|------|------------|------------|
| 1    | 0,77       | 0,60       |
| 2    | 0,62       | 0,68       |
| 3    | 0,67       | 0,70       |
| 4    | 0,78       | 0,75       |
| 5    | 0,61       | 0,74       |

*Fonte: Elaborado pelo autor.*

Valores acima do que a planta necessita fisiologicamente na fase inicial também foram observados por Trujillo et al. (2008) que obteve 0,66, 0,83, 0,92, 0,87 para as fases de crescimento lento, crescimento rápido, floração e maturação, respectivamente. LÔRDELLO NETO (1999) estudando a variedade Bahia – Brasil em cruz das almas encontrou valores abaixo daqueles encontrados durante o estudo sendo 0,56 (estádio vegetativo), 0,42 (floração) e 0,69 (maturação). Os valores encontrados apesar de não refletirem o real consumo de água na fase inicial, apresentaram o mesmo comportamento comum na fase vegetativa que é de crescimento até o florescimento após isso um declínio gradativo até o fim do ciclo da cultura.

Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**<sup>23</sup> observa-se as curvas do Kc obtidas através da razão entre a evapotranspiração de referência e a evapotranspiração da cultura, para o Pivô 01 (Figura 23A) e 02 (Figura 23B), respectivamente.



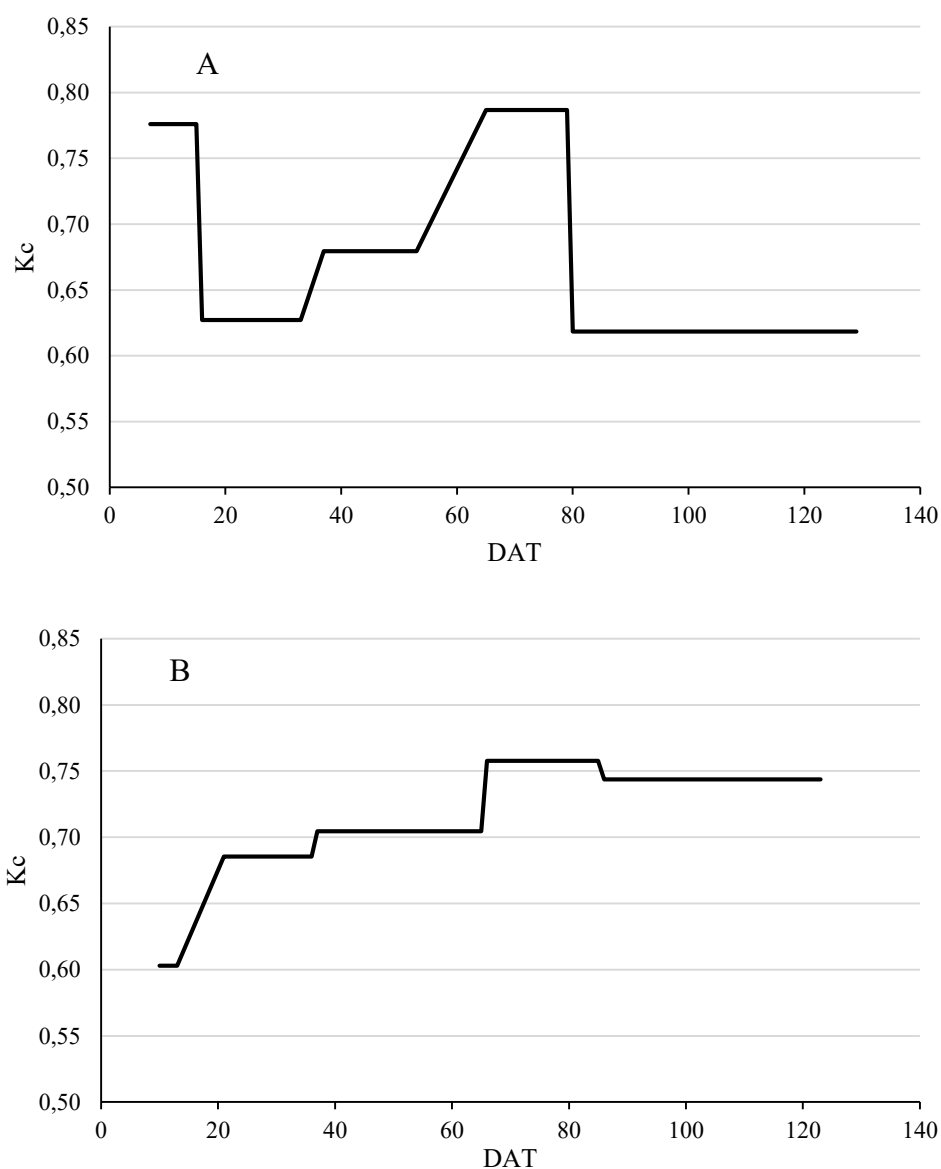


Figura 23. Coeficiente de cultivo da cultura do tabaco estimadas para o pivô 1 (A) e pivô 2 (B) no oeste baiano.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.24** podemos observar que a maioria das leituras da  $E_{Tc}$  manteve-se abaixo de  $E_{To}$  o que é um indicativo que os valores médios de  $K_c$  estão abaixo de um em todas as fases nos dois pivôs. Como dito anteriormente os valores obtidos na primeira fase do desenvolvimento da cultura não refletem o real consumo de água pela planta podendo representar em sua grande parte perdas por evaporação, tais resultados podem ter sido ocasionados devido a metodologia utilizada que não tem a capacidade de separar as duas componentes da evapotranspiração, do tipo de solo e do manejo hídrico empregado na produção comercial, ao qual se emprega uma quantidade

constante de água na fase de transplântio (fase I) a fim de manter a umidade do solo e garantir uma boa aclimatação das mudas em campo.

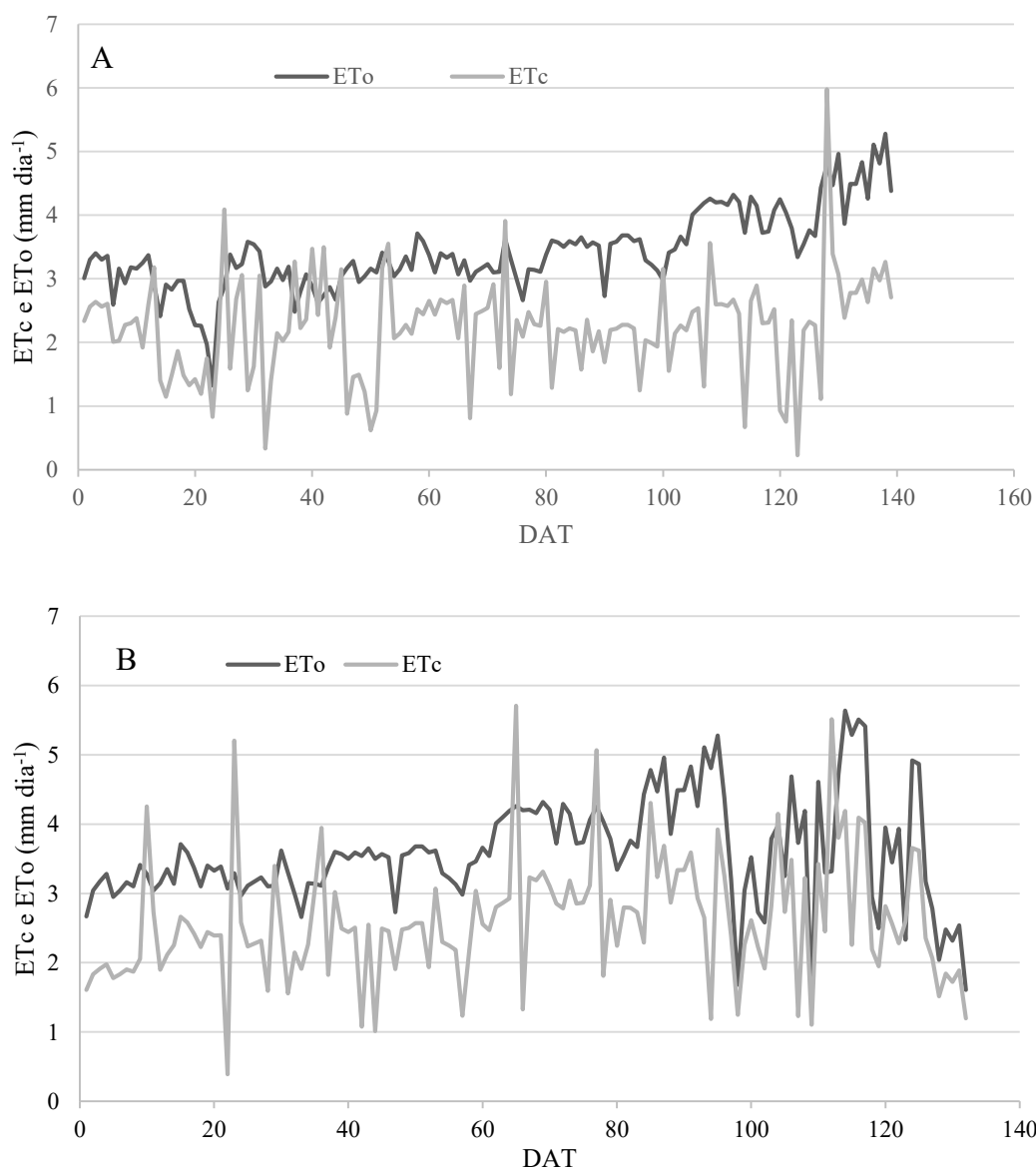


Figura 24. Evapotranspiração da cultura e Evapotranspiração de Referência para o Pivô 01 (A) e pivô (B).

Fonte: Elaborado pelo autor.

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** 25 mostra a curva do coeficiente de cultura (Kc) ao longo do ciclo fenológico da cultura para os pivôs 01, 02 e a curva adotada pelo software Irriger Connect que é usada como referência para as tomadas de decisão do manejo hídrico. Observa-se que os valores para Kc obtidos tanto no pivô 01 quanto no pivô 02 estão abaixo valores adotados pelo Irriger com exceção dos valores observados na fase 1.

Com os dados obtidos podemos constatar que a curva adotada superestima a demanda hídrica principalmente nas fases 3 e 4 em ambos os pivôs. Os valores de  $K_c$  obtidos não diferiram muito entre si nas fases 2,3 e 4, porém nas fases 1 e 5 obtiveram uma maior diferença. A alta frequência de eventos de precipitação ocorrida no pivô 02 mostrou um certo nível de imprecisão nos dados obtidos, consequência da simplificação da metodologia utilizada onde não foram mensurados os fluxos de água e devido ao excesso hídrico oriundo precipitação não foi possível se obter a garantia de que todo o processo de penetração da água oriunda da precipitação bem como a absorção de água pelas raízes, ocorreu dentro da zona radicular utilizada no balanço como recomenda Venâncio et al (2019).

Avaliando a demanda hídrica total têm-se com o  $K_c$  calibrado uma redução de 8,7% no pivô 01 e 5,8% no pivô 02. Os valores de  $K_c$  obtidos evidenciam que quando plantada no 1º semestre do ano a cultura possui um comportamento diferente de quando é plantada no 2º semestre do ano o que sugere adotar-se manejos diferentes para o cenário climático de cada semestre.

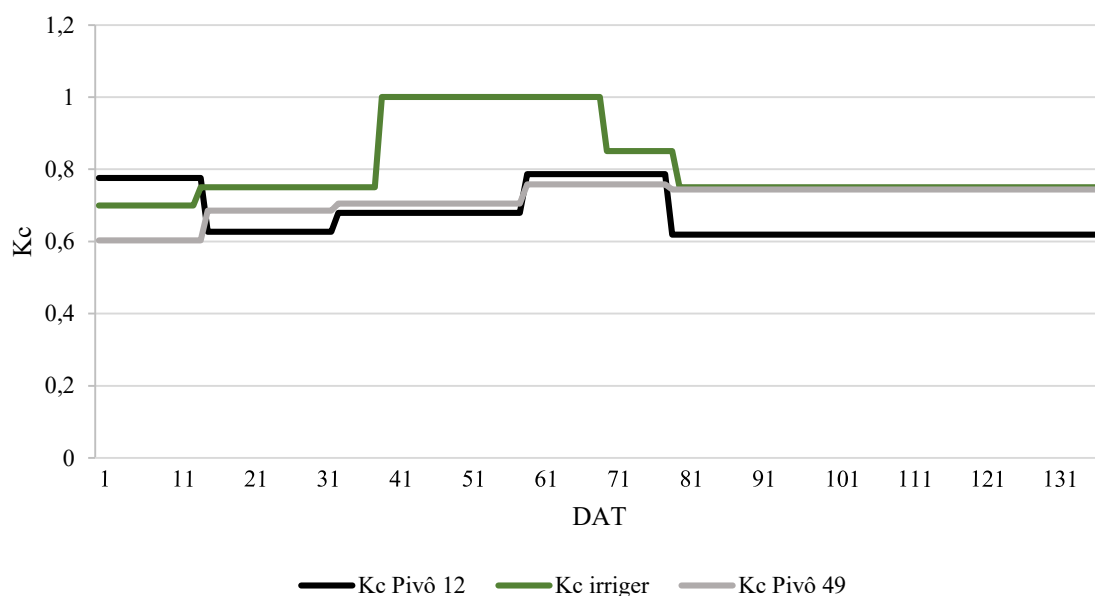


Figura 25. Curvas de  $K_c$  Pivô 01, Pivô 02 e Irriger utilizados no manejo da irrigação no oeste baiano

Fonte: Elaborado pelo autor.

Comparando as curvas de evapotranspiração da cultura no pivô 01 (Figura 26A) constatamos um volume de 347,12 mm utilizando o modelo da plataforma Irriger e 317,05

mm com o modelo calibrado no estudo totalizando uma economia de 30 mm (31.500 m<sup>3</sup> de água) na adoção do modelo calibrado. Já no pivô 02 (Figura 26B) o volume pela plataforma Irriger foi de 361,7 mm e com o modelo calibrado 340,6 mm, registrando assim uma economia de 21mm (26.040 m<sup>3</sup> de água).



Figura 26. Evapotranspiração da cultura no manejo de irrigação utilizado e na estimativa obtida no pivô 1 (A) e pivô 2 (B).

## **5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

### **5.1 Conclusões**

Com o presente estudo é possível concluir que: os valores encontrados na fase I do ciclo fenológico da cultura, não refletem o verdadeiro consumo de água da planta, porém, se justifica devido ao manejo realizado em uma lavoura comercial de tabaco em larga escala.

A curva adotada pela plataforma Irriger Connect mostrou-se superestimar a demanda hídrica da cultura e não se mostrou ajustada com duração real de cada fase.

Os resultados obtidos mostraram oportunidade de redução no consumo de água e energia, proporcionando dados confiáveis para um input de informações na plataforma de manejo, resultando em uma recomendação mais assertiva para os diferentes cenários climáticos ao longo do ano.

### **5.2 Recomendações**

Recomenda-se que se repita o estudo no pivô 02 em um período com menor incidência de chuvas para que se tenha uma maior precisão dos dados uma vez que os eventos de precipitação atípicos no período do presente estudo diminuíram a precisão da metodologia adotada.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Paulo Emílio Pereira de. **Estratégias de Manejo de Irrigação: Exemplos de Cálculo**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 24 p. (Embrapa. Circular técnica, 136).

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

ALMEIDA, G. E. G. **Fumo: servidão moderna e violação de direitos humanos**. Curitiba: Terra de Direitos, 2005, 168p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTO. **Câmara Setorial de Equipamentos de Irrigação (CSEI)**. Abimaq. Disponível em: <http://www.camaras.org.br/site.aspx/Home-CSEI>. Acesso em: 23 ago. 2021.

ATLAS Eólico da Bahia: Chuvas e Temperaturas. [S. l.: s. n.], 2013. **Atlas**. Disponível em: [http://www2.secti.ba.gov.br/atlasWEB/climatologia\\_p3.html](http://www2.secti.ba.gov.br/atlasWEB/climatologia_p3.html). Acesso em: 13 jan. 2022

BERGAMASCHI, Homero et al. **Agrometeorologia aplicada á irrigação**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1999. 130 p.

BERNARDO, S.; MANTOVANI, E.C.; SILVA, D.D.; SOARES, A.A. **Manual de Irrigação**. 9. Ed. Ed. UFV. 2019. 545p

BOIEIRO, M. **Tabaco**. Portugal, 2008. Disponível em: <http://www.institutohipocrates.pt/index.php/medicinas-nao-convencionais/fitoterapia/192-tabaco.html> . Acesso em: 1 ago. 2021.

CAKIR, R.; CEBI, U. **Growth and dry matter accumulation dynamics of flue-cured tobacco under diferente soil moisture regimes.** Journal of Agronomy, Madison, v.5, n.1, p.79-86, 2006.

CAMARGO, Débora Costa **Manejo da Irrigação: como, quando e quanto irrigar?** Fortaleza: INOVAGRI/IFCE, 2016. 42p.: il. ; 27cm.

CENSO AGROPECUÁRIO [S. l.]: **IBGE**, 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/818>. Acesso em: 13 ago. 2021.

COLOMBO, A. **Pivô central.** In: MIRANDA, J.H.; PIRES, R.C.M. Irrigação. Piracicaba: Funep. Cap. 11, v.2, p.209-258. 2003.

DAVIS, S.; DUKES, M. **Irrigation scheduling performance by evapotranspiration-based controllers.** Agriculture Water Management, v.98, n.1, p.19-28, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2010.07.006>. Acesso em: 29 ago. 2021.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas.** Tradução H. R. Gheyi. Campina Grande: UFPB, 1994. 306 p.

FAOSTAT. **Área colhida, rendimento e produção nos principais países produtores de tabaco.** Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 23 ago. 2021.

FIGUEIREDO, A. **Programa de diversificação de lavouras de tabaco nas encostas da serra geral, atividades e potencialidades.** Florianópolis, SC: Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências Agrárias, 2008. Disponível em: . Acesso em: 1 ago. 2021.

FLECK, N. G.; CANDEMIL, C. R. G. **Interferência de plantas daninhas na cultura da soja (*Glycine max (L.) Merrill*)**. Ciência Rural, Santa Maria, RS, v. 25, n.1, p.27-32, 1995.

GUIMARÃES, D.P.; LANDAU, E.C. **Georreferenciamento dos pivôs centrais de irrigação no Brasil: ano base 2020**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. 63p.

HEEMANN, F. **O cultivo do fumo e condições de saúde e segurança dos trabalhadores rurais**. Porto Alegre, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2009. Disponível em: . Acesso em: 23 ago. 2021

HUNSAKER, D.; FRENCH, A.N.; WALLER, P.M.; BAUTISTA, E.; THORP, K.R.; BRONSON, K.F.; ANDRADE-SANCHEZ, P. **Comparison of traditional and ET-based irrigation scheduling of surface-irrigated cotton in the arid southwestern USA**. Agricultural Water Management, v.159, p.209-224, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.06.016>. Acesso em: 23 ago. 2021.

LIMA, R. G. DE. **Desenvolvimento técnico-produtivo da lavoura de tabaco na Bacia Hidrográfica do Rio Pardinho/RS**. In: ETGES, V. F.; FERREIRA, M.A. F. (Org). **A produção de tabaco: Impactos no ecossistema e na saúde humana na região de Santa Cruz do Sul/RS**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2006.

LÔRDELLO NETO, A. V. **Evapotranspiração e coeficiente de cultivo (Kc) da cultura do fumo (*Nicotiana tabacum*) na região de Cruz das Almas – Ba**. 1999. 55 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Agronomia. Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 1999.

MENDONÇA, José C. et al. **Determinação do coeficiente cultural (Kc) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*), em Campos dos Goytacazes, RJ**. Revista Brasileira de



Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande - Pb, v. 11, n. 5, p.471-475, dez. 2007.

MESQUITA, Augusto Sávio; OLIVEIRA, José Mário Carvalhal de. **A cultura do fumo na Bahia da excelência à decadência**. Revista Bahia Agrícola, [s. l.], v. 6, ed. 1, 2003.

Disponível em: <http://www.seagri.ba.gov.br/content/revista-bahia-agr%C3%ADcola-v6-n1-nov-2003-issn-1414-2368>. Acesso em: 13 jan. 2022.

NAVARRO-HELLÍN, H.; MARTÍNEZ-DEL-RINCÓN, J.; DOMINGO-MIGUEL, R.; TORRESSÁNCHEZ, R.; SOTO-VALLES. **A decision support system for managing irrigation in agriculture**. *Computers and Electronics in Agriculture*, v.124, p.121-131, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2016.04.003>. Acesso em: 23 ago. 2021.

OLIVEIRA, José Mário Carvalhal de. **A cultura do fumo na Bahia**. Revista Bahia Agrícola, [s. l. ], v. 7, n. 2, 2006. Disponível em: [http://www.seagri.ba.gov.br/sites/default/files/socioeconomia5\\_v7n2.pdf](http://www.seagri.ba.gov.br/sites/default/files/socioeconomia5_v7n2.pdf). Acesso em: 1 ago. 2021.

ORTIZ, Sílvia. **Escala fenológica do tabaco**, 2021 Disponível em: <https://elevagro.com/materiais-didaticos/escala-fenologica-do-tabaco/>. Data de acesso: 13 de janeiro de 2022.

PAULILO, M. I. S.. **O peso do trabalho leve**. Revista Ciência Hoje, Departamento de Ciências Sociais UFSC, nº 28, 1987.

PEREIRA, L.S. **Water, Agriculture and Food: Challenges and Issues**. *Water Resource Management*, v.31, p.2985-2999, 2017. DOI: 10.1007/s11269-017-1664-z.

PEREIRA, L.S.; ALLEN, R.G.; SMITH, M.; RAES, D. **Crop evapotranspiration**

**estimation with FAO56: past and future.** *Agricultural Water Management*, v.147, p.4-20, 2015.

PETRY, Mirta Teresinha; CARLESSO, Reimar; MARTINS, Juliano Dalcin. Manejo da irrigação no Brasil: Aplicações, desafios e tendências para o futuro. *In: PAOLINELLI, Alysson; NETO, Durval Dourado; MANTOVANI, Everardo Chartuni (ed.). Diferentes abordagens sobre agricultura irrigada no Brasil: técnica e cultura.* Piracicaba: ESALQ - USP, 2021. cap. 12, p. 215-234. ISBN 978-65-87391-12-0. Ebook (598 p.).

PHILIP MORRIS INTERNATIONAL. **Cultivo do tabaco.** [2021]. Disponível em: [http://www.pmi.com/pt\\_pt/our\\_products/growing\\_tobacco/pages/growing\\_tobacco.aspx](http://www.pmi.com/pt_pt/our_products/growing_tobacco/pages/growing_tobacco.aspx). Acesso em: 23 ago. 2021.

RODRIGUES, L.N.; MANTOVANI, E.C.; RAMOS, M.M.; SEDIYAMA, G.C. **O modelo de Ritchie na determinação da evapotranspiração do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado.** *Revista Ceres*, Viçosa, v.44, n.252, p.191-204, 1997.

RODRIGUES, Sandro Batista Santos. Manejo profissional da irrigação: aspectos gerais e análise das culturas de feijão, milho, soja e algodão. *In: PAOLINELLI, Alysson; NETO, Durval Dourado; MANTOVANI, Everardo Chartuni (ed.). Diferentes abordagens sobre agricultura irrigada no Brasil: técnica e cultura.* Piracicaba: ESALQ - USP, 2021. cap. 12, p. 215-234. ISBN 978-65-87391-12-0. Ebook (598 p.).

SILVA, Renato. Pivô Central: História, mercado, tecnologia e futuro. *In: PAOLINELLI, Alysson; NETO, Durval Dourado; MANTOVANI, Everardo Chartuni (ed.). Diferentes abordagens sobre agricultura irrigada no Brasil: técnica e cultura.* Piracicaba: ESALQ - USP, 2021. cap. 2, p. 29-40. ISBN 978-65-87391-12-0. Ebook (598 p.).

SQM. *In: Tobacco phenological phases and their nutrition requirements.* [S. l.], 2021. Disponível em: <https://sqmnutrition.com/en/essays/tobacco-phenological-phases-and-their->

nutrition-requirements/. Acesso em: 13 jan. 2022

TRUJILLO, A. T., GASCA, C., & TRUJILLO, O., 2008. **Requerimientos Hídricos del Cultivo de Tabaco en el Departamento del Huila. Ingeniería y Región**, 5, 7–14.

VENANCIO, L. P.; DA CUNHA, F. F.; MANTOVANI, E. C.; DO AMARAL, C. H.; DOS REIS, E. F. **Evapotranspiração de cultura: uma abordagem dos principais métodos aplicados às pesquisas científicas e na agricultura. IRRIGA, [S. l.]**, v. 24, n. 4, p. 719–746, 2019. DOI: 10.15809/irriga.2019v24n4p719-746. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/2888>. Acesso em: 18 dez. 2021.

VOGT, O. P. **A produção de fumo em Santa Cruz do Sul, RS: 1849-1993**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 1997.