

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

**DISTRIBUIÇÃO DE RAIZES DE PORTA-ENXERTOS, PRODUTIVIDADE E
QUALIDADE DE FRUTOS DE TANGERINEIRA PONKAN EM CULTIVOS
IRRIGADO E SEQUEIRO**

Ednaldo da Silva Dantas

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
2022**

Ednaldo da Silva Dantas

Engenheiro Agrônomo
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, 2015.
Mestre em Agronomia (Área de concentração Fitotecnia) - UESB, 2017.

**DISTRIBUIÇÃO DE RAIZES DE PORTA-ENXERTOS, PRODUTIVIDADE E
QUALIDADE DE FRUTOS DE TANGERINEIRA PONKAN EM CULTIVOS
IRRIGADO E SEQUEIRO**

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, Área de Concentração: Agricultura Irrigada e Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Dr. Alisson Jadavi Pereira da Silva.

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
2022**

FICHA CATALOGRÁFICA

D192d

Dantas, Ednaldo da Silva.

Distribuição de raízes de porta-enxertos, produtividade e qualidade de frutos de tangerineira ponkan em cultivos irrigado e sequeiro / Ednaldo da Silva Dantas. – Cruz das Almas, BA, 2022.

92f.; il.

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

Orientador: Prof. Dr. Alisson Jadavi Pereira da Silva.

1.Frutas cítricas – Tangerina – Cultivo. 2.Irrigação – Enxertia – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.

CDD: 634.1

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas - UFRB. Responsável pela Elaboração Antonio Marcos Sarmiento das Chagas (Bibliotecário - CRB5 / 1615).

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

**DISTRIBUIÇÃO DE RAIZES DE PORTA-ENXERTOS, PRODUTIVIDADE E
QUALIDADE DE FRUTOS DE TANGERINEIRA PONKAN EM CULTIVOS
IRRIGADO E SEQUEIRO**

Comissão Examinadora da Defesa da Tese de
Ednaldo da Silva Dantas

Aprovada em: 04 de novembro de 2022.



Documento assinado digitalmente

ALISSON JADAVI PEREIRA DA SILVA

Data: 08/03/2023 08:55:19-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Alisson Jadavi Pereira da Silva
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – IFBAIANO
Orientador



Documento assinado digitalmente

ANA CRISTINA VELLO LOYOLA DANTAS

Data: 28/02/2023 07:51:45-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Profª. Dra. Ana Cristina Vello Loyola Dantas
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB
Membro interno



Documento assinado digitalmente

ALESSANDRO DE MAGALHAES ARANTES

Data: 28/02/2023 14:18:48-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Alessandro de Magalhães Arantes
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – IFBAIANO
Membro externo



Documento assinado digitalmente

ANTONIO HELDER RODRIGUES SAMPAIO

Data: 02/03/2023 14:07:24-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Antônio Hélder Rodrigues Sampaio
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – IFBAIANO
Membro externo



Documento assinado digitalmente

DELFRAN BATISTA DOS SANTOS

Data: 08/03/2023 08:43:20-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Delfran Batista do Santos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – IFBAIANO
Membro externo

Dedico:

À minha querida mãe, Lucivalda,

À minha esposa, Cris.

Ao meu filho, Arthur Victor.

Às minhas irmãs, Edna, Janelza, Joise e Thamires.

Aos meus sobrinhos (as), Amanda, Luís Eduardo, Raíssa, Felipe Breno e Maria Alice.

À minha enteada, Camila.

A todos os meus professores, demais familiares e amigos.

AGRADECIMENTOS

À Deus, que com sua grandeza e generosidade infinita, nos concede sabedoria e capacidade para alcançar nossos objetivos.

À minha mãe, Lucivalda, por todo apoio e amor dispensado a mim em todos os momentos.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), por meio do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA), pela oportunidade de concluir mais essa etapa acadêmica.

Ao meu orientador, Dr. Alisson Jadavi Pereira da Silva, por toda orientação, contribuições na minha vida profissional e pessoal e pela amizade.

Aos gestores do IF Baiano, *campus* Governador Mangabeira, por todo apoio e prestabilidade durante a realização da pesquisa.

Aos professores pertencentes ao corpo docente do Núcleo de Engenharia de água e solo (NEAS), pela dedicação no ensino e na pesquisa.

À minha amada esposa, Crislaine, pelo amor e companheirismo

Aos professores da banca examinadora, pela disponibilidade e contribuição neste trabalho.

A todos os colegas de pós-graduação, pelo companheirismo e troca de experiências durante todo o período de doutoramento.

Ao colaborador de campo, Josemário Cardoso, pelo apoio na condução do experimento.

À Sueli Menezes, secretária do PPGEA, por toda sua atenção e solicitude.

A todos que, de alguma forma, colaboraram no desenvolvimento deste trabalho.

Muitíssimo obrigado!

DISTRIBUIÇÃO DE RAÍZES DE PORTA-ENXERTOS, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE FRUTOS DE TANGERINEIRA PONKAN EM CULTIVOS IRRIGADO E SEQUEIRO

RESUMO: As tangerineiras estão entre as culturas cítricas de maior destaque, sendo a ‘Ponkan’ a mais cultivada no Brasil. Cultivos totalmente dependentes de chuvas podem ter produção inviabilizada ou diminuída pela falta de disponibilidade de água no solo, e, na maioria das regiões produtoras ocorre algum déficit hídrico durante o ciclo da cultura. Além disso, há um número restrito de porta-enxertos utilizados nos cultivos, para muitos dos quais não há estudos sobre o comportamento da copa de tangerineira ‘Ponkan’ sobre eles. Dessa forma, o objetivo foi avaliar a distribuição de raízes de porta-enxertos, produtividade e qualidade de frutos de tangerineira ‘Ponkan’ (*Citrus reticulata* Blanco) em cultivos irrigado e sequeiro. O experimento foi conduzido em campo durante os anos de 2017 e 2022, em latitude 12° 36’ S, longitude 39° 01’ W e altitude de 216 metros, no estado da Bahia, Brasil. No pomar, as plantas foram espaçadas em 5 m x 2,5 m. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados (DBC), em fatorial 6 x 2, com três blocos e cada parcela composta por três plantas. Os tratamentos foram: seis porta-enxertos - TSKFL x CTTR-017; LCRSTC; TSKC x TRBK-006; TSKC x TRFD-003; LCR-003; LCR-004 e duas condições hídricas (irrigado e sequeiro). As análises foram realizadas no primeiro, segundo e terceiro ano de produção, relativas à produtividade; produção acumulada; eficiência produtiva da copa; produtividade da água; produtividade da água da chuva; produtividade da água de irrigação; diâmetro transversal e longitudinal e índice de formato dos frutos; rendimento de suco; pH, sólidos solúveis; acidez titulável e *Ratio*. A avaliação bidimensional da distribuição de raízes ocorreu nas combinações de tangerineira ‘Ponkan’ com os porta-enxertos LCRSTC e TSKFL x CTTR-017 nas condições irrigada e sequeiro. Foram abertas trincheiras para coleta de monólitos de solo de 0,20 m x 0,10 m x 0,10 m (volume de 0,002 m³) paralelamente e perpendicularmente à linha de plantio a partir da distância de 0,2 m até 1,2 m do caule e profundidade até 1 m, configurando uma distribuição de raízes bidimensional. Os monólitos passaram por um processo de lavagem para separação das raízes. As raízes obtidas foram escaneadas e processadas para elaboração de mapas bidimensionais. A irrigação proporciona maior produtividade e produção acumulada de frutos para todas as combinações de copa x porta-enxerto. A maior produtividade da água é verificada nas combinações com os porta-enxertos LCR-003, LCR-004 e TSKC-TRFD-003 a partir do segundo ano de produção. Entre os porta-enxertos utilizados, verifica-se que a irrigação é eficaz no aumento da eficiência produtiva da copa sobre os porta-enxertos TSKFL x CTTR-017 e LCR-003 em comparação ao cultivo de sequeiro. A combinação com o porta-enxerto LCR-003 proporciona maior produção à tangerineira ‘Ponkan’ tanto em condição irrigada quanto de sequeiro. Todos os

porta-enxertos avaliados proporcionam características físico-químicas desejáveis aos frutos, tanto na condição irrigada quanto de sequeiro. Na condição irrigada, raízes com até 1 mm de diâmetro se concentram até 0,20 metros de profundidade. Nas duas condições de cultivo, irrigado e sequeiro, a combinação de copa de 'Ponkan' com o porta-enxerto LCRSTC (limoeiro Cravo Santa Cruz) apresenta maior amplitude de distribuição de raízes quando comparada com o porta-enxerto tangerineira 'Sunki da Flórida' x citrangeiro 'Troyer' (TSKFL x CTTR-017), o que indica maior rusticidade. O manejo de água em plantas sob irrigação e de nutrientes para ambos os cultivos, deve ser realizado até a profundidade de 0,40 m para as combinações copa x porta-enxerto estudadas. A distância horizontal do caule para manejo da irrigação e de nutrientes deve ser de 0,8 m e 0,6 m para a combinação tangerineira 'Ponkan' x porta-enxerto LCRSTC e tangerineira 'Ponkan' x porta-enxerto TSKFL x CTTR-017, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: *Citrus reticulata* Blanco; Irrigação; Pós-colheita; Produtividade da água.

DISTRIBUTION OF ROOTSTOCK ROOTS, PRODUCTIVITY AND QUALITY OF PONKAN MANDARIN FRUITS IN IRRIGATED AND RAINFED CROPS

ABSTRACT: Tangerine trees are among the most prominent citrus crops, with 'Ponkan' being the most cultivated in Brazil. Crops that are totally dependent on rainfall may have their production unfeasible or reduced due to the lack of water available in the soil, and in most producing regions there is some water deficit during the crop cycle. In addition, there is a restricted number of rootstocks used in the crops, for many of which there are no studies on the behavior of the 'Ponkan' mandarin scion on them. Thus, the objective was to evaluate the distribution of roots on rootstocks, productivity and fruit quality of 'Ponkan' mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) in irrigated and rainfed cultivations. The experiment was conducted in the field during the years 2017 and 2022, at latitude 12° 36' S, longitude. 39° 01' W and altitude of 216 meters, in the state of Bahia, Brazil. In the orchard, the plants were spaced 5 m x 2.5 m. The experimental design adopted was randomized blocks (DBC), in a 6 x 2 factorial, with three blocks and each plot consisting of three plants. The treatments were: six rootstocks - TSKFL x CTTR-017; LCRSTC; TSKC x TRBK-006; TSKC x TRFD-003; LCR-003; LCR-004 and two water conditions (irrigated and rainfed). The analyzes were carried out in the first, second and third year of production, related to productivity; accumulated production; productive efficiency of the canopy; water productivity; rainwater productivity; irrigation water productivity; transverse and longitudinal diameter and fruit shape index; juice yield; pH, soluble solids; Titratable Acidity and Ratio. The two-dimensional evaluation of root distribution was carried out in combinations of 'Ponkan' mandarin with LCRSTC and TSKFL x CTTR-017 rootstocks under irrigated and rainfed conditions. Trenches were opened to collect soil monoliths measuring 0.20 m x 0.10 m x 0.10 m (volume of 0.002 m³) parallel and perpendicular to the planting line from a distance of 0.2 m to 1.2 m from the stem and depth up to 1 m, configuring a two-dimensional distribution of roots. The monoliths underwent a washing process to separate the roots. The roots obtained were scanned and processed to create two-dimensional maps. Irrigation provides greater productivity and cumulative fruit production for all scion x rootstock combinations. The highest water productivity is verified in the combinations with the rootstocks LCR-003, LCR-004 and TSKC-TRFD-003 from the second year of production. Among the rootstocks used, it is verified that the effective irrigation in the increase of the productive efficiency of the canopy on the rootstocks TSKFL x CTTR-017 and LCR-003 in comparison to the rainfed culture. The combination with the rootstock LCR-003 provides greater production to 'Ponkan' mandarin both under irrigated and rainfed conditions. All evaluated rootstocks provide desirable physicochemical characteristics to the fruits, both under irrigated and rainfed conditions. In the irrigated condition, roots with up to 1 mm in diameter are concentrated

up to 0.20 meters deep. In the two growing conditions, irrigated and rainfed, the combination of 'Ponkan' canopy with the LCRSTC rootstock (Rangpur lemon tree Santa Cruz) presents a greater amplitude of root distribution when compared with the tangerine rootstock 'Sunki da Florida' x 'Troyer' citrang (TSKFL x CTTR-017), which indicates greater hardiness. The management of water in plants under irrigation and of nutrients for both crops must be carried out up to a depth of 0.40 m for the scion x rootstock combinations studied. The horizontal distance from the stem for irrigation and nutrient management should be 0.8 m and 0.6 m for 'Ponkan' mandarin x LCRSTC rootstock and 'Ponkan' mandarin x TSKFL x CTTR-017 rootstock, respectively.

KEYWORDS: Citrus reticulata Blanco; Irrigation; Post-harvest; Water productivity.

Sumário

INTRODUÇÃO	6
OBJETIVOS.....	7
HIPÓTESES	8
REFERENCIAL TEÓRICO	8
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
CAPÍTULO 1.....	28
1. INTRODUÇÃO.....	33
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	35
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4. CONCLUSÕES	49
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
CAPÍTULO 2.....	52
1. INTRODUÇÃO.....	56
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	58
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
4. CONCLUSÕES	72
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75

INTRODUÇÃO

A maior parte da citricultura nacional é dependente das chuvas, o que pode inviabilizar a produção ou diminuir a produtividade das áreas, pois, na maioria das regiões produtoras ocorre algum déficit hídrico durante algum período do ciclo da cultura. Atualmente, diante das reais mudanças climáticas, há uma consistente preocupação quanto aos longos períodos de estiagem.

Em muitos pomares comerciais, a adoção de irrigação nas áreas atualmente cultivadas em regime de sequeiro nem sempre é possível, devido ao produtor não dispor de recursos financeiros para arcar com o valor inicial da sua instalação ou, porque, em muitas regiões produtoras, sobretudo, do nordeste brasileiro, há pouca disponibilidade hídrica. Além disso, existem poucas pesquisas comparativas entre o ganho de produtividade e de qualidade de frutos do cultivo irrigado em relação ao de sequeiro.

Em regiões que apresentam algum déficit hídrico durante o ano, a utilização de porta-enxertos mais tolerantes ao déficit hídrico é vantajosa, todavia, muitas vezes o produtor não encontra nos viveiros variedades de porta-enxertos que atenda sua necessidade. Essa situação, em primeira análise, decorre da carência de pesquisas conclusivas realizadas em campo sobre porta-enxertos para citros, inclusive adaptados a uma determinada região de cultivo, pois, integra-se à disponibilidade de água no solo, os fatores climáticos, como temperatura, umidade relativa e velocidade do vento, os quais definem a evapotranspiração, conseqüentemente, a maior ou menor necessidade de absorção de água pelas raízes para suprir a demanda da parte aérea da planta.

É importante que pesquisas agreguem em suas metodologias, o estudo comparativo entre plantas em regime irrigado e regime sequeiro associado a diferentes porta-enxertos, pois assim, poderiam trazer aos citricultores novas perspectivas, visto a possibilidade de adoção do porta-enxerto em função do regime hídrico adotado no cultivo.

Para a tangerineira ‘Ponkan’ tem sido mais difícil encontrar trabalhos com essas avaliações, visto que a maioria das pesquisas tendem a avaliar porta-enxertos e condições hídricas para as laranjeiras. Devido a essa situação, resultados de estudos voltados para as laranjeiras são utilizados para selecionar porta-enxertos para tangerineiras, porém, como trata-se de espécies distintas, é de se esperar que as respostas morfofisiológicas e produtivas também sejam diferentes, podendo gerar escolhas equivocadas na adoção do porta-enxerto..

Logo, é primordial que as pesquisas avaliem porta-enxertos na variedade copa de interesse, como a ‘Ponkan’, e que dentre as características estudadas, sejam incluídas análises de respostas dos aspectos morfológicos e produtivo da copa, mas também as características do porta-enxerto, principalmente, no que diz respeito ao desenvolvimento e distribuição radicular no solo, inclusive nas condições irrigadas e de sequeiro. Adicionalmente, o estudo da produtividade da água de irrigação nas diferentes combinações copa x porta-enxerto é relevante, uma vez que os resultados poderão gerar subsídios para o encorajamento da adoção da irrigação nos pomares brasileiros.

OBJETIVOS

Geral

Avaliar a distribuição de raízes de porta-enxertos, a produtividade e a qualidade de frutos de tangerineira ‘Ponkan’ em cultivos irrigado e sequeiro.

Específico

Avaliar a eficiência produtiva da tangerineira ‘Ponkan’ (*Citrus Reticulata* Blanco) sobre diferentes porta-enxertos em cultivo irrigado e sequeiro.

Verificar a qualidade físico-química de frutos de tangerineira ‘Ponkan’ sobre diferentes porta-enxertos em regime irrigado e sequeiro.

Determinar a produtividade da água de irrigação da tangerineira ‘Ponkan’ sobre diferentes porta-enxertos em regime hídrico irrigado e sequeiro.

Caracterizar a profundidade efetiva e a distribuição radicular bidimensional dos porta-enxertos LCRSTC e TSKFL x CTTR-017 sob copa de tangerineira ‘Ponkan’ em cultivo irrigado e sequeiro.

Conhecer a distribuição bidimensional de raízes, por categoria de diâmetro, dos porta-enxertos LCRSTC e TSKFL x CTTR-017 sob copa de tangerineira ‘Ponkan’ em cultivo irrigado e sequeiro.

HIPÓTESES

A combinação copa x porta-enxerto pode interferir na produtividade de tangerineira ‘Ponkan’, bem como na distribuição radicular.

A irrigação pode aumentar a produtividade de tangerineira ‘Ponkan’ independentemente do porta-enxerto utilizado, porém não necessariamente a produtividade da água será a mesma para todas as combinações copa x porta-enxerto.

REFERENCIAL TEÓRICO

Importância social e econômica das tangerineiras

A citricultura é a atividade de maior destaque na fruticultura mundial, sendo o grupo das tangerineiras a segunda principal fruta cítrica cultivada no mundo, atrás apenas do cultivo de laranjeiras. A produção mundial de tangerinas foi de 31,6 milhões de toneladas na safra 2019/2020 e o Brasil apresentou a terceira maior produção com 1,1 milhão de toneladas, atrás apenas da China e Turquia, que produziram 23,0 milhões e 1,4 milhão de toneladas, respectivamente (USDA, 2020).

Segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021) a produção brasileira ocorre em, aproximadamente, 55.400 hectares, com produtividade média de 19,8 toneladas por hectare.

O estado brasileiro com maior produção de tangerina é São Paulo, com 334.119 toneladas produzidas em 10.191 hectares, seguido de Minas Gerais e Rio Grande do Sul, que produziram 244.116 toneladas em 12.969 hectares e 199.799 toneladas em 13.373 hectares, respectivamente. A Bahia aparece em oitavo lugar no ranking de produtores nacionais, com produção de 17.744 toneladas em 1.449 hectares cultivados, sendo o estado com maior produção das regiões Norte e Nordeste (IBGE, 2021).

O estado de São Paulo também apresenta a maior produtividade com 32,79 toneladas por hectare. A produtividade da Bahia é de 12,27 toneladas por hectare, abaixo da média nacional (IBGE, 2021). A baixa produtividade dos pomares baianos pode decorrer da pouca tecnificação dos pomares, inclusive da ausência de sistemas de irrigação, e de fatores climáticos, como os períodos de estiagens, que na maioria das regiões produtoras do estado ocorrem nos estádios iniciais de desenvolvimento dos

frutos.

De acordo com dados do Anuário Brasileiro de Hortifruti (2022), o comércio de tangerinas gerou receitas da ordem 1.187,969 bilhão de reais no ano de 2020. Salienta-se que o cultivo de tangerineira gera milhares de empregos no campo, contribuindo com a renda de várias famílias, tanto dos proprietários dos pomares, quanto daqueles que empregam sua mão de obra direta ou indiretamente.

A tangerina ‘Ponkan’, representa cerca de 60% dos pomares cultivados com tangerineiras no Brasil (BASTOS et al., 2014). Além da aparência atrativa, do sabor agradável e do poder refrescante, como a maioria das frutas cítricas, a ‘Ponkan’ tem boas características nutricionais e funcionais, sendo rica em vitaminas, fibras e pectina que auxiliam na regulação intestinal.

Aspectos gerais das tangerineiras

As tangerineiras são plantas perenes pertencentes à família *Rutaceae*, subfamília *Aurantioideae*, tribo *Citreae*, subtribo *Citrineae* e ao gênero *Citrus*. A espécie (*Citrus reticulata* Blanco) e seus híbridos formam um grupo que apresenta alta variabilidade nas características das plantas e dos frutos. Devido algumas especificidades, estão classificadas em cinco subgrupos: Satsumas, King, Mediterrâneo, Tangerineiras de frutos pequenos e Tangerineiras comuns, neste último está incluído a ‘Ponkan’ sendo as frutas cítricas de mesa preferidas pela população mundial, pois são atraentes aos consumidores pela coloração da casca, sabor, valor nutritivo e qualidades refrescantes (SIQUEIRA E SALOMÃO, 2017).

Dentro do gênero *Citrus*, são as mais tolerantes às baixas temperaturas, mas têm boa adaptabilidade às regiões de temperaturas altas. Essa ampla faixa de adaptação climática, faz com que sejam cultivadas em vários países do mundo, configurando-se como o segundo grupo citrícola de maior importância econômica mundial (KOLLER, 2009).

São árvores com porte médio, crescimento ereto e copa pouco frondosa, o caule apresenta pouco ou nenhum espinho e suas folhas são pequenas e lanceoladas. Bastante produtivas, porém com tendência a apresentar alternância de produção, seus frutos são grandes e achatados, de maturação meia-estação, com casca solta e sabor bastante agradável, o que os torna muito apreciados para consumo in natura (BASTOS et al., 2014).

Influência dos aspectos edafoclimáticos na tangerineira ‘Ponkan’

A tangerineira ‘Ponkan’ tem nas regiões tropicais úmidas e subtropicais da Ásia seu centro de origem e foi trazida para o Brasil pelos colonizadores portugueses, distinguindo-se por apresentar frutos com alta qualidade, sendo a tangerina mais popular e apreciada pelos brasileiros (SIQUEIRA E SALOMÃO, 2017). Normalmente, o período de maturação fisiológica da ‘Ponkan’ nas condições edafoclimáticas brasileiras, varia de abril a agosto. Adapta-se bem a diversos ambientes, sendo raras as condições limitantes. Preferem temperaturas entre 23 e 32°C e alta umidade relativa. Temperaturas abaixo de 0°C, geralmente, são limitantes ao plantio, mas é possível, por exemplo, a instalação de pomares em áreas desérticas, desde que haja uso de irrigação (KOLLER, 1994).

Nos casos de baixas temperaturas, os danos causados são proporcionais ao tempo de duração, sendo que aquelas de -2°C por alguns dias, são mais danosas que temperaturas de -5°C por algumas horas (AMARAL, 1982). De acordo com Siqueira e Salomão (2017), sob temperaturas mais altas os frutos se desenvolvem mais rápido e podem alcançar tamanhos maiores, porém permanecem com a casca verde mesmo quando atingem o ponto de consumo, tornando-se menos atraentes aos consumidores. Isso decorre da baixa degradação da clorofila e síntese de carotenoides.

Na tentativa de tornar os frutos mais atrativos, muitas vezes, faz-se aplicação de etileno, porém esse produto evidencia pigmentos de cor amarela e não alaranjada, cor típica das tangerinas.

Para produção satisfatória, os citros necessitam de 900 a 1.300 mm de água durante o ciclo (COELHO et al., 2006), porém, se a precipitação é bem distribuída ao longo do ano, reduz-se a necessidade de irrigação complementar, todavia, nas condições brasileiras, as chuvas são irregulares ao longo do ano o que torna a irrigação fundamental para maiores aumentos na produtividade dos pomares. A demanda hídrica das plantas varia em função da demanda atmosférica, características do solo, idade da planta, produção e do porta-enxerto utilizado (DONATO et al., 2007).

Os solos preferenciais, como para a maioria das culturas, são aqueles que apresentam equilíbrio nos teores de areia e argila, conferindo-lhe uma textura média, que proporcione boa retenção de água, aeração e capacidade de troca catiônica. A recomendação é que o cultivo ocorra em solos de, no mínimo, um metro de profundidade. No que tange à fertilidade, essa pode ser corrigida por meio da calagem e adubação,

conforme análise de solo e outras práticas de manejo, sendo que o pH preferencial deve estar entre 6,2 e 7,0. De forma geral, os citros não toleram solos salinos, porém a sua sensibilidade depende do porta-enxerto utilizado (SIQUEIRA E SALOMÃO, 2017).

Importância dos porta-enxertos na produção da tangerineira ‘Ponkan’

Os plantios comerciais da tangerineira ‘Ponkan’ e dos demais citros, são resultado da combinação de no mínimo dois materiais genéticos diferentes, sendo um que compõe a parte aérea, denominada copa, que produzirá o produto comercial de interesse (frutos) e o outro, formador do sistema radicular, denominado porta-enxerto. Os porta-enxertos são essenciais nos cultivos de citros, visto que, a combinação com a copa permite ter uma planta com características agronômicas mais favoráveis.

A combinação entre copa e porta-enxerto reduz o estado juvenil das plantas, podendo conferir maior adaptação a ambiente limitante, seja por fatores bióticos ou abióticos (SAMPAIO, 2014). A união de copa e porta-enxerto interfere em várias propriedades da planta, sendo as mais afetadas: a absorção, síntese e utilização de nutrientes; transpiração e composição química das folhas; resposta a produtos de abscisão de folhas e frutos; porte, precocidade de produção e longevidade das plantas; maturação, peso e permanência de frutos na planta; coloração da casca e do suco; teores de açúcares, ácidos e de outros componentes do suco; tolerância a pragas, doenças e fatores abióticos, como frio, salinidade e seca; conservação pós-colheita; produtividade e qualidade (POMPEU JUNIOR, 2005).

Ainda segundo Pompeu Junior (2005), a copa também interfere no porta-enxerto, e pode afetar o desenvolvimento do sistema radicular, a tolerância ao frio, à seca, às pragas e doenças.

Embora exista grande variedade de cultivares, nas principais regiões citrícolas do país há o predomínio de reduzido número de cultivares para a copa e o porta-enxerto. Esse fato é consequência da vulnerabilidade das plantas ao ataque de fitopatógenos e da competitividade do setor (BASTOS et al., 2014).

No estado da Bahia, que é terceiro maior produtor de citros no Brasil, aproximadamente 90% da área cultivada tem como porta-enxerto o limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) (CARVALHO et al., 2016). Essa predominância pode ser explicada devido à boa adaptação dessa combinação às condições edafoclimáticas,

caracterizadas por altas temperaturas, seca severa no verão e alta umidade do ar no inverno, além da coesão subsuperficial dos solos, muito comum na região dos tabuleiros costeiros (CINTRA, 2007), e também pela inexistência de estudos conclusivos que indiquem e incentivem o uso de um outro porta-enxerto adaptado às condições regionais. O limoeiro cravo também é o porta-enxerto mais utilizado no Brasil, dada as suas características de boa adaptação a diferentes condições edafoclimáticas (CUNHA SOBRINHO et al., 2013).

Segundo Pompeu Junior e Blumer (2008), no estado de São Paulo, maior produtor de citros no Brasil, também há pouca diversidade, com somente quatro porta-enxertos (limoeiro ‘Cravo’, citrumelo ‘Swingle’ e tangerineiras ‘Cleópatra’ e ‘Sunki’), sendo empregados na produção de mais de 90% das mudas.

Embora não tenham sido encontrados dados disponíveis, especificamente, para os porta-enxertos utilizados nos pomares de tangerineira ‘Ponkan’, presume-se que também não há diversidade genética, o que torna as áreas de cultivos mais susceptíveis a perdas ocasionadas por fatores bióticos e abióticos.

A baixa variação genética de porta-enxertos aumenta a vulnerabilidade dos pomares às pragas, doenças, estresse hídrico e outros fatores ambientais e climáticos que podem comprometer o cultivo (FRANÇA et al., 2016), ou, em casos mais severos, até inviabilizá-lo. Já a diversificação varietal possibilita maior segurança aos citricultores, devido ao menor risco de problemas fitossanitários, inclusive, diante do surgimento de possíveis novos patógenos que podem atingir igualmente toda a área ou região de cultivo, caso apenas um porta-enxerto seja utilizado em toda a área de cultivo.

De acordo com Koller (1994), o ideal é que um pomar de citros seja formado com a utilização de três ou mais porta-enxertos, onde 50% da área poderia ser plantada com o porta-enxerto de melhor rendimento e os 50% da área restante podem ser divididos em talhões usando outros dois ou três porta-enxertos também de boa performance. Para isso, deve-se preconizar porta-enxertos com distintos níveis de tolerâncias a diferentes fatores bióticos e abióticos, mas todos com boa interação com a copa, que permita produtividade e qualidade de frutos adequadas.

Os principais porta-enxertos utilizados no Brasil são formados por limoeiros, como o ‘Cravo’ e ‘Volkameriano’, tangerineiras como a ‘Sunki’ e ‘Cleópatra’, Citrumeleiro Swingle’ e ‘Trifoliata’ (MATTOS JÚNIOR et al., 2005). Além disso, os programas de melhoramento genético de citros buscam introduzir e obter novos porta-enxertos por meio de hibridação, que contenham características agronômicas desejáveis de dois ou mais

porta-enxerto.

Dentre esses atributos, estão a tolerância a pragas, doenças e ao déficit hídrico e que influencie a qualidade e produtividade de frutos, de modo a contribuir com a diversificação varietal e aumento da rentabilidade dos pomares (MACHADO et al., 2005).

Porta-enxerto Limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* (L.) Osbeck)

O limoeiro ‘Cravo’ é originário da Índia e, provavelmente, é um híbrido gerado a partir de uma tangerineira, visto a semelhança de formato e cor da casca que seus frutos apresentam com os das tangerineiras (SIQUEIRA E SALOMÃO, 2017). É o porta-enxerto mais utilizado no Brasil, correspondendo a cerca de 85% dos porta-enxertos utilizados pelos citricultores (ALMEIDA E PASSOS, 2011), por conferir maior vigor, produtividade, tolerância ao vírus da tristeza dos citros (*Citrus tristeza virus*) e à deficiência hídrica, precocidade da produção, facilidade de formação das mudas e compatibilidade com todas as copas cítricas cultivadas no Brasil (CUNHA SOBRINHO et al., 2013). Porém esse porta-enxerto induz qualidade mediana aos frutos, é susceptível a doenças, como gomose de *Phytophthora* spp., declínio, morte súbita dos citros (MSC) e nematoides, razão pela qual a diversificação dos porta-enxertos é desejável, para reduzir riscos fitossanitários, em diferentes condições de clima, solo e manejo (POMPEU JUNIOR, 2005).

Existem várias seleções de limoeiro ‘Cravo’, com diferenças morfológicas entre si e, possivelmente, com distintos comportamentos como porta-enxerto (SIQUEIRA E SALOMÃO, 2017). Dentre essas seleções tem-se o limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, um mutante espontâneo de gema do limoeiro ‘Cravo Santa Bárbara’ selecionado pela Embrapa Mandioca e Fruticultura que vem se destacando como porta-enxerto devido à alta rusticidade, adaptação a diferentes condições de clima e solo, tolerância às estirpes comuns do complexo do vírus da tristeza dos citros, sendo recomendado para diversas variedades copa. (SOARES FILHO et al., 1999).

Rodrigues et al. (2019) avaliaram, de 2013 a 2017, o comportamento de laranjeira ‘Pera’ sobre nove diferentes porta-enxertos nas condições edafoclimáticas de Rio Branco, Acre, e verificaram que o limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ refletiu bom desempenho da copa, sendo promissor o seu uso naquela região.

França et al. (2016) avaliaram , entre 2010 e 2014, o desempenho de laranja 'Valência Tuxpan' sobre quatorze porta-enxertos em Rio Real, Bahia, verificando que o limoeiro 'Cravo Santa Cruz' se configurou entre os que apresentaram as mais positivas influências nas produções acumuladas, no rendimento de suco, concentração de sólidos solúveis e índice tecnológico dos frutos.

Porta-enxertos híbridos

Diante da pouca diversidade de porta-enxerto, programas de melhoramento genético de citros buscam obter e selecionar porta-enxertos híbridos com elevada tolerância a estresses abióticos e bióticos e que resultem ainda na indução de precocidade de produção e redução do tamanho da copa, a exemplo do programa mantido pela Embrapa Mandioca e Fruticultura.

A hibridação por meio da engenharia genética tem se mostrado alternativa promissora para a diversificação de porta-enxerto na citricultura, com vários híbridos em estudo ou já sendo utilizados em plantios comerciais, a exemplo dos híbridos TSKFL x CTTR – 017 (Tangerineira 'Sunki' da Flórida x Citrangeiro 'Troyer'), TSKC x TRFD – 003 (Tangerineira 'Sunki Comum' x *Poncirus Trifoliata* 'Flying Dragon), TSKC x TRKB-006 (Tangerineira 'Sunki Comum' x *Poncirus Trifoliata* seleção Benecke). A tangerineira 'Sunki' (*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka) é originária da China, onde é muito utilizada como porta-enxerto. Copas sobre tangerineira 'Sunki' geralmente apresentam precocidade de produção e menores oscilações de safra, boa tolerância à seca e copa com desenvolvimento intermediário (BASTOS et al., 2014), mas é susceptível à gomose (SIQUEIRA E SALOMÃO, 2017).

O citrangeiro 'Troyer' é resultante de hibridação da laranja 'Bahia' com pólen de *Poncirus trifoliata*, buscando obter uma variedade copa híbrida tolerante ao frio da Flórida, porém esse híbrido apresentou pequena qualidade dos frutos, mas mostrou bom desempenho como porta-enxerto. Apresenta boa resistência à tristeza dos citros e à gomose e induz boa produtividade, mas é susceptível ao declínio dos citros e tem baixa tolerância à seca (SIQUEIRA E SALOMÃO, 2017).

O trifoliata (*Poncirus Trifoliata* L.) é nativo do centro e norte da China e apresenta, aproximadamente, 40 clones identificados e descritos com diferenças entre si como porta-enxertos, sendo este considerado um porta-enxerto ananicante (SIQUEIRA E

SALOMÃO, 2017), ou seja, as copas sobre ele apresentam porte menor.

No Brasil, o uso dos trifoliateiros como porta-enxerto é mais intenso no Rio Grande do Sul, devido à sua boa adaptação a climas frios (SCIVITTARO et al., 2004). Eles apresentam características importantes como resistência ao vírus da Tristeza dos Citros, à gomose de *Phytophthora* spp., ao nematoide dos citros (*Tylenchulus semipenetrans* Cobb), entretanto, tem pouca adaptação a diferentes tipos de solo, com baixo desenvolvimento naqueles alcalinos e arenosos e pouca tolerância à seca (DONADIO E STUCHI, 2001).

Dentre as seleções de trifoliatas destacam-se ‘Flying Dragon’ e ‘Benecke’. A utilização do trifoliata ‘Flying Dragon’ como porta-enxerto vem aumentando nos pomares cítricos brasileiros devido a características, como redução do porte, resistência a doenças e produção de frutos de alta qualidade nas copas de diversas variedades de citros (PIMENTEL et al., 2014).

Distribuição radicular de porta-enxerto de citros

Os porta-enxertos apresentam características e adaptações distintas de acordo com as condições edafoclimáticas da região e do manejo no cultivo, sendo responsáveis pela sustentação e suprimento de água e sais para a variedade copa. Dessa forma, espera-se que um desenvolvimento radicular adequado, com boa distribuição de raízes no solo, proporcionará melhor resposta produtiva à planta.

Comumente, os porta-enxertos são avaliados quanto à influência sobre o crescimento vegetativo, a produtividade e a qualidade dos frutos das variedades-copa. Poucas pesquisas são voltadas para o desenvolvimento e distribuição do sistema radicular de plantas cítricas enxertadas sobre diferentes porta-enxertos (ZACCHEO et al., 2012).

De acordo com Boni et al. (2008), o conhecimento da distribuição do sistema radicular de uma cultura é importante para o manejo racional da irrigação, pois contribui para uma melhor alocação de sensores e emissores. Também fornece subsídios para otimização do uso de fertilizantes, pois permite que estes sejam aplicados na região de maior densidade de raízes, proporcionando maior absorção pela planta, além de fornecer elementos para que seja evitada a compactação do solo, sobretudo, na zona de maior concentração radicular.

Coelho et al. (2002), avaliando a distribuição de raízes de laranjeira ‘Pera’ em um solo arenoso, verificou que 57% das raízes das plantas não irrigadas encontravam-se na

profundidade de 0 a 0,3 metros, enquanto que plantas irrigadas por microaspersão apresentaram, aproximadamente, 75% do total de raízes entre 0 e 0,7 metros. Essa constatação demonstra uma diferença considerável no padrão de distribuição de raízes no solo entre plantas irrigadas e não irrigadas.

Conforme Souza (1997), o crescimento radicular em profundidade, conjuntamente a outras práticas de manejo, pode elevar a produtividade e a longevidade das culturas, pois aumenta a superfície de absorção de solução nutritiva pelas plantas, dessa forma, pode aumentar o suprimento com nutrientes e minimizar os efeitos negativos das estiagens em cultivos não irrigados. Considera-se, neste caso, a profundidade efetiva, ou seja, região onde se encontra 80% das raízes (KLAR, 1991).

Zaccheo et al. (2012), ao avaliarem a distribuição do sistema radicular de porta-enxertos sob laranjeira ‘Folha Murcha’ em clima subtropical, cultivadas no espaçamento 7 m x 4 m em condição de sequeiro, observaram que a profundidade efetiva do porta-enxerto limoeiro ‘Cravo’ foi 0,27 m na linha de plantio e 0,36 m na entrelinha, já para o ‘Rugoso da África’ foi de 0,53 m na linha e 0,44 m na entrelinha, enquanto que para a tangerineira ‘Cleópatra’, a profundidade efetiva foi de 0,35 m, tanto na linha quanto na entrelinha de plantio. Ao medirem a distância efetiva, observaram que houve variação de 1,07 m a 1,64 m na linha e 1,55 m a 2,28 metros, sem diferença estatística entre os porta-enxerto.

Neves et al. (2008), estudando a distribuição radicular dos porta-enxertos limoeiros ‘Cravo’ e ‘Rugoso’, tangerineira ‘Cleópatra’ e ‘Citrange C13’ no espaçamento 7 m x 4 m, sem irrigação, relataram que a profundidade efetiva variou de 0,36 m a 0,75 m na linha e de 0,46 m a 0,74 m na entrelinha e que não houve diferença entre os porta-enxertos. Os mesmos autores também observaram que a distância efetiva, em relação ao tronco da planta, variou de 1,60 m a 1,98 m na linha e de 2,29 m a 2,61 m na entrelinha, sem diferença estatística entre os porta-enxertos.

A distribuição de raízes em profundidade e em distância do tronco, depende das condições físicas e químicas do solo, mas também dos fatores genéticos do porta-enxerto, do manejo da cultura, das condições climáticas locais e do teor de água no solo, sendo que esta última atua na resistência à penetração, de modo que, quanto mais próximo da capacidade de campo, o solo será menos resistente à penetração das raízes..

Necessidade hídrica de citros

Os pomares cítricos do nordeste brasileiro estão implantados, em sua maioria, na região dos Tabuleiros Costeiros, onde, embora o índice pluviométrico seja de mais 1000 mm anuais, a distribuição é irregular. As chuvas se concentram de março a agosto, ocorrendo um período seco de setembro a fevereiro que coincide com a época de maior demanda hídrica da cultura devido ser o período de florescimento e desenvolvimento dos frutos, somando-se as altas temperaturas registradas nesses meses. Com isso, pomares não irrigados passam por longo período de déficit hídrico, o que promove um decréscimo de produtividade e pode afetar a qualidade dos frutos.

Oliveira et al. (2008) afirmaram que, embora os mecanismos moleculares envolvidos na resposta à seca sejam pouco conhecidos, diferenças substanciais de tolerância a esse estresse são observadas entre as diversas espécies do gênero e espécies afins.

As espécies cítricas permanecem com folhas durante todas as estações, mesmo após a colheita, logo, ocorrem altas taxas de transpiração durante todo o ano. De acordo com Coelho et al. (2006), a necessidade hídrica das espécies cítricas varia de 900 a 1300 mm por ano, dependendo das condições climáticas, idade da planta e índice de área foliar, da variedade copa e do porta-enxerto utilizados (DONATO et al., 2007).

Conforme Bremer Neto et al. (2013), quando as outras necessidades da cultura são atendidas, a irrigação aumenta a produtividade dos pomares de citros, pois possibilita à planta explorar o seu máximo produtivo, além de melhorar a qualidade dos frutos

Mesmo em regiões onde a precipitação anual é relativamente alta, distribuições desiguais ao longo do ano e ou a variabilidade interanual, pode justificar a irrigação (PIRES et al., 2005). De acordo com Coelho et al. (2006), a produtividade dos citros depende da disponibilidade de água à cultura e as necessidades de irrigação serão maiores ou menores, de acordo com a região de cultivo.

O conceito de disponibilidade de água para as plantas é comumente definido como o teor de umidade entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente, independentemente da cultura. Dessa forma, considera-se ponto de murcha permanente a água retida a uma tensão de - 1.500 Mpa e - 0.033 MPa a capacidade de campo, para solos argilosos; em solos arenosos, considera-se a capacidade campo, a água retida a uma tensão de - 0.010 Mpa (SOUZA et. al., 2002). A intensidade de retenção depende das características intrínsecas de cada solo, resultando da ação conjunta dos atributos do solo, como textura, estrutura, mineralogia e matéria orgânica (BEUTLER et al., 2002).

Dentre as propriedades físicas do solo, a textura e a estrutura são as mais importantes no que se refere à infiltração de água, pois estão diretamente ligadas à quantidade de macroporos, responsáveis pela condução de água (COSTA et al., 2015). Dessa forma, quando ocorre alguma alteração, sobretudo da sua densidade, pode haver uma maior capacidade de retenção de água devido à redução dos macroporos e o aumento de microporos (SILVA et al., 2006). A relação do teor de água e a energia com a qual ela se encontra retida é definida pela curva de retenção da água no solo, que é essencial para determinar a relação água-solo-planta. Essa curva representa graficamente a relação entre a energia de retenção de água (potencial matricial, em escala logarítmica) e o conteúdo de água correspondente (REICHARDT E TIMM, 2012).

Qualidade pós-colheita de frutos tangerineira ‘Ponkan’

Em busca de uma vida mais saudável, há uma tendência mundial para consumir alimentos cada vez mais naturais, valorizando o sabor original dos produtos, na qual o consumidor, disposto a pagar mais pela qualidade, apresenta um nível de exigência cada vez maior (MORAES et al., 2008). Entretanto, o consumidor, usualmente, utiliza um julgamento subjetivo para a qualidade e aceitação do produto, sendo mais influenciado pelos atributos perceptíveis ao tato, visão e olfato (CHITARRA E CHITARRA, 2005).

Não há como definir um padrão único de qualidade, pois, esta é variável entre os produtos e mesmo em um único produto, dependendo do objetivo de seu uso (COSTA, 2012). Dessa forma, os requisitos de qualidade se relacionam com o mercado de destino: armazenamento, consumo “in natura” ou processamento.

A caracterização da qualidade se dá por meio de análises de atributos físicos e químicos. Dentre os atributos físicos, os mais avaliados são a massa do fruto e o rendimento de suco; e dos atributos químicos são o pH, os sólidos solúveis, a acidez titulável e a relação sólidos solúveis/acidez titulável (CHITARRA E CHITARRA, 2005).

Massa do fruto e rendimento de suco

O tamanho do fruto de tangerineira ‘Ponkan’ é de grande importância, uma vez que é um padrão de qualidade muito observado pelo consumidor. Os frutos são classificados

de acordo ao tamanho, sendo considerado o diâmetro equatorial medido em milímetro. O Ceagesp (2011) classifica os frutos em três categorias, sendo: frutos grandes aqueles que apresentam diâmetro maior que 90 mm, fruto médio de 80 a 90 mm e fruto pequeno aquele com diâmetro equatorial menor que 80 mm.

O rendimento de suco é de grande importância na avaliação pós-colheita, visto que frutos com baixo teor de suco não agradam ao consumidor. Segundo o Ceagesp (2011), teor mínimo de suco da 'Ponkan' deve ser de 35%. O alto rendimento em suco é uma propriedade muito importante do fruto tanto para o consumo *in* "natura" quanto para industrialização, pois quando ocorre o excedente de safra de tangerineira 'Ponkan', os frutos são repassados para o processamento. Moreira et al. (2012), avaliando a pós-colheita de 'Ponkan' encontraram teores de suco acima de 40%.

pH

O potencial hidrogeniônico (pH) indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução e pode variar de 0 a 14, ou seja, quanto mais próximo de zero for o valor, mais ácida será a fruta. A indústria requer um pH menor que 3,5, já para o consumo *in natura* a preferência é por frutas com um pH maior que 3,5, ou seja, mais adocicadas (CONTI et al., 2002).

Sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis indica o grau de maturação dos frutos e serve de parâmetro de qualidade, exercendo importante influência no sabor, cor e textura. Representam os compostos solúveis em água presente nos frutos, como os açúcares, ácidos orgânicos, vitaminas, aminoácidos e algumas pectinas (CHITARRA; CHITARRA, 2005). À medida que a maturação do fruto avança, ocorre aumento de açúcares devido à transformação do amido em açúcares simples (glicose e frutose) (GIARDI, et al. 2002).

Vale et al. (2006), avaliando o comportamento de tangerinas Ponkan, verificaram que o teor de sólidos solúveis nos frutos apresentou variação entre 10,01 a 14,04 °Brix, e Dias et. al. (2022) encontraram valor de 11,75 °Brix. Segundo as normas de classificação

de citros de mesa da Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo – CEAGESP- o mínimo requerido de sólidos solúveis em frutos de ‘Ponkan’ é de 9,0 °Brix (CEAGESP, 2011).

Acidez titulável

A acidez de um fruto é dada pela presença dos ácidos orgânicos que servem de substratos para a respiração e encontram-se dissolvidos nos vacúolos das células, tanto na forma livre, como combinada com sais, ésteres e glicosídeos (CHITARRA E CHITARRA, 2005).

O teor de ácidos orgânicos é um fator importante para a caracterização das propriedades sensoriais, onde a palatabilidade pode ser atribuída à presença de ácidos orgânicos específicos (PÉREZ, 1997). Nos frutos, a acidez é geralmente atribuída à liberação de prótons a partir de ácidos como o cítrico, málico, oxálico, quínico, succínico e tartárico, contribuindo cada um com um gosto distinto (CHITARRA E CHITARRA, 2005). O tipo de ácido orgânico encontrado e os níveis a que se acumulam são extremamente variáveis entre as espécies vegetais.

A acidez é usualmente calculada com base no principal ácido presente, expressando-se o resultado em porcentagem de acidez titulável e nunca do total, devido aos componentes ácidos voláteis que não são detectados (CHITARRA E CHITARRA, 2005). Nos citros o principal ácido orgânico é o ácido cítrico.

Relação sólidos solúveis e acidez titulável

A relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável é o parâmetro considerado mais importante no que diz respeito à qualidade de frutos, pois esta razão confere-lhes um melhor equilíbrio entre o doce e o ácido, proporcionando um sabor mais agradável e tornando-os mais atrativos (KROLOW et al., 2007; CHITARRA E CHITARRA, 2005). Conforme Bomfim (2011), essa relação tende a crescer no período de amadurecimento dos frutos, devido ao aumento nos teores de açúcares e diminuição dos ácidos, proporcionando sabor agradável por meio do equilíbrio do teor de açúcares e ácidos. As normas de classificação de citros de mesa da Companhia de Entrepostos e

Armazéns Gerais de São Paulo – CEAGESP- determina que o mínimo requerido em frutos de ‘Ponkan’ é de 9,5 ° Brix (CEAGESP, 2011).

Produtividade da água

Em geral, a produção agrícola tem visado altas produtividades desprezando o uso racional da água empregada na agricultura. Esse manejo inadequado dos recursos hídricos pode ser consequência da ausência de cobrança do volume de água aplicado, pois apenas os custos de condução e bombeamento geram despesas (FRIZZONE et al., 2012).

No entanto, os recursos hídricos têm se tornando mais limitados devido ao aumento das áreas irrigadas e da demanda de outros setores da economia, e à mudança climática, o que sugere aumentar a eficiência do uso da água na agricultura para garantir a produtividade e, sobretudo, a segurança alimentar (COELHO, 2021). Os efeitos negativos do desperdício da água podem levar a prejuízos econômicos e ambientais, tais como, lixiviação de agroquímicos, eutrofização de água, aumento dos custos de energia elétrica, entre outros (FRIZZONE et al., 2012).

Dois perspectivas podem ser utilizadas para avaliar a eficiência do uso da água na agricultura: do ponto de vista hidrológico e fisiológico. Fisiologicamente, faz referência à biomassa do cultivo e a perda de água para a atmosfera. Do ponto de vista hidrológico, considera-se a produtividade da cultura e o volume de água dispensado, seja via chuva e ou irrigação (STANHILL, 1986). Nesse sentido, Molden (1997) estendeu o conceito de eficiência do uso da água para contabilizar os resultados em termos de produção agrícola, definida como “produtividade da água”.

A produtividade de água, representa uma forma mais global de avaliar o uso da irrigação, não se restringindo apenas aos aspectos de manejo do sistema, mas considerando também as questões relativas ao retorno econômico do uso da irrigação, à preservação ambiental e ao uso racional da água (TAVARES et al., 2007).

Em termos de produção, a produtividade de água, seja de irrigação e ou de chuva, pode ser avaliada através da relação entre o aumento da produção em peso e o volume de água consumido (TAVARES, 2007).

Segundo Doorenbos e Kassan (1979) a produtividade de água pelas culturas agrícolas depende, sobretudo, das condições físicas do solo, das condições atmosféricas,

do estado nutricional das plantas, de fatores fisiológicos, da natureza genética e o seu estágio de desenvolvimento. Em se tratando da cultura dos citros, também deve ser função da combinação e interação entre o porta-enxerto utilizado e a variedade copa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C.O. de; PASSOS, O.P. (Ed.). **Citricultura brasileira em busca de novos rumos: desafios e oportunidades na região nordeste**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. 160p.

BASTOS, D. C; FERREIRA, E. A.; PASSOS, S. O.; FERREIRA DE SÁ, J.; ATAÍDE, E. M.; CALGARO, M. Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.35, n.281, p.36-45, jul./ago. 2014.

BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F.; SOUZA, Z.M.; ANDRIOLI, I.; ROQUE, C.G. Retenção de água em dois tipos de Latossolos sob diferentes usos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p.829-834, 2002.

BOMFIM, M. P. **1- Metilciclopropeno (1-MCP) e atmosfera modificada em manga 'tommy atkins' e quantificação de antioxidantes em frutas e hortaliças**. 2011. 166p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP, 2011.

BONI, G.; COSTA, A. G.; GONDIM, R. S.; MONTENEGRO, A. A. T.; OLIVEIRA, V. H. Distribuição do sistema radicular do cajueiro-anão precoce (clone CCP-09) em cultivo irrigado e sequeiro, Ceará, Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 1, p. 1-6, 2008.

BREMER NETO, H.; FILHO, F.A.A.M; STUCHI, E.S.; ESPINOZA-NÚÑEZ, CANTUARIAS-AVILÉS, T. The horticultural performance of five 'Tahiti' lime selections grafted onto 'Swingle' citrumelo under irrigated and non-irrigated conditions. **Scientia Horticulturae**, New York, v.150, p.181-186, 2013.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTIFRUTI, 2022. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2022. 96 p. Disponível em: <https://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wp-content/uploads/2022/04/HORTIFRUTI_2022.pdf>. Acesso em: 14 de dezembro de 2022.

CARVALHO, L. M.; CARVALHO, H. W. L.; SOARES FILHO, W. S.; MARTINS, C. R.; PASSOS, O. S. Porta-enxertos promissores, alternativos ao limoeiro 'Cravo', nos Tabuleiros Costeiros de Sergipe. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.51, n.2, p.132-141, fev. 2016. DOI: 10.1590/S0100-204X2016000200005.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 783 p., 2005.

CINTRA, F. L. D. **Caracterização da região produtora: solo e clima**. In: MELO, M. B. de; SILVA, L. M. S. da. (Ed.). Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007.

COELHO R. D. 2021. A Revolução azul no contexto da agricultura irrigada. Diferentes abordagens sobre a agricultura irrigada no Brasil. **Técnica e Cultura**, Piracicaba: ESALQ-USP, p. 3-27, 2021.

COELHO, E.F.; OLIVEIRA, F. C.; ARAÚJO, E. C. E.; VASCONCELOS, L. F. L. Distribuição de raízes de laranja ‘Pêra’ sob sequeiro e irrigação por microaspersão em solo arenoso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 603-611, maio 2002.

COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A.; SIMÕES, W. L.; COELHO, Y. S. **Laranja**, Cordeirópolis, v.27, n.2, p297-320, 2006.

COMPANHIA DE ENTREPÓSITOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO – CEAGESP. **Normas de Classificação de Citros de Mesa**, São Paulo: CEAGESP, 2011.

CONTI, J. H.; MINAMI, K.; TAVARES, F. C. A. Produção e qualidade de frutos de morango em ensaios conduzidos em Atibaia e Piracicaba. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n.1, p. 10-17, mar. 2002.

COSTA, C. D. O.; ALVES, M. C.; SOUSA, A. P. Movimento de água e porosidade dos solos de uma sub-bacia hidrográfica no noroeste do estado de São Paulo. **Irriga**, Botucatu, v. 20, n. 2, p. 304, mar/jun. 2015.

COSTA, R. C. **Ecofisiologia, rendimento e Qualidade de morangueiro de dias Neutros cv. Albion em diferentes substratos**. 2012. 163p. Tese (Doutorado em agronomia) - Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Passo Fundo, RS, 2012.

CUNHA SOBRINHO, A. P.; PASSOS, O.S.; SOARES FILHO, W. dos S. Cultivares porta-enxerto. In: CUNHA SOBRINHO, A. P.; MAGALHÃES, A.F. de J.; SOUZA, A. da S.; PASSOS, O.S.; SOARES FILHO, W. dos S. (Ed.). **Cultura dos citros**. Brasília: Embrapa, 2013. v.1, p.233-292.

DIAS, C. S.; BICCA, M. L.; SILVA, F. L.; ACOSTA, T. F.; LEIVAS, G.; FARIAS, P. C. M.; COSTA, V. B.; HERTER, F. G. Qualidade de frutos de tangerina ‘Ponkan’ utilizando recobrimento alternativos e aplicação de radiação UV-C. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 2, e2211225292, 2022 (CC BY 4.0). DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i2.25292>

DONADIO, L. C.; STUCHI, E. S. Adensamento de plantio e anançamento de citros. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 70 p. (Boletim Citrícola, 16).

DONATO, S. L. R.; PEREIRA, C. S.; BARROS, Z. J.; SIQUEIRA, D. L.; SALOMÃO, L. C. C. Respostas de combinações de variedades copa e porta-enxerto de citros à deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.10, p.1507-1510, out. 2007.

DOORENBOS, J. & KASSAN, A.H. Yield response to water. FAO. **Irrigation and Drainage**. Paper 33, 1979, 193p.

FRANÇA, N. O.; AMORIM, M. S.; GIRARDI, E. A.; PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. S. Performance of ‘Tuxpan Valencia’ sweet orange Grafted onto 14 rootstocks in northern Bahia, Brazil. **Revista Brasileira Agropecuária**, Jaboticabal - SP, v. 38, n. 4: e-684, Jul/Aug 2016. DOI 10.1590/0100-29452016684.

FRIZZONE, J. A., FREITAS, P. D., REZENDE, R., FARIA, M. D. **Microirrigação: gotejamento e microaspersão**. Maringá: Eduem, 2012.

GIARDI, C.L.; SANHUEZA, R.M.V.; BENDER, R.J. Manejo pós-colheita e rastreabilidade na produção integrada de maçãs. **Circular técnica 31**, Embrapa, Bento Gonçalves, RS, Jun. 2002.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (2021)**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/tangerina/br>>. Acesso em: 14 de dezembro de 2022.

KLAR, A. E. **Irrigação: frequência e quantidade de aplicação**. São Paulo: Nobel, 1991. 156 p.

KOLLER, O. C. **Citricultura: Laranja, limão e tangerina**. Porto Alegre (RS). Ed. Rígel, 1994. 446 p.

KROLOW, A.C.; SCHWENGBER, J. E.; FERRI, N. Avaliações físicas e químicas de morangos cv. Aromas produzidos em sistema orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.2, out. 2007.

MACHADO, M. A.; CRISTOFANI, M.; AMARAL, A. M.; OLIVEIRA, A. C. Genética, melhoramento e biotecnologia de citros. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, P. (Eds.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas: Fundag, 2005. p. 222-277.

MOLDEN, D.J. Accounting for water use and productivity. SWIM Paper 1, International Irrigation Management Institute, Colombo, Sri Lanka, 1997.

MORAES, I. V. M. Et al. Características físicas e químicas de morango processado minimamente e conservado sob refrigeração e atmosfera controlada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, v. 28, n. 2, abr./jun. 2008.

MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; SILVA, F. O. R.; COSTA, A. C.; Qualidade de tangerinas ‘Ponkan’ em função da regularidade no raleio químico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 3, p. 303-309, jul./set. 2012.

NEVES, C. S. V. J.; STENZEL, N. M. C.; CARVALHO, S. L. C.; FURLANETO, T. L. R.; OKUMOTO, H. S. Sistema radicular de quatro porta-enxertos sob copa tangerina ‘Poncâ’. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 487-492, mar./abr., 2008.

OLIVEIRA, R. P.; SOARES FILHO, W. S.; PASSOS, O. S.; SCIVITTARO, W. B.; ROCHA, P. S. G. **Porta-enxertos para citros**. Documentos 226 (Embrapa), Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2008. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/744475/1/documento226.pdf>. Acesso em: 15 de jun. 2020.

PÉREZ, A. G. Rapid Determination of Sugars, Nonvolatile Acids, and Ascorbic Acid in Strawberry and Other Fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.45, n. 9, p. 3545-3549, 1997.

PIMENTEL, U. V.; MARTINS, A. B. G.; BARBOSA, C. J.; CAVALLARI, L. L. Nutrição do porta-enxerto 'Flying Dragon'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 36, n. 2, p. 495-502, Junho 2014.

PIRES, R.C.M.; LUCHIARI, D.J.F.; ARRUDA, F.B.; MOSSAK, I. Irrigação. In: MATTOS JUNIOR, D. de; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico: Fundag, 2005. p.369-408.

POMPEU JUNIOR, J. **Porta-enxertos**. In: MATTOS JUNIOR, D. et al. (Ed.). **Citros**. Campinas: IAC: FUNDAG, 2005. p.63-104.

RAMOS, Y. C.; STUCHI, E. S.; GIRARDI, E. A.; LEO, H. C.; GESTEIRA, A. S.; PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. S. Dwarfing rootstocks for 'Valencia' sweet orange In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESSO 12, 2012, Valencia. **Book of Abstracts...** Valencia: International Society of Citriculture, 2012. p. 324 – 325.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, Planta e Atmosfera: Conceitos, Processos e Aplicações**. São Paulo: Editora Manole, 478p. 2012.

RODRIGUES, M. J. S.; ARAÚJO NETO, S. E.; ANDRADE NETO, R. C.; SOARES FILHO, W. S.; GIRARDI, E. A.; LESSA, L. S.; ALMEIDA, U. O.; ARAÚJO, J. M. Agronomic performance of the 'Pera' orange grafted onto nine rootstocks under the conditions of Rio Branco, Acre, Brazil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**., Recife, v.14, n.4, e6642, 2019.

SAMPAIO, A. H. R. **Avaliação de combinações copa-porta-enxerto de citros sob déficit hídrico no solo: estudo de mecanismo de prevenção ao déficit hídrico**. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas-BA. 2014. 145f. (Tese de Doutorado).

SANTOS, R. F; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Capina Grande (PB)v.2, n.3, p.287-294, 1998.

SCIVITTARO, W.B., OLIVEIRA, R.P., RADMANN, E.B. Doses de fertilizante de liberação lenta na formação do porta-enxerto 'Trifoliata'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v, 26, n. 3, p.520-523. 2004

SILVA, S. R.; BARROS, N. F.; COSTA, L. M. Atributos Físicos de dois Latossolos Afetados pela Compactação do Solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.10, p.842-847, 2006.

SIQUEIRA, D. L.; SALOMÃO, L. C. C. **Citros: do plantio à colheita**. Viçosa (MG): Ed. UFV, 2017. 278 p.

SOARES FILHO, W. S.; MORAIS, L. S.; CUNHA SOBRINHO, A. P.; DIAMANTINO,

M. S. A, S.; PASSOS, O. S. 'Santa cruz', uma nova seleção de limão 'Cravo'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n. 2, p. 222-225, 1999.

SOUZA, C. C.; OLIVEIRA, F. A.; SILVA, I. F.; AMORIM NETO, M. S. Avaliação de métodos de determinação de água disponível em solo cultivado com algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.3, p.337-341, mar. 2002.

SOUZA, L.S. Aspectos sobre o uso e manejo dos solos coesos dos Tabuleiros Costeiros. **Boletim Informativo**. SBCS, v. 22, p'34-38, 1997.

Stanhill, G. Water Use Efficiency. In: Brady, N. C. Editor. Vol. 39, **Academic Press**, p. 53-85, 1986.

TAVARES, V. E. Q. Sistemas de irrigação e manejo de água na produção de sementes. Pelotas, RS, 2007. 182p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2007.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Foreign Agricultural Service. **Citrus: World Markets and Trade**. Jul. 2020. Disponível em: < <https://usda.library.cornell.edu/concern/publications/w66343603?locale=en> >. Acesso em: 07 de ago. 2021.

VALE, A. A. S., SANTOS, C. D. D., ABREU, C. M. P. D., CORRÊA, A. D. ; SANTOS, J. A.. Alterações químicas, físicas e físico-químicas da tangerina 'Ponkan' (*Citrus Reticulata* Blanco) durante o armazenamento refrigerado. **Ciência e Agrotecnologia**, 30, 778-786. 2006.

ZACCHEO, P V. C.; NEVES, C. S. V. J.; STENZEL, N. M. C.; OKUMURA, R. S. Distribuição do sistema radicular de porta-enxertos sob laranjeira 'Folha Murcha' em clima subtropical. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 921-930, maio/jun. 2012.

CAPÍTULO 1

INFLUÊNCIA DE PORTA-ENXERTOS NAS PRODUTIVIDADES DE FRUTOS, ÁGUA DE CHUVA E DE IRRIGAÇÃO EM TANGERINEIRA 'PONKAN' SOB CULTIVOS IRRIGADO E SEQUEIRO

INFLUÊNCIA DE PORTA-ENXERTOS NAS PRODUTIVIDADES DE FRUTOS, ÁGUA DE CHUVA E DA IRRIGAÇÃO EM TANGERINEIRA ‘PONKAN’ SOB CULTIVOS IRRIGADO E SEQUEIRO

Autor: Ednaldo da Silva Dantas.

Orientador: Prof. Dr. Alisson Jadavi Pereira da Silva.

RESUMO: Os porta-enxertos são essenciais nos cultivos de citros, visto que a combinação com a copa permite ter uma planta com características agrônômicas mais favoráveis. Ambos exercem influências recíprocas entre si, fato que pode determinar variações na rentabilidade do cultivo em uma mesma condição de disponibilidade de água, pois, dentre as diversas características afetadas pela relação copa/porta-enxerto, estão a produtividade e eficiência produtiva, a qualidade de frutos e a tolerância a fatores bióticos e abióticos, inclusive ao déficit hídrico. Desta forma, objetivou-se avaliar a produtividade de frutos, a produtividade da água de chuva e irrigação e as características físico-químicas de frutos de tangerineira “Ponkan” sobre diferentes porta-enxertos em cultivo irrigado e sequeiro. O experimento foi conduzido em campo durante os anos de 2017 e 2022, em latitude 12° 36' S, longitude 39° 01' W e altitude de 216 metros, no estado da Bahia, Brasil. No pomar, as plantas foram espaçadas em 5 m x 2,5 m. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados (DBC), em fatorial 6 x 2, com três blocos e cada parcela composta por três plantas. Os tratamentos foram: seis porta-enxertos - TSKFL x CTTR-017; LCRSTC; TSKC x TRBK-006; TSKC x TRFD-003; LCR-003; LCR-004 e duas condições hídricas (irrigado e sequeiro). As análises realizadas no primeiro, segundo e terceiro ano de produção foram: produtividade; produção acumulada; eficiência produtiva da copa; produtividade da água (PA); produtividade da água da chuva; produtividade da água de irrigação; diâmetro transversal do fruto; diâmetro longitudinal; índice de formato; rendimento desuco; pH, sólidos solúveis; acidez titulável e *Ratio*. A irrigação proporciona maior produtividade e produção acumulada de frutos para todas as combinações de copa x porta-enxerto. A maior produtividade da água é verificada nas combinações com os porta-enxertos LCR-003, LCR-004 e TSKC-TRFD-003 a partir do segundo ano de produção. Entre os porta-enxertos utilizados, verifica-se que a irrigação é eficaz no aumento da eficiência produtiva da copa sobre os porta-enxertos TSKFL x CTTR-017 e LCR-003 em comparação ao cultivo de sequeiro. A combinação com o porta-enxerto LCR-003 proporciona maior produção à tangerineira

‘Ponkan’ tanto em condição irrigada quanto de sequeiro. Todos os porta-enxertos avaliados proporcionam características físico-químicas desejáveis aos frutos, tanto na condição irrigada quanto de sequeiro.

PALAVRAS-CHAVES: Citros; análise físico-química; fruticultura; Pós-colheita.

INFLUENCE OF ROOTSTOCKS ON THE PRODUCTIVITY OF FRUITS, RAINWATER AND IRRIGATION IN 'PONKAN' MANDARIN TREE UNDER IRRIGATED AND RADIATED CROPS

Author: Ednaldo da Silva Dantas.

Advisor: Prof. Dr. Alisson Jadavi Pereira da Silva.

ABSTRACT: Rootstocks are essential in citrus crops, since the combination with the scion allows to have a plant with more favorable agronomic characteristics. Both exert reciprocal influences on each other, a fact that can determine variations in the profitability of the crop in the same condition of water availability, because, among the different characteristics affected by the scion/rootstock ratio, are the productivity and productive efficiency, the quality of fruits and tolerance to biotic and abiotic factors, including water deficit. Thus, the objective is to evaluate the fruit productivity, the productivity of rainwater and irrigation and the physicochemical characteristics of "Ponkan" mandarin fruits on different rootstocks in irrigated and rainfed cultivation. The experiment was conducted in the field during the years 2017 and 2022, at latitude 12° 36' S, longitude. 39° 01' W and altitude of 216 meters, in the state of Bahia, Brazil. In the orchard, the plants were spaced 5 m x 2.5 m. The experimental design adopted was randomized blocks (DBC), in a 6 x 2 factorial, with three blocks and each plot consisting of three plants. The treatments were: six rootstocks - TSKFL x CTTR-017; LCRSTC; TSKC x TRBK-006; TSKC x TRFD-003; LCR-003; LCR-004 and two water conditions (irrigated and rainfed). The analyzes carried out in the first, second and third year of production were: productivity; accumulated production; productive efficiency of the canopy; water productivity (WP); rainwater productivity; irrigation water productivity; transversal diameter of the fruit; longitudinal diameter; format index; juice yield; pH, soluble solids; Titratable Acidity and Ratio. Irrigation provides greater productivity and cumulative fruit production for all scion x rootstock combinations. The highest water productivity is verified in the combinations with the rootstocks LCR-003, LCR-004 and TSKC-TRFD-003 from the second year of production. Among the rootstocks used, it is verified that irrigation is effective in increasing the productive efficiency of the canopy on the rootstocks TSKFL x CTTR-017 and LCR-003 compared to the rainfed culture. The combination with the rootstock LCR-003 provides greater production to 'Ponkan' mandarin both under irrigated and rainfed conditions. All evaluated rootstocks provide

desirable physicochemical characteristics to the fruits, both under irrigated and rainfed conditions.

Keywords: Citrus; Chemical physical analysis; fruit growing; Post-harvest.

1. INTRODUÇÃO

Os porta-enxertos são essenciais na citricultura, tendo em vista que podem influenciar positivamente o desempenho da variedade copa. Além da maior tolerância a fatores bióticos e ou abióticos, a exemplo, de doenças e de adaptação climática, os porta-enxertos podem proporcionar aumento na produtividade dos pomares. Estudos comparando a produtividade de citros sobre diferentes porta-enxertos demonstraram que o rendimento de frutos pode variar de 30 % a mais de 200 % apenas devido à combinação com o porta-enxerto (RODRIGUES et al., 2018; DOMINGUES et al., 2018; FRANÇA et al., 2018).

O aumento da produtividade da água, seja de irrigação ou de chuva, deve ser uma busca constante nos cultivos agrícolas, pois dela depende a otimização de uso dos recursos hídricos disponíveis às plantas ou, até mesmo, a materialização da tolerância ao déficit hídrico, sobretudo, em culturas de sequeiro.

Nesse sentido, a combinação copa porta-enxerto exerce influência na produtividade da água, uma vez que a eficiência do sistema radicular em absorver a solução nutritiva do solo e transferi-la à parte área depende do material utilizado. Quanto mais eficaz for esse processo, maior a possibilidade de otimizar o uso da água, pois haverá menor perda por percolação profunda e ou evaporação da superfície.

Os plantios comerciais da tangerineira ‘Ponkan’ e dos demais citros, são resultado da combinação de, no mínimo, dois materiais genéticos diferentes, sendo um que compõe a parte área, denominada copa, que produz o produto comercial de interesse (frutos) e o outro, formador do sistema radicular, o porta-enxerto, responsável pela extração de água e nutrientes e fixação da planta ao solo. Os porta-enxertos são essenciais nos cultivos de citros, visto que a combinação com a copa permite ter uma planta com características agrônomicas mais favoráveis em termos produtivos e qualitativos, de tolerância a doenças e pragas e ao déficit hídrico, sendo esta última um fator que merece destaque, uma vez que muitos pomares são cultivados sem irrigação.

Copa e porta-enxerto exercem influências recíprocas entre si, fato que pode determinar a rentabilidade do cultivo. Entre as diversas características afetadas pela relação copa/porta-enxerto, estão o tamanho da árvore, a produtividade, a qualidade de frutos e a tolerância a fatores bióticos e abióticos. Segundo Pompeu Junior (2005), a copa também interfere no porta-enxerto, e pode afetar o desenvolvimento do sistema radicular,

a tolerância ao frio, à seca, às pragas e doenças e eficiência no uso da água. Com isso, poderá afetar a absorção de nutrientes do solo, causando um efeito cíclico, pois, se há menor absorção, a copa também terá sua nutrição comprometida, logo, produzirá copas menores e com folhas reduzidas, frutos com menor qualidade e ou em menor quantidade e terá maior propensão à entrada de patógenos.

O desenvolvimento de novos porta-enxertos que possibilitem maior produtividade aos pomares e otimize o uso da água é essencial para a citricultura brasileira. A ampliação do número de porta-enxertos para uso na citricultura proporcionará maior segurança e diversidade à atividade citrícola. Segundo Almeida e Passos (2011) e Carvalho et al., (2016), aproximadamente 90% de toda área cultivada tem como porta-enxerto o limoeiro 'Cravo'. Em se tratando da tangerineira 'Ponkan' essa necessidade é igualmente ou até mais decisiva, pois os estudos com porta-enxertos para essa espécie são escassos.

A adaptação à condição hídrica, irrigado ou sequeiro, é um dos campos que deve ser avaliado nas pesquisas de combinação de porta-enxerto e copa de tangerineira 'Ponkan'. De acordo com Coelho et al. (2006), os citros necessitam de 600 mm a 1200 mm bem distribuído ao longo do ciclo. Quando essa demanda não é suprida, a produtividade e a qualidade dos frutos podem ficar comprometidos. Essa variação no consumo depende da demanda hídrica atmosférica, que aumenta, principalmente, com a intensidade da radiação solar, da temperatura e da velocidade do vento (COELHO et al., 2006.; DONATO et al., 2007). O espaçamento de plantio, as características físico-hídrica do solo, a idade e o vigor da planta e o porta-enxerto utilizado também interferem na necessidade hídrica dos citros.

A produtividade da água pode ser definida como a relação entre a produtividade e a lâmina de água aplicada (MIRANDA et al., 2019), quanto maior a produção por lâmina, mais eficiente é o uso da água e maior é a produtividade da água. Recentemente as pesquisas sobre produtividade da água de irrigação têm destacada importância, mas pouco se conhece sobre como diferentes porta-enxertos influenciam nesses resultados.

A qualidade dos frutos cítricos é de grande importância comercial, tanto para o consumo *in natura* quanto para o processamento industrial, e as características físicas e químicas dos frutos devem ser consideradas, visando a melhor aparência e qualidade organoléptica (CHITARRA E CHITARRA, 2005).

Dentre as características físico- químicas para análise de qualidade de frutos de tangerineira 'Ponkan', destacam-se o tamanho e forma do fruto, teor de suco, pH, sólidos solúveis, acidez titulável e *Ratio* (CHITARRA E CHITARRA, 2005).

O objetivo deste trabalho foi analisar a produtividade de frutos, a produtividade da água de chuva e da irrigação (i.e. produtividade de frutos por unidade de água recebida pela planta) e as características físico-químicas de frutos de tangerineira “Ponkan” (*Citrus reticulata* Blanco) sobre diferentes porta-enxertos em cultivos irrigado e sequeiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em campo durante os anos de 2017 e 2022, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – IF Baiano, *campus* Governador Mangabeira, no Recôncavo da Bahia, localizado na latitude 12° 36' S, longitude 39° 01' W e altitude de 216 metros. Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger o clima é Am, tropical úmido a subúmido, com estação seca compensada pelos totais elevados de precipitação nos meses chuvosos. A média pluviométrica anual é de 1173 mm, a umidade relativa média do ar é de 80% e a temperatura média anual de 23,4 °C (Superintendência de Assuntos Sociais e Econômicos da Bahia – SEI, 2014).

No período do estudo, a média pluviométrica por ciclo da cultura foi 1037,5 mm/ano. Os dados pluviométricos, desde a implantação do pomar até a colheita do 3º ano de produção do experimento, estão ilustrados na Figura 1.

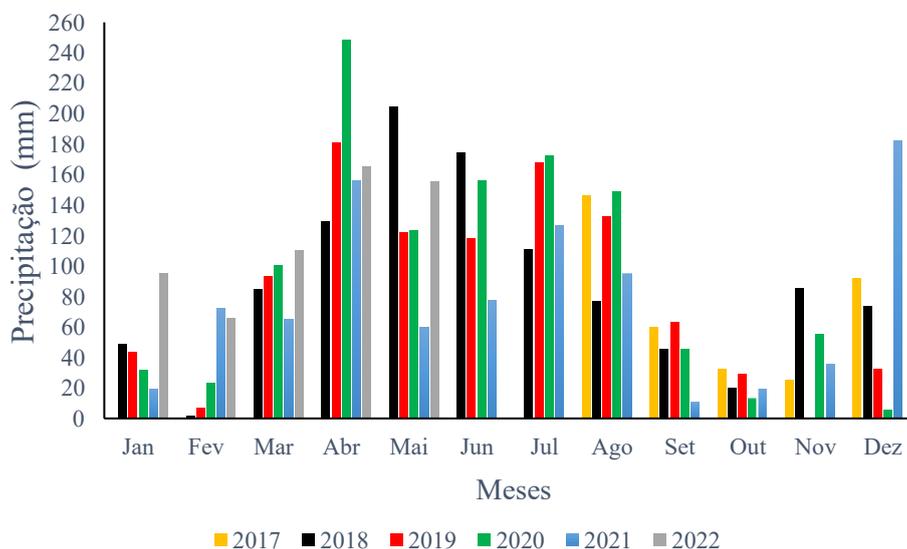


Figura 1. Média mensal de precipitação na área experimental no período de agosto de 2017 a maio de 2022. Governador Mangabeira, Bahia.

O pomar de tangerineira “Ponkan” foi implantado no mês de agosto de 2017 em uma área experimental de 1750 m² (50 x 35 m), no espaçamento de 5 m x 2,5 m. Seguiu-

se o delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 6 x 2, com três blocos e cada parcela experimental composta por três plantas, sendo os tratamentos: seis porta-enxertos: TSKFL x CTTR-017 (tangerineira ‘Sunki da Flórida’ x Citrangeiro ‘Troyer’); LCRSTC (limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’); TSKC x TRBK-006 (tangerineira ‘Sunki Comum’ x *Poncirus Trifoliata* seleção ‘Benecke’); TSKC x TRFD-003 (tangerineira ‘Sunki Comum’ x *Poncirus Trifoliata* seleção ‘Flying Dragon’) LCR-003 (limoeiro ‘Cravo’); LCR-004 (limoeiro ‘Cravo’), e duas condições de cultivo: irrigado e sequeiro. Os tratos culturais empregados foram convencionais, com controle de ervas daninhas por meio de herbicidas na linha de plantio e roçagem na entrelinha. O manejo de pragas e doenças ocorreu com fungicidas e inseticidas registrados para a cultura de acordo com a necessidade, e a adubação de cobertura foi realizada segundo as recomendações do Boletim 100 de citros (RAIJI et al., 1996), conforme resultado da análise desolo (Tabela 1).

Tabela 1: Resultado da análise química do solo realizada no Laboratório de Química do Solo da Embrapa / CNPMF.

Z (m)	pH	P	K	Ca	Mg	Al	Na	H+Al	SB	CTC	V	M.O
		Mg dm ⁻³ cmol _c dm ⁻³								%	g.kg ⁻¹
0,00-0,20	6,0	29	0,31	2,24	0,85	0,0	0,03	1,98	3,43	5,41	63	19,0
0,20-0,40	5,3	9	0,18	1,63	0,59	0,2	0,03	2,20	2,43	4,63	52	16,0

SB: soma de bases trocáveis; CTC: capacidade de troca de cátions; V: saturação por bases; MO: matéria orgânica.

Nas parcelas irrigadas, utilizou-se o método de irrigação por gotejamento, com emissor de vazão 4 litros por hora. A lâminade irrigação aplicada foi definida com base na tensão de água no solo obtido por meio detensiômetros instalados a 0,40 metros do caule das plantas, nas profundidades 0,20 m, 0,40m, 0,60 m, de acordo com a curva de retenção de água no solo elaborada a partir da análise físico-hídrica (Tabela 2), de modo a mantê-lo próximo à capacidade de campo.

Tabela 2. Resultado da análise físico-hídrica do solo realizada pelo Laboratório de Física do Solo da Embrapa / CNPMF.

Z(m)	Areia total	Silte	Argila	Ds	Umidade gravimétrica (%)					AD
					10	33	100	300	1500	
	-----g kg ⁻¹ -----			g cm ⁻³	----- (kPa)-----					%
0,00-0,20	706	41	253	1,75	12,97	10,90	9,92	8,94	8,51	4,46
0,20-0,40	595	50	355	1,60	14,17	12,66	11,61	10,68	10,59	3,58
0,40-0,60	540	54	406	1,43	15,29	13,92	12,98	12,26	12,05	3,23

Z: Profundidade; Ds: Densidade do solo; AD: Água disponível.

Para o monitoramento do conteúdo de água no solo na condição irrigada e sequeiro, foram instalados sensores TDR (Time Domain Reflectometry) na região formada pelo bulbo úmido nos seguintes perfis: 10, 20, 30 e 40 cm. Em avaliação prévia, verificou-se que 80% das raízes se concentravam até 40 cm de profundidade.

Realizou-se a calibração das sondas de TDR para obtenção de valores de conteúdo de água no solo mediante a coleta de amostras de solo com estrutura indeformada na área. Para tanto, utilizou-se tubos de PVC de 15 cm de altura e 7,5 cm de diâmetro. Na parte inferior do tubo, colocou-se telas de TNT (tecido não tecido) com a função de apenas permitir a passagem de água sem a perda de solo. Imediatamente após esta etapa, as sondas foram inseridas no solo até cobrir completamente as hastes dos sensores. Em seguida os tubos com solo foram imersos por 24 horas em um recipiente com água de forma que a altura da lâmina alcançasse dois terços da altura da coluna de solo para saturação.

Após a saturação, deixou-se as colunas de solo com as sondas (sensores) em bancada de laboratório para secagem natural, sendo obtidos valores de massa com uma balança digital com precisão de 0,1g e os respectivos valores de constante dielétrica da TDR. Inicialmente, fez-se leituras da massa e da constante dielétrica de dez em dez minutos, pois a perda de água por drenagem neste período foi muito elevada. À medida que a drenagem cessou, as leituras ocorreram em maiores intervalos de tempo.

Quando a umidade do solo das colunas atingiu valores próximos ao limite inferior da disponibilidade de água, as colunas foram levadas à estufa a 105°C até atingirem massa constante. A umidade volumétrica referente a cada pesagem do conjunto foi determinada pela equação 1:

$$\theta = \frac{P_1 - P_2}{P_2 - P_3} D_s \quad \text{Equação 1.}$$

Em que: θ = umidade volumétrica do solo ($m^3 \cdot m^{-3}$); P_1 = massa do conjunto tubo – solo úmido – sonda – tela (kg); P_2 = massa do conjunto tubo – solo seco – sonda – tela (kg); P_3 = massa do tubo, sonda e tela (kg); d_s = densidade do solo ($kg \cdot dm^{-3}$).

Com os valores de θ e da constante dielétrica (K_a) estabeleceu-se as curvas de calibração, mediante o ajuste de uma equação polinomial cúbica (Figura 2).

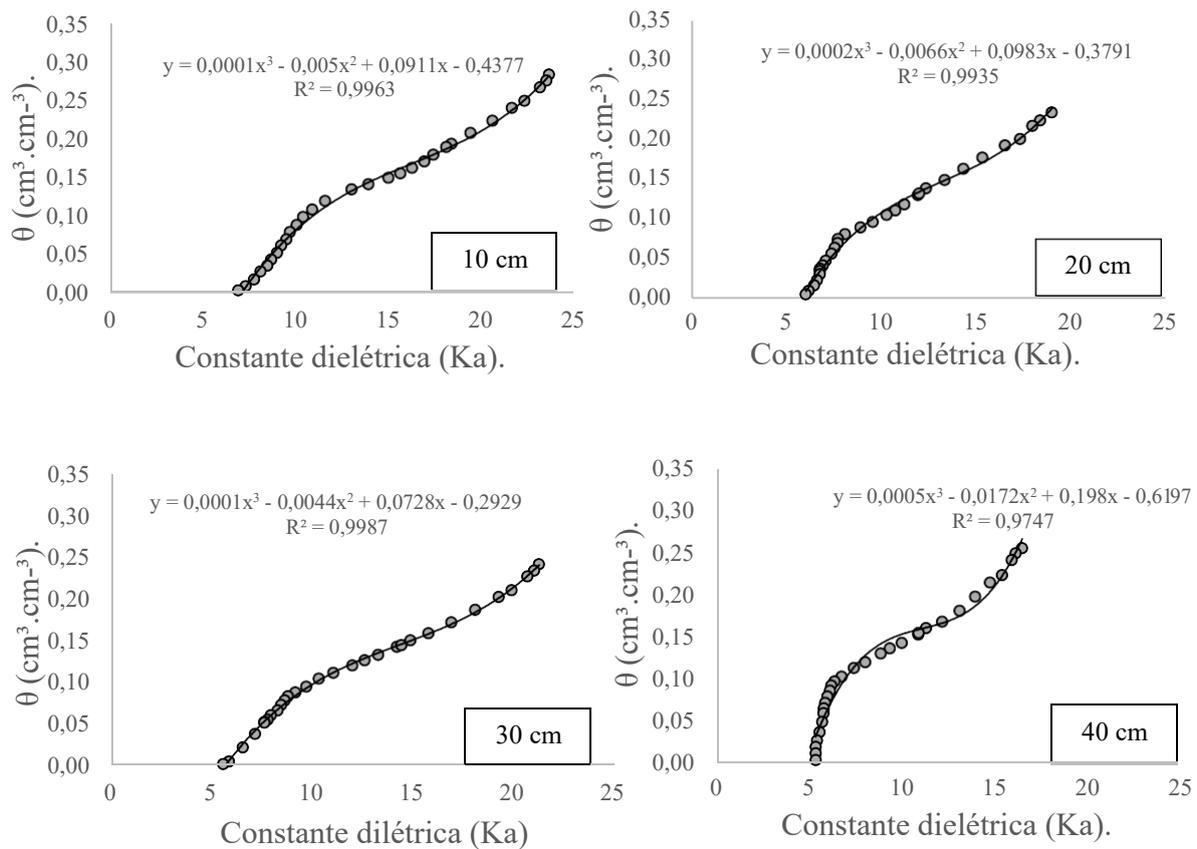


Figura 2. Relações entre constante dielétrica (Ka) e umidade volumétrica (θ) obtidas no processo de calibração das sondas de TDR.

Para realizar as análises físico-químicas, os frutos foram colhidos em estágio de maturação comercial no turno matutino, no mês de maio de 2020, maio de 2021 e maio de 2022, respectivamente, primeiro, segundo e terceiro anos de produção. Primeiramente, colheu-se, na maturação comercial e livre de danos biológicos e físicos, 12 frutos por parcela experimental de cada bloco, sendo três frutos localizados em cada quadrante da planta (leste, oeste, norte e sul) e na porção mediana da copa, totalizando 36 frutos por tratamento. As análises físico-químicas foram realizadas logo após a colheita em Laboratório do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Baiano, *campus* Governador Mangabeira.

Foram analisadas as seguintes características físicas dos frutos: massa com casca, obtido em balança digital de precisão; diâmetro transversal (DT) e diâmetro longitudinal (DL), obtidos com paquímetro digital; índice de formato, obtido com a razão do DT pelo DL; posteriormente, os frutos foram descascados, triturados em liquidificador doméstico, coado em peneira para obtenção do suco e pesado em balança de precisão para o cálculo do rendimento de suco (RS) em porcentagem, obtido por meio da relação da massa do suco pela massa do fruto com casca (massa de suco/massa do fruto x 100).

As seguintes análises químicas foram realizadas no suco: pH, determinado por potenciometria com phmetro de bancada e leitura realizada diretamente no suco (Association of Official Analytical Chemistry - AOAC, 2005); sólidos solúveis, determinados com refratômetro digital com ajuste automático de temperatura com leituras realizadas em triplicata, colocando pequenas porções do suco na placa do refratômetro, devidamente calibrado a zero, resultados expressos em °Brix (AOAC, 2005); acidez titulável, determinada em triplicata a partir do suco titulado com hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N e fenolftaleína a 1% como indicador, com resultados expressos em % de ácido cítrico (Instituto Adolf Lutz – IAL, 2008). A partir dos resultados do teor de sólidos solúveis e da acidez titulável, foi calculado o *ratio* (relação do conteúdo de sólidos solúveis e a acidez titulável), razão que possibilita melhor inferência sobre o sabor do fruto (CHITARRA E CHITARRA, 2005).

Os frutos de todos os tratamentos foram colhidos, contabilizados e pesados em balança digital para posteriormente determinação da eficiência produtiva, onde foi utilizado o volume de copa, calculado a partir de avaliações biométricas realizadas nos meses de maio do ano 2020, 2021 e 2022, e relacionado a produção média de frutos (quilograma por planta) com o volume da copa (m³) do respectivo ano, conforme equação proposta por Zekri (2003); estimativa da produtividade por hectare, em que a massa média

do tratamento foi multiplicada por 800 plantas por hectare, uma vez que o espaçamento do pomar é 5 m na entrelinha e 2,5 m linha. A produção acumulada foi obtida pela soma da massa dos frutos nos três anos de avaliação.

A produtividade da água foi calculada de acordo a relação de massa de frutos por hectare ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e o volume total (m^3) de chuva acrescida da água aplicada via irrigação, para os tratamentos irrigados, ou apenas o total de pluviosidade, para os tratamentos de sequeiro.

Para o cálculo da lâmina total, considerou-se o ciclo da cultura, correspondendo aos doze meses que antecederam a maturação comercial dos frutos. Como as avaliações realizadas ocorreram no final dos meses de maio, o ciclo iniciou-se no mês de junho do ano anterior.

O incremento produtivo da irrigação ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{m}^{-3}$) foi calculado pela diferença entre a produção total por hectare na condição irrigada e a produção na condição de sequeiro. A produtividade da água de irrigação (PAI) foi obtida pela relação entre o incremento de produção da irrigação e o volume total de água (m^3) aplicada no ciclo da cultura, conforme as seguintes equações:

$$PA = (\text{Prod}_i) / I + C \quad \text{Equação 2.}$$

$$PAI = (\text{Prod}_i - \text{Prod}_s) / I \quad \text{Equação 3.}$$

$$PAC = \text{Prod}_s / C \quad \text{Equação 4.}$$

Em que: Prod_i = produtividade das plantas irrigadas; Prod_s = produtividade das plantas não irrigadas; I = Volume de água aplicada via Irrigação; C = Volume de água proveniente da Chuva; PA = Produtividade da água; PAI= Produtividade água de irrigação; PAC= Produtividade da água de chuva.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e ao teste Scott-Knott a 5% de probabilidade por meio do software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figuras 3 e 4 são apresentados dados provenientes do monitoramento do conteúdo de água no solo utilizando TDR. A partir da Figura 3 - que representa o que ocorreu sob regime hídrico irrigado – pode-se verificar a frequente variação do conteúdo de água no solo como função dos ciclos de irrigação, com os limites superiores e inferiores bem definidos. Já a Figura 4 demonstra o que acontece com o conteúdo de água no solo próximo à planta em regime hídrico de sequeiro, onde nota-se que a variação no conteúdo de água do solo é lenta durante o tempo, uma vez que no período avaliado não houve ocorrência de chuva. Portanto, os dados demonstram que as plantas estiveram submetidas a distintas condições de disponibilidade de água no solo durante os períodos com ausência de chuva. Condições estas que foram definidas neste trabalho como “irrigada” e de “sequeiro”.

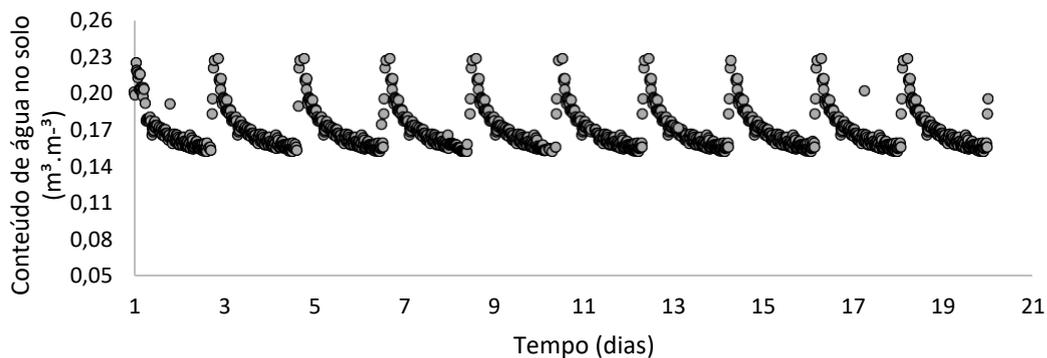


Figura 3. Dados provenientes do monitoramento do conteúdo de água no solo na zona radicular da tangerineira ‘Ponkan’ na condição irrigada.

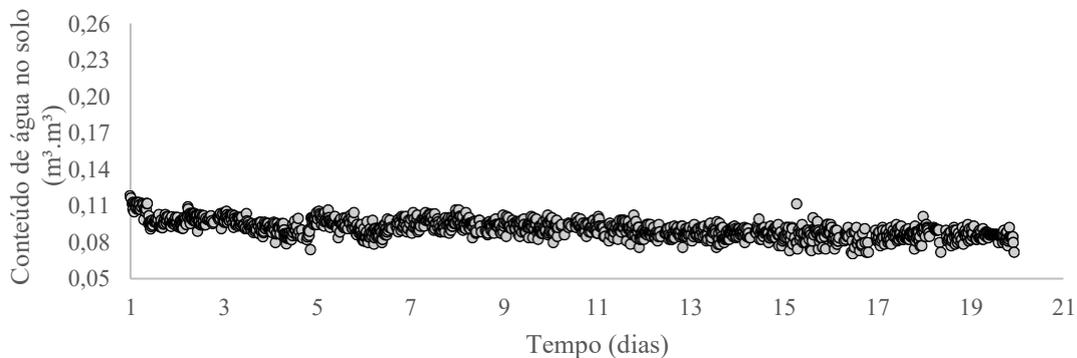


Figura 4. Dados provenientes do monitoramento do conteúdo de água no solo na zona radicular da tangerineira ‘Ponkan’ na condição de sequeiro.

No primeiro ano de produção foi aplicada uma lâmina total de irrigação de 235 mm nas parcelas irrigadas e o índice pluviométrico foi 1071 mm, sendo a lâmina total 1.306 mm. Esta foi a menor lâmina de irrigação e total em relação aos demais anos de avaliação, possivelmente devido à idade e menor porte das plantas, conseqüentemente, menor taxa de evapotranspiração do cultivo.

No primeiro ano de produção, não houve diferença significativa na produtividade, seja entre porta-enxertos ou condição hídrica (Tabela 3). Isso pode ser decorrente da pouca idade das plantas, uma vez que na ocasião da primeira colheita estavam com apenas 33 meses. Até os três anos de idade os citros dispõem maior energia para formação do sistema radicular e parte aérea, havendo pequena ou nenhuma produção de frutos, o que pode ser um fator positivo, visto que uma planta com boa formação na fase juvenil, tem maior potencial para grandes produções quando adulta. Segundo Siqueira e Salomão (2017), os citros, inclusive a tangerineira “Ponkan”, iniciam a fase produtiva a partir dos 5 anos de idade, contrastando com os resultados obtidos neste trabalho, em que as plantas iniciaram a produção no terceiro ano após o plantio. Essa diferença observada em relação aos autores, pode ser decorrente do pomar estar situado em região com altas temperaturas, umidade e radiação solar, que pode possibilitar maior desenvolvimento vegetal e encurtamento da fase juvenil das plantas.

No segundo e terceiro anos de produção, a lâmina total de irrigação aplicada nas parcelas irrigadas, foi 442 mm e 321 mm e o índice pluviométrico foi 969 mm e 1072 mm, respectivamente. A diferença na lâmina aplicada é devida, sobretudo, à precipitação natural, conforme Figura 1.

As médias de produtividade de todas as plantas irrigadas foram superiores às de sequeiro, sendo possível inferir que a irrigação proporcionou maior produtividade às tangerineiras “Ponkan”, independentemente do porta-enxerto utilizado (Tabela 3).

A maior produtividade das plantas irrigadas pode ser explicada devido à absorção contínua de água e nutrientes do solo durante todo o ciclo, o que não ocorre em cultivo de sequeiro, uma vez que a condição para absorção plena acontece somente no período chuvoso e, à medida que o potencial hídrico do solo fica mais negativo, a planta precisa dispende maior energia para absorver água e nutrientes, logo, a reduz para outras funções, inclusive para a produção de frutos.

Na região onde o experimento foi desenvolvido, o período de menor pluviosidade ocorre entre os meses de setembro e março (Figura 1), que além de apresentar maiores temperaturas e maior demanda hídrica atmosférica, coincide com o período de

florescimento e desenvolvimento dos frutos da tangerineira “Ponkan”, logo, fisiologicamente, a planta requer maior disponibilidade hídrica no solo para manter seus tecidos túrgidos e garantir o desenvolvimento dos frutos. Caso o teor de água seja insuficiente, a planta diminuirá a produtividade por meio do abortamento de flores e frutos na primeira fase de desenvolvimento.

Tabela 3: Produtividade (Prod.) e produção acumulada do primeiro, segundo e terceiro anos de produção de tangerineira ‘Ponkan’ sobre diferentes porta-enxertos, em cultivos irrigado e sequeiro.

Porta-enxerto	Prod. 1º ano (kg.ha ⁻¹)*		Prod. 2º ano (kg.ha ⁻¹)*		Prod. 3º ano (kg.ha ⁻¹)*		Produção acumulada (kg.ha ⁻¹)	
	Irrigado	Sequeiro	Irrigado	Sequeiro	Irrigado	Sequeiro	Irrigado	Sequeiro
TSKC x TRKB-006	1.280Aa	960Aa	21.695Ca	11.216Bb	22.560Ba	11.706Bb	45.535Ca	23.883Bb
TSKC x TRFD-003	4.400Aa	3.440Aa	25.352Ba	16.637Ab	25.946Aa	17.285Ab	55.701Ba	37.362Ab
TSKFL x CTTR-017	1.200Aa	880Aa	12.708Da	5.162Cb	13.946Da	6.413Cb	27.856Da	12.466Cb
LCRSTC	2.000Aa	1.680Aa	19.833Ca	10.696Bb	17.680Ca	11.333Bb	39.513Ca	23.710Ab
LCR-004	2.880Aa	1.361Aa	26.042Ba	16.204Ab	26.560Aa	16.677Ab	55.482Ba	34.242Ab
LCR-003	5.118Aa	1.920Aa	30.979Aa	15.431Ab	29.810Aa	15.093Ab	65.907Aa	32.445Ab
CV (%)	66,84		10,62		11,80		11,68	

Na coluna, mesmo ano de produção, médias seguidas de uma mesma letra maiúscula não diferem pelo teste Scott-Knott (P>0,05).

Na linha, mesmo ano de produção, médias seguidas de uma mesma letra minúscula não diferem pelo teste Scott-Knott (P>0,05).

Considerou-se o espaçamento de 5,0 m x 2,5 m, portanto, 800 plantas por hectare.

*Plantas com 33, 45 e 57 meses de idade, respectivamente.

Dentre os porta-enxertos avaliados, na condição irrigada, o LCR-003 proporcionou a maior média de produtividade e o TSKFL x CTTR-017 a menor. Já no cultivo de sequeiro, a copa sobre os porta-enxertos LCR-003 e LCR-004 e o híbrido TSKC x TRFD-003 apresentaram a maior média de produtividade, enquanto o TSKFL x CTTR-017, assim como sob irrigação, foi menos produtivo (Tabela 3).

A produção das plantas se distinguiu em função do porta-enxerto utilizado nas duas condições de cultivo, sendo que na condição irrigada, o acumulado dos três anos foi maior quando o material LCR-003 foi utilizado como porta-enxerto. Já no cultivo de sequeiro, as maiores médias de produção foram obtidas nas copas sobre os porta-enxertos LCR-003, LCR-004 e TSKC x TRFD-003. Todas as combinações copa x porta-enxerto apresentaram maior média de produção na condição irrigada em comparação ao cultivo de sequeiro.

Ainda na Tabela 3, observa-se que no segundo e terceiro ano de produção, na condição irrigada, apenas as plantas sobre o porta-enxerto TSKFL x CTTR-017 não alcançaram produtividade média superior àquela verificada nos pomares brasileiros. Já

na condição de sequeiro, a produtividade ficou abaixo da média nacional, porém, com exceção do TSKFL x CTTR-017, todos os demais porta-enxertos proporcionaram produtividade acima da verificada no estado da Bahia. Segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021), a produtividade média de tangerina neste estado é 12.266 kg.ha⁻¹ e nacional 19.583 kg.ha⁻¹.

Conforme pode ser verificado na Tabela 4, no primeiro ano de produção, na condição irrigada, as combinações de copa com os materiais LCR-003 e TSKC x TRFD-003 foram superiores estatisticamente que os demais na produção média por planta e o TSKC x TRFD-003 também proporcionou maior eficiência produtiva da copa que os demais.

No segundo e terceiro anos, em comparação ao cultivo de sequeiro, a irrigação proporcionou maior produção por planta para todas as combinações copa x porta-enxerto (Tabela 4). As melhores produções por planta e eficiência produtiva da copa foram obtidas com os porta-enxertos LCR-003, LCR-004 e TSKC x TRFD-003 em ambas as condições de cultivo no segundo ano de produção e nos tratamentos irrigados no terceiro ano, pois neste ano não houve diferença estatística para os porta-enxertos na condição de sequeiro (Tabela 4). Maior eficiência produtiva denota que a planta dispensa mais energia para a frutificação em relação à produção de ramos e folhas, pois para cada m³ de copa há maior massa de frutos. Isso é benéfico do ponto de vista econômico, pois o fruto é o produto comercial de interesse, portanto, quando há maior eficiência produtiva, significa que a planta otimiza o uso da água e dos demais nutrientes para a frutificação.

No segundo e terceiro anos de produção, a maior produtividade da água foi observada nas combinações com os porta-enxertos LCR-003, LCR-004 e TSKC x TRFD-003 tanto na condição irrigada quanto sequeiro. Quando comparada as condições de cultivo irrigado e sequeiro, observou-se que todas as combinações copa x porta-enxerto apresentaram maior produtividade da água na condição irrigada (Tabela 4).

Tabela 4: Produção por planta (PP), volume de copa (VC), eficiência produtiva da copa (EPC), produtividade da água (PA), incremento da irrigação na produção (IIP) e produtividade da água de irrigação (PAI) em pomar de tangerineira ‘Ponkan’ sobre diferentes porta- enxertos, em cultivos irrigado e sequeiro.

1º ano										
Porta-enxerto	PP (kg)		VC (m ⁻³)		EPC (kg.m ⁻³)		PA (kg.m ⁻³ de água)		IIP (kg.ha ⁻¹)	PAI (kg.ha ⁻¹ .m ⁻³ de água)
	Irrigado	Sequeiro	Irrigado	Sequeiro	Irrigado	Sequeiro	Irrigado (C + I) *	Sequeiro (C)**		
TSKC x TRKB-006	1,6Ba	1,2Aa	2,6Aa	2,1Aa	0,6Ba	0,6Ba	0,1Ba	0,1Aa	1.134,3A	6,0A
TSKC x TRFD-003	5,5Aa	4,3Aa	1,9Aa	1,8Aa	3,0Aa	3,3Aa	0,4Aa	0,3Aa	1.015,4A	5,4A
TSKFL x CTTR-017	1,5Ba	1,1Aa	2,3Aa	2,3Aa	0,7Ba	0,5Ba	0,1Ba	0,1Aa	362,4A	1,9A
LCRSTC	2,5Ba	2,1Aa	2,8Aa	1,9Aa	0,7Ba	1,1Ba	0,2Ba	0,2Aa	378,6A	2,0A
LCR-004	3,6Ba	1,7Aa	2,9Aa	2,2Aa	1,3Ba	0,8Ba	0,3Ba	0,1Aa	1.446,1A	7,7A
LCR-003	6,4Aa	2,4Aa	3,3Aa	2,7Aa	2,1Ba	0,8Ba	0,5Aa	0,2Ab	3.189,3A	16,9A
CV (%)	64,08		21,26		49,79		63,87		150,38	150,36
2º ano										
TSKC x TRKB-006	27,1Ca	14,1Bb	5,2Aa	3,9Ab	5,2Ba	3,5Ba	2,2Ca	1,2Bb	10.478,2B	29,6B
TSKC x TRFD-003	31,7Ba	20,8Ab	4,4Aa	3,9Aa	7,3Aa	5,4Aa	2,5Ba	1,7Ab	8.715,8B	24,7B
TSKFL x CTTR-017	15,9Ea	6,4Cb	3,4Aa	2,7Aa	4,7Ba	2,5Ba	1,3Ea	0,5Cb	7.546,2B	21,3B
LCRSTC	22,1Da	13,4Bb	4,2Aa	2,9Ab	5,3Ba	4,7Aa	1,8Da	1,1Bb	6.955,6B	19,7B
LCR-004	32,5Ba	20,3Ab	4,8Aa	3,2Ab	6,9Aa	6,1Aa	2,6Ba	1,8Ab	9.837,8B	27,8B
LCR-003	38,7Aa	19,3Ab	4,6Aa	3,8Aa	8,4Aa	5,1Ab	3,1Aa	1,6Ab	15.548,3A	43,9A
CV (%)	12,15		17,48		24,43		12,08		27,57	27,55
3º ano										
TSKC x TRKB-006	28,2Ba	14,63Bb	7,9Aa	6,1Aa	3,6Ba	2,6Aa	2,1Ba	1,1Bb	10.853,3A	42,3A
TSKC x TRFD-003	32,4Aa	21,6Ab	7,2Aa	6,9Aa	4,5Aa	3,2Aa	2,4Aa	1,6Ab	8.661,3A	33,7A
TSKFL x CTTR-017	17,4 Da	8,0Cb	5,5Aa	4,9Aa	3,2Ba	1,6Aa	1,3Da	0,6Cb	7.533,3A	29,3A
LCRSTC	22,10Ca	14,2 Bb	5,7Aa	5,6Aa	3,9Ba	2,9Aa	1,6Ca	1,1Bb	6.346,7A	24,7A
LCR-004	33,2Aa	20,9Ab	5,7Aa	4,6Aa	5,8Aa	4,5Aa	2,4Aa	1,6Ab	9.882,7A	38,5A
LCR-003	37,3Aa	18,9Ab	6,1Aa	6,6Aa	6,2Aa	2,9Ab	2,7Aa	1,4Ab	14.717,3A	57,3A
CV (%)	11,80		20,06		22,20		11,73		28,71	28,71

Na coluna, no mesmo parâmetro e ano de produção, médias seguidas de uma mesma letra maiúscula não diferem pelo teste Scott-Knott (P>0,05).

Na linha, no mesmo parâmetro, médias seguidas de uma mesma letra minúscula não diferem pelo teste Scott-Knott (P>0,05).

Plantas sobre o porta-enxerto LCR-003 demonstraram melhor resposta no incremento da irrigação na produção (IIP) e produtividade da água de irrigação (PAI) no segundo ano, não havendo diferença estatística entre demais combinações (Tabela 4). Em média, o aumento de produção por planta proporcionado pela água de irrigação foi próximo a 85%, o que ratifica a relevância da irrigação em regiões de ocorrência de déficit hídrico durante alguns meses do ano. Considerando todas as combinações copa x porta-enxerto, a produtividade média da água de irrigação foi 6,7 kg.m⁻³, 27,8 kg.m⁻³, 37,6 kg.m⁻³, no primeiro, segundo e terceiro ano, respectivamente.

Quanto à qualidade físico-química, a massa média dos frutos com casca, foi, respectivamente, 0,209 kg, 0,217 kg e 195 kg, não havendo diferença significativa entre os tratamentos nas três safras avaliadas.

Não houve diferença significativa para diâmetro transversal (DT), diâmetro longitudinal (DL) e índice de formato dos frutos nos anos avaliados, independentemente do porta-enxerto ou da condição hídrica adotada (Tabela 5). Os resultados estão de acordo com o observado por Alcântara et al. (2018) que encontraram valores similares ao estudarem características de pós-colheitas de variedades de tangerina. Paula et al. (2020) também observaram valores de diâmetros próximos aos encontrados neste trabalho.

Tabela 5: Diâmetro transversal do fruto (DTF), diâmetro longitudinal do fruto (DLF) e índice de formato de fruto (IFF) de tangerineira ‘Ponkan’ no primeiro, segundo e terceiro anos de produção sobre diferentes porta-enxertos, em cultivos irrigado e sequeiro.

1º ano						
Porta-enxerto	DTF (cm)		DLF (cm)		IFF	
	Irrigado	Sequeiro	Irrigado	Sequeiro	Irrigado	Sequeiro
TSKC x TRKB-006	9,10 Aa	8,74 Aa	7,56 Aa	7,36 Aa	1,20 Aa	1,19 Aa
TSKC x TRFD-003	8,99 Aa	8,72 Aa	7,45 Aa	7,62 Aa	1,21 Aa	1,14 Aa
TSKFL x CTTR-017	8,50 Aa	8,85 Aa	6,89 Aa	7,22 Aa	1,23 Aa	1,23 Aa
LCRSTC	9,04 Aa	8,77Aa	7,33 Aa	7,20 Aa	1,23 Aa	1,22 Aa
LCR-004	8,70 Aa	9,34 Aa	7,22 Aa	7,45 Aa	1,20 Aa	1,25 Aa
LCR-003	8,88 Aa	8,92 Aa	7,20 Aa	7,22 Aa	1,23 Aa	1,24 Aa
CV (%)	4,79		5,84		4,55	
2º ano						
TSKC x TRKB-006	8,90 Aa	8,59 Aa	7,31 Aa	6,82 Aa	1,22 Aa	1,26 Aa
TSKC x TRFD-003	8,90 Aa	8,82 Aa	7,09 Aa	6,95 Aa	1,26 Aa	1,27 Aa
TSKFL x CTTR-017	8,88 Aa	8,45 Aa	7,35 Aa	7,09 Aa	1,21 Aa	1,19 Aa
LCRSTC	8,90 Aa	9,06 Aa	7,53 Aa	7,18 Aa	1,18 Aa	1,26 Aa
LCR-004	8,84 Aa	8,72 Aa	7,28 Aa	7,20 Aa	1,21 Aa	1,21 Aa
LCR-003	8,58 Aa	9,02 Aa	6,79 Aa	7,23 Aa	1,26 Aa	1,25 Aa
CV	3,30		5,59		4,34	
3º ano						
TSKC x TRKB-006	9,02 Aa	8,48 Aa	8,20 Aa	7,63 Aa	1,10 Aa	1,11 Aa
TSKC x TRFD-003	9,03 Aa	8,60 Aa	8,18 Aa	7,63 Aa	1,10 Aa	1,13 Aa
TSKFL x CTTR-017	8,97 Aa	8,42 Aa	8,00 Aa	7,65 Aa	1,12 Aa	1,10 Aa
LCRSTC	9,17 Aa	8,87 Aa	8,63 Aa	7,98 Aa	1,06 Aa	1,11 Aa
LCR-004	8,97 Aa	8,56 Aa	8,05 Aa	7,82 Aa	1,11 Aa	1,09 Aa
LCR-003	8,65 Aa	8,47 Aa	7,72 Aa	7,52 Aa	1,12 Aa	1,13 Aa
CV	3,13		4,75		3,59	

Na coluna, no mesmo parâmetro e ano de produção, médias seguidas de uma mesma letra maiúscula não diferem pelo teste Scott-Knott ($P>0,05$).

Na linha, no mesmo parâmetro e ano de produção, médias seguidas de uma mesma letra minúscula não diferem pelo teste Scott-Knott ($P>0,05$).

De acordo com Reis et al. (2000), as tangerinas ‘Ponkan’ são classificadas como grandes quando o diâmetro transversal for maior que 7,5 cm e o diâmetro longitudinal for maior que 6 cm. Assim sendo, os frutos deste experimento podem ser classificados como

grandes. Para todos os tratamentos, o índice de formato foi maior que 1, portanto, de acordo ao preconizado para a tangerina ‘Ponkan’ que apresenta frutos mais achatados.

Para todos os tratamentos, os parâmetros químicos avaliados no primeiro ano de produção não diferiram estatisticamente, sendo a média geral de pH, sólidos solúveis, acidez titulável e ratio, respectivamente, 3,62, 9,02° Brix, 0,94 % de ácido cítrico e 9,87, valores condizentes com aqueles preconizados pelo CEAGESP (2011).

No segundo ano de produção houve diferença significativa para a acidez titulável de frutos das copas sobre os porta-enxertos TSKC-TRKB-006 e LCR-003 que, sob cultivo de sequeiro, apresentaram menor porcentagem de ácido cítrico em relação aos demais. Na condição irrigada, não houve diferença para as combinações avaliadas. Já na comparação do desempenho do mesmo porta-enxerto sob as duas condições de cultivo, os frutos de copa sobre TSKC-TRFD-003 demonstraram maior porcentagem de ácido cítrico na condição de sequeiro (Tabela 6).

Tabela 6: Valores de pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e ratio de frutos de tangerineira ‘Ponkan’ sobre diferentes porta-enxertos no segundo e terceiro anos de produção sob cultivos irrigado e sequeiro.

2º ano								
Porta-enxerto	pH		SS (° Brix)		AT (% de ácido cítrico)		Ratio (SS/ATT)	
	Irrigado	Sequeiro	Irrigado	Sequeiro	Irrigado	Sequeiro	Irrigado	Sequeiro
TSKC x TRKB-006	3,17 Aa	3,18 Aa	9,54 Aa	9,09 Aa	0,65 Aa	0,66 Ba	14,75 Aa	13,86 Ba
TSKC x TRFD-003	3,21 Aa	3,03 Aa	9,13 Ba	10,13 Aa	0,71 Ab	1,01 Aa	13,00 Aa	10,36 Ba
TSKFL x CTTR-017	3,00 Aa	2,81 Aa	9,34 Aa	9,38 Aa	0,82 Aa	0,93 Aa	11,95 Aa	10,33 Ba
LCRSTC	3,19 Aa	3,04 Aa	10,02 Aa	9,70 Aa	0,68 Aa	0,81 Aa	14,81 Aa	12,41 Ba
LCR-004	3,29 Aa	3,09 Aa	9,58 Aa	9,02 Aa	0,68 Aa	0,86 Aa	14,47 Aa	11,66 Ba
LCR-003	3,17 Aa	3,17 Aa	10,18 Aa	9,54 Aa	0,69 Aa	0,65 Ba	15,03 Aa	15,07 Aa
CV (%)	5,92		5,03		19,31		14,70	
3º ano								
TSKC x TRKB-006	3,21 Aa	3,21 Aa	10,37 Aa	9,90 Ab	0,86 Aa	0,81 Aa	12,18 Ba	13,03 Ba
TSKC x TRFD-003	3,14 Aa	3,27 Aa	10,23 Aa	9,93 Ab	0,80 Ba	0,87 Aa	12,88 Ba	11,39 Ba
TSKFL x CTTR-017	2,84 Aa	3,04 Aa	10,22 Aa	9,73 Ab	0,92 Aa	0,96 Aa	11,23 Ba	10,07 Ba
LCRSTC	3,32 Aa	3,25 Aa	10,33 Aa	9,96 Ab	0,77 Ba	0,81 Ba	13,71 Aa	12,53 Ba
LCR-004	3,17 Aa	3,29 Aa	10,14 Aa	9,77 Ab	0,78 Ba	0,82 Ba	15,03 Aa	12,10 Bb
LCR-003	3,19 Aa	3,23 Aa	10,24 Aa	9,98 Ab	0,71 Ba	0,67 Ba	15,05 Aa	15,48 Aa
CV (%)	6,20		1,24		9,44		10,82	

Na coluna, no mesmo parâmetro e ano de produção, médias seguidas de uma mesma letra maiúscula não diferem pelo teste Scott-Knott (P>0,05).

Na linha, no mesmo parâmetro, médias seguidas de uma mesma letra minúscula não diferem pelo teste Scott-Knott (P>0,05).

A acidez titulável isolada não é considerada representativa para avaliar a palatabilidade de frutos, sendo mais relevante o resultado da relação com os sólidos solúveis, denominado de “ratio”, uma vez que o equilíbrio entre o ácido e o doce é quem

proporciona maior sabor. No segundo e terceiro anos de produção, no cultivo de sequeiro, o “ratio” dos frutos de plantassobre os porta-enxertos LCR-003 foi maior em relação aos demais. Para o mesmo porta-enxerto, não houve diferença significativa entre o cultivo irrigado e sequeiro.

No terceiro ano de produção, observou-se que o teor de sólidos solúveis foi maior para todas as combinações irrigadas, não havendo diferença entre plantas na mesma condição hídrica. Neste mesmo ano, frutos de copa sobre os porta-enxertos LCRSTC, LCR-004 e LCR-003 tiveram menor acidez titulável nas duas condições de cultivo e não houve diferença na comparação quanto à condição hídrica a que a planta estava submetida (Tabela 6).

Embora a tangerina ‘Ponkan’ seja destinada principalmente para mesa, o teor de suco é uma característica de grande relevância, pois a torna mais atrativa ao consumidor. No primeiro ano de produção, somente os frutos das copas sobre o porta-enxerto TSKC-TRKB-006 apresentou diferença estatística em relação à condição de cultivo, com maior porcentagem de suco sob cultivo irrigado. Os frutos produzidos por copas sobre os porta-enxertos na condição irrigada não apresentaram diferença significativa entre si. Já no cultivo de sequeiro, os porta-enxertos LCRSTC e LCR-004 proporcionaram maior teor de suco aos frutos (Tabela 7)

No segundo e terceiro anos de produção, houve diferença significativa apenas para o teor de suco de frutos sobre o porta-enxerto TSKFL-CTTR-017, com maior porcentagem para o cultivo irrigado (Tabela 7).

Tabela 7: Rendimento de suco (RS) de frutos de tangerineira ‘Ponkan’ no primeiro, segundo e terceiro anos de produção sobre diferentes porta-enxertos, em cultivos irrigado e sequeiro.

Porta-enxerto	RS (%) 1º ano		RS (%) 2º ano		RS (%) 3º ano	
	Irigado	Sequeiro	Irigado	Sequeiro	Irigado	Sequeiro
TSKC x TRKB-006	57,27 Aa	43,79 Bb	59,27 Aa	55,43 Aa	59,63 Aa	55,63 Aa
TSKC x TRFD-003	52,43 Aa	53,40 Ba	58,66 Aa	55,76 Aa	57,83 Aa	53,27 Aa
TSKFL x CTTR-017	52,06 Aa	51,18 Ba	59,51 Aa	53,41 Ab	59,93 Aa	51,63 Ab
LCRSTC	54,94 Aa	59,75 Aa	58,40 Aa	55,53 Aa	56,83 Aa	53,32 Aa
LCR-004	42,75 Aa	62,31 Aa	53,90 Aa	55,38 Aa	58,94 Aa	53,93 Aa
LCR-003	55,22 Aa	53,60 Ba	54,65 Aa	56,85 Aa	56,17 Aa	53,34 Aa
CV (%)	13,26		6,36		4,73	

Na coluna, médias seguidas de uma mesma letra maiúscula não diferem pelo teste Scott-Knott ($P > 0,05$).

Na linha, no mesmo ano de produção, médias seguidas de uma mesma letra minúscula não diferem pelo teste Scott-Knott ($P > 0,05$).

Todos os tratamentos apresentaram rendimento de suco acima de 35%. Conforme classificação do CEAGESP (2011), o mínimo requerido é de 35%. Dessa forma, nota-se

que mesmo as combinações em cultivo de sequeiro que apresentaram menor produtividade, não foram impactadas no rendimento de suco e na qualidade físico-química, sendo possível inferir que a água e os nutrientes absorvidos do solo foram suficientes para manter a qualidade dos frutos.

4. CONCLUSÕES

A irrigação proporciona maior produtividade e produção acumulada de frutos para todas as combinações de copa x porta-enxerto.

A maior produtividade da água é verificada nas combinações com os porta-enxertos LCR-003, LCR-004 e TSKC-TRFD-003 a partir do segundo ano de produção.

Entre os porta-enxertos utilizados, verifica-se que a irrigação é eficaz no aumento da eficiência produtiva da copa sobre os porta-enxertos TSKFL x CTTR-017 e LCR-003 em comparação ao cultivo de sequeiro.

A combinação com o porta-enxerto LCR-003 proporciona maior produção à tangerineira ‘Ponkan’ tanto em condição irrigada quanto de sequeiro.

Todos os porta-enxertos avaliados proporcionam características físico-químicas desejáveis aos frutos, tanto na condição irrigada quanto de sequeiro.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÂNTARA, RAFAELA ISRAEL et al. Caracterização pós-colheita de variedades de tangerina com potencial de produção e comercialização no Estado de Goiás. **Agrarian**, v. 11, n. 42, p. 319-323, 2018.
- ALMEIDA, C.O. de; PASSOS, O.P. (Ed.). **Citricultura brasileira em busca de novos rumos: desafios e oportunidades na região nordeste**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. 160p.
- AOAC- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 17th ed. Washington, 2002. 1115p.
- CARVALHO, L. M.; CARVALHO, H. W. L.; SOARES FILHO, W. S.; MARTINS, C. R.; PASSOS, O. S. Porta-enxertos promissores, alternativos ao limoeiro 'Cravo', nos Tabuleiros Costeiros de Sergipe. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.51, n.2, p.132-141, fev. 2016. DOI: 10.1590/S0100-204X2016000200005.
- CEAGESP- Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. Normas de Classificação de Citros de Mesa/CEAGESP- São Paulo: **CEAGESP**, 2011. 12p. (on line).
- CHITARRA, M.T.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed. rev. Ampl. Lavras: UFLA, 2005. 785p.
- COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A.; SIMÕES, W. L.; COELHO, Y. S. Irrigação em citros nas condições do nordeste do Brasil. **LARANJA**, Cordeirópolis, v.27, n.2, p.297-320, 2006.
- DOMINGUES, A. R.; NEVES, C. S. J.; YADA, I. F. U.; LEITE JUNIOR, R. P.; TAZIMA, Z. H. Z. Performance of 'Cadenera' orange trees grafted on five rootstocks. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 40, n. 4: (e-764). 2018.
- DONATO, S. L. R.; PEREIRA, C. S.; BARROS, Z. J.; SIQUEIRA, D. L.; SALOMÃO, L. C. C. Respostas de combinações de variedades copa e porta-enxerto de citros à deficiência hídrica. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.42, n.10, p.1507-1510, out. 2007.
- FERREIRA, D. F. 2011. SISVAR: A Computer. Statistical Analysis System. **Ciência e Agrotecnologia**, 35, 1039-1042.
- FRANÇA. N. O.; GIRARDI, E. A.; AMORIM, M. S.; GESTEIRA, A. S. PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. S. Plant growth, yield and fruit quality of 'Piemonte' tangor grafted onto 14 rootstocks on the northern coast of the state of Bahia, Brazil. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 40, n. 4: (e-784). 2018.
- IAL-INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas: método químico e físico para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: **IAL**, 2008. 1020 p.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (2021)**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/tangerina/br>>. Acesso em: 14 de

dezembro de 2022.

MIRANDA, F. R.; ROCHA, A. B. S.; GUIMARÃES, V. B.; SILVA, E. S.; LIMA, G. C. M.; SANTOS, M. M. S. Eficiência do uso da água na irrigação do coqueiro anão. **Irriga**, Botucatu, v. 24, n. 1, p. 109-124, janeiro-março, 2019.

PAULA, A. P. S. A.; VENDRUSCOLO, E. P.; VASCONCELOS, L. H. C.; DE ARAÚJO, I. R.; & SELEGUINI, A. Physicochemical and sensory characterization of 'dekopon fruits. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas** , v. 14, n. 2, 2020.

POMPEU JUNIOR, J. **Porta-enxertos**. In: MATTOS JUNIOR, D. et al. (Ed.). Citros. Campinas: IAC: FUNDAG, 2005. p.63-104.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, 1996. 285p. (Boletim técnico, 100).

REIS, J.M.R. et al. Relação entre o grau de coloração da casca e algumas características de qualidade de tangerina 'Ponkan'. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24 (Edição Especial), p.182-186, dez. 2000.

RODRIGUES, M. J. S.; ANDRADE NETO, R. C.; LESSA, L. S.; GIRARDI, E. A.; SOARES FILHO, W. S. Desempenho agrônomo de lima ácida tahiti em combinação com diferentes porta-enxertos em Capixaba, Acre. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.15 n.28; p. 35. 2018.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA (SEI). **Estatísticas dos Municípios Baianos**. SEI, Salvador, v. 4, n. 2, 2014.

SIQUEIRA, D. L.; SALOMÃO, L. C. C. **Citros: do plantio à colheita**. Viçosa (MG): Ed. UFV, 2017. 278 p.

ZEKRI, M., OBREZA, T. A. E KOO, R. Irrigation, nutrition, and citrus fruit quality. **Gainesville**: University of Florida, 2003.

CAPÍTULO 2

DISTRIBUIÇÃO BIDIMENSIONAL DE RAÍZES DE PORTA- ENXERTOS SOB TANGERINEIRA 'PONKAN' EM CULTIVOS IRRIGADO E SEQUEIRO

DISTRIBUIÇÃO BIDIMENSIONAL DE RAÍZES DE PORTA- ENXERTOS SOB TANGERINEIRA ‘PONKAN’ EM CULTIVOS IRRIGADO E SEQUEIRO

Autor: Ednaldo da Silva Dantas

Orientador: Alisson Jadavi Pereira da ilva

RESUMO: Conhecer a distribuição bidimensional de raízes é particularmente importante para um correto dimensionamento e manejo de irrigação, aplicação de fertilizantes, estudos de balanço de água no solo e modelagem agrohidrológica. Porém, essa distribuição pode sofrer influência de combinações entre a variedade copa e o porta- enxerto e suas relações com a condição de cultivo, se irrigado ou sequeiro. Dessa forma, este trabalho determina a distribuição radicular bidimensional de porta-enxertos sob tangerineira ‘Ponkan’ em cultivo irrigado e sequeiro. O experimento foi conduzido empomar implantado com espaçamento entre plantas de 5 m x 2,5 m, seguindo-se um delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro tratamentos. Na ocasião da avaliação, as plantas estavam com 42 meses de idade. Foram selecionadas, aleatoriamente, quatro tangerineiras ‘Ponkan’ por bloco, sendo: duas plantas enxertadas sobre limoeiro Cravo Santa Cruz (LCRSTC), uma irrigada e uma de sequeiro; duas plantas sobre o porta-enxerto híbrido tangerineira Sunki Comum x citrangeiro Troyer 017 (TSKC x CTTR-017), uma irrigada e uma de sequeiro. Utilizou-se três repetições, constituindo uma planta por bloco. Foram abertas trincheiras para coleta de monólitos de solo de 0,20 metro de comprimento, 0,10 metro de largura e 0,10 metro de profundidade (volume de 0,002 m³ paralelamente e perpendicularmente à linha de plantio a partir da distância de 0,2 metro até 1,2 metro do caule e profundidade até 1 metro. Os monólitos passaram por um processo de lavagem para separação das raízes. As raízes obtidas foram escaneadas e processadas no software SAFIRA. Os mapas bidimensionais foram construídos no SURFER[®]. Na condição irrigada, raízes com até 1 mm de diâmetro se concentram de 0 a 0,20 m de profundidade. Nas duas condições de cultivo, irrigado e sequeiro, a combinação de copa de ‘Ponkan’ com o porta-enxerto LCRSTC (limoeiro Cravo Santa Cruz) apresenta maior amplitude de distribuição de raízes quando comparada com o

porta-enxerto tangerineira 'Sunki da Flórida' x citrangeiro 'Troyer' (TSKFL x CTTR-017), o que indica maior rusticidade. O manejo de água em plantas sob irrigação e de nutrientes para ambos os cultivos, deve ser realizado até a profundidade de 0,40 m para as combinações copa x porta-enxerto estudadas.

PALAVRAS-CHAVES: Citros; Irrigação; Tangerina; Porta-enxerto; Sistema radicular.

TWO DIMENSIONAL DISTRIBUTION OF ROOTSTOCK ROOTS UNDER 'PONKAN' MANDAINAL TREE IN IRRIGATED AND RADIATED CROPS

Author: Ednaldo da Silva Dantas

Advisor: Prof. Dr. Alisson Jadavi Pereira da Silva

ABSTRACT: Knowing the two-dimensional distribution of roots is particularly important for correct sizing and irrigation management, fertilizer application, soil water balance studies and agrohydrological modeling. However, this distribution may be influenced by combinations between the scion variety and the rootstock and their relationships with the cultivation condition, whether irrigated or rainfed. Thus, this work determines the two-dimensional root distribution of 'Ponkan' mandarin rootstocks under irrigated and rainfed cultivation. The experiment was carried out in an orchard with spacing between plants of 5 m x 2.5 m, following an experimental design in randomized blocks, with four treatments. At the time of the evaluation, the plants were 42 months old. Four 'Ponkan' mandarin trees were randomly selected per block, as follows: two plants grafted onto Cravo Santa Cruz lemon tree (LCRSTC), one irrigated and one rainfed; two plants on the hybrid rootstock Sunki Common mandarin x citrang tree Troyer 017 (TSKC x CTTR-017), one irrigated and one rainfed. Three replications were used, constituting one plant per block. Trenches were opened to collect soil monoliths measuring 0.20 meters in length, 0.10 meters in width and 0.10 meters in depth (volume of 0.002 m³ parallel and perpendicular to the planting row from a distance 0.2 meter to 1.2 meter from the stem and depth of up to 1 meter. The monoliths underwent a washing process to separate the roots. The roots obtained were scanned and processed in the SAFIRA software. The two-dimensional maps were built in SURFER®. In the irrigated condition, roots with up to 1 mm in diameter are concentrated from 0 to 0.20 m deep. In the two growing conditions, irrigated and rainfed, the combination of 'Ponkan' canopy with the LCRSTC rootstock (Rangpur lemon tree Santa Cruz) presents a greater amplitude of root distribution when compared with the tangerine rootstock 'Sunki da Florida' x 'Troyer' citrang (TSKFL x CTTR-017), which indicates greater hardiness. The management of water in plants under irrigation and of nutrients for both crops must be carried out up to a depth of 0.40 m for the scion x rootstock combinations studied.

Keywords: Citrus; Irrigation; Tangerine; Rootstock; Root system.

1. INTRODUÇÃO

Os porta-enxertos apresentam características e adaptações distintas de acordo com as condições edafoclimáticas da região e do manejo da cultura, sendo o responsável pela sustentação e suprimento de água e sais para a variedade copa. Dessa forma, o conhecimento dos padrões de desenvolvimento radicular viabiliza o correto manejo de irrigação e nutrição da planta, proporcionando melhores respostas produtivas.

No Brasil, a maioria dos pomares tem o limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) como porta-enxerto. Na Bahia, que é o terceiro maior produtor nacional de citros, aproximadamente, 90% de toda área cultivada tem como porta-enxerto o limoeiro 'Cravo' (ALMEIDA E PASSOS, 2011; CARVALHO, et al., 2016). Existem várias seleções de limoeiro 'Cravo', dentre essas tem-se o limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (LCRSTC), um mutante espontâneo de gema do limoeiro 'Cravo Santa Bárbara' selecionado pela Embrapa Mandioca e Fruticultura que se destaca devido à alta rusticidade, adaptação a diferentes condições de clima e solo, tolerância às estirpes comuns do complexo do vírus da tristeza dos citros, sendo recomendado para diversas variedades copa (SOARES FILHO et al., 1999).

Diante da pouca diversidade de porta-enxerto, programas de melhoramento genético de citros buscam obter e selecionar porta-enxertos híbridos. A hibridação por meio da engenharia genética tem se mostrado alternativa promissora para a diversificação de porta-enxerto na citricultura, com vários híbridos em estudo ou já sendo utilizados em plantios comerciais, a exemplo do híbrido tangerineira 'Sunki' da Flórida x citrangeiro 'Troyer' (TSKFL x CTTR – 017).

Comumente, os porta-enxertos são avaliados quanto à influência sobre o crescimento vegetativo, a produtividade e a qualidade dos frutos das variedades copa. Poucas pesquisas são voltadas para o desenvolvimento e distribuição do sistema radicular de plantas cítricas enxertadas sobre diferentes porta-enxertos (ZACCHEO et al., 2012). Uma década se passou e o cenário continua o mesmo.

De acordo com Boni et al. (2008), o conhecimento da distribuição do sistema radicular de uma cultura é importante para o manejo racional da irrigação, pois contribui para uma melhor alocação de sensores e emissores. Também fornece subsídios para otimização do uso de fertilizantes, pois permite que estes sejam aplicados na região de maior densidade de raízes, proporcionando maior absorção pela planta, além de fornecer elementos para que seja evitada a compactação do solo, sobretudo, na zona de maior

concentração radicular.

Coelho et al. (2002), avaliando a distribuição de raízes de laranjeira ‘Pera’ em solo arenoso, verificaram que 57% das raízes das plantas não irrigadas encontravam-se na profundidade de 0 a 0,3 metros, enquanto plantas irrigadas por microaspersão apresentaram, aproximadamente, 75% do total de raízes entre 0 e 0,7 metros. Essa constatação demonstra uma diferença considerável no padrão de distribuição de raízes no solo entre plantas irrigadas e não irrigadas.

Conforme Souza (1997), o crescimento radicular em profundidade, conjuntamente a outras práticas de manejo, pode elevar a produtividade e a longevidade das culturas, pois aumenta a superfície de absorção de solução nutritiva pelas plantas. Dessa forma, potencializa o suprimento com nutrientes e minimizar os efeitos negativos das estiagens em cultivos não irrigados. Considera-se, neste caso, a profundidade efetiva, ou seja, região onde encontra-se 80% das raízes (KLAR, 1991).

Zaccheo et al. (2012), ao avaliarem a distribuição do sistema radicular de porta-enxertos sob laranjeira ‘Folha Murcha’ em clima subtropical, cultivadas no espaçamento 7 m x 4 m em condição de sequeiro, observaram que a profundidade efetiva do porta-enxerto limoeiro ‘Cravo’ foi 0,27 m na linha de plantio e 0,36 m na entrelinha, já para o ‘Rugoso da África’ foi de 0,53 m na linha e 0,44 m na entrelinha, enquanto que para a tangerineira ‘Cleópatra’, a profundidade efetiva foi de 0,35 m, tanto na linha quanto na entrelinha de plantio. Ao medirem a distância efetiva, observaram que houve variação de 1,07 m a 1,64 m na linha e 1,55 m a 2,28 m na entrelinha, sem diferença estatística entre os porta-enxertos.

Neves et al. (2008), estudando a distribuição radicular dos porta-enxertos limoeiros ‘Cravo’ e ‘Rugoso’, tangerineira ‘Cleópatra’ e ‘Citrange C13’ no espaçamento 7 m x 4 m, sem irrigação, relataram que a profundidade efetiva variou de 0,36 m a 0,75 m na linha de 0,46 m a 0,74 m na entrelinha, sem diferença estatística entre os porta-enxertos. Os mesmos autores também observaram que a distância efetiva, em relação ao tronco da planta, variou de 1,60 m a 1,98 m na linha e de 2,29 m a 2,61 m na entrelinha, sem diferença estatística entre os porta-enxertos.

A distribuição de raízes em profundidade e em distância do tronco, depende das condições físicas e químicas do solo, mas também dos fatores genéticos do porta-enxerto, do manejo da cultura, das condições climáticas locais e do teor de água no solo, sendo que este último também atua na resistência à penetração, de modo que, quanto mais próximo da capacidade de campo, menos resistente à penetração das raízes o solo será.

Por ser trabalhoso e demandar bastante tempo, ainda são poucas as informações sobre a distribuição radicular de citros. Em geral, as pesquisas disponíveis abrangem ou o volume explorado e a densidade de raiz em massa fresca por unidade de solo ou a porcentagem de massa seca, havendo poucas referências sobre trabalhos que abarcam tanto o estudo em massa seca quando de massa fresca. Também há um déficit de trabalhos que comparam o comportamento radicular de combinações copa x porta-enxerto em cultivo irrigado e em sequeiro.

Em relação à irrigação, informações sobre a distância e a profundidade efetiva das raízes são importantes, uma vez que estimativa errada da profundidade do sistema radicular pode levar ao déficit ou excesso do valor da lâmina de irrigação (SANT'ANA, et al., 2012). Coelho et al. (2002) afirmaram que para a irrigação localizada, apenas o conhecimento da profundidade efetiva do sistema radicular não é suficiente para inferir sobre as zonas de absorção de água e nutrientes, pois a geometria de distribuição hídrica é de caráter multidirecional, ou seja, em todos os sentidos e direções no solo.

Dessa forma, este trabalho objetivou o estudo da distribuição bidimensional de raízes de porta-enxertos sob tangerineira 'Ponkan' em cultivos irrigado e sequeiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – IF Baiano, *campus* Governador Mangabeira, no Recôncavo da Bahia, localizado na latitude 12° 36' S, longitude 39° 01' W e altitude de 216 metros. Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger o clima é Am, tropical úmido a subúmido, com estação seca compensada pelos totais elevados de precipitação nos meses chuvosos, que compreende os meses de abril a agosto. A média pluviométrica anual é de 1173 mm, a umidade relativa média do ar é de 80% e a temperatura média anual de 23,4 °C (Superintendência de Assuntos Sociais e Econômicos da Bahia – SEI, 2014).

Os dados pluviométricos na área experimental, desde a implantação do pomar até a análise da distribuição radicular estão ilustrados na Figura 1.

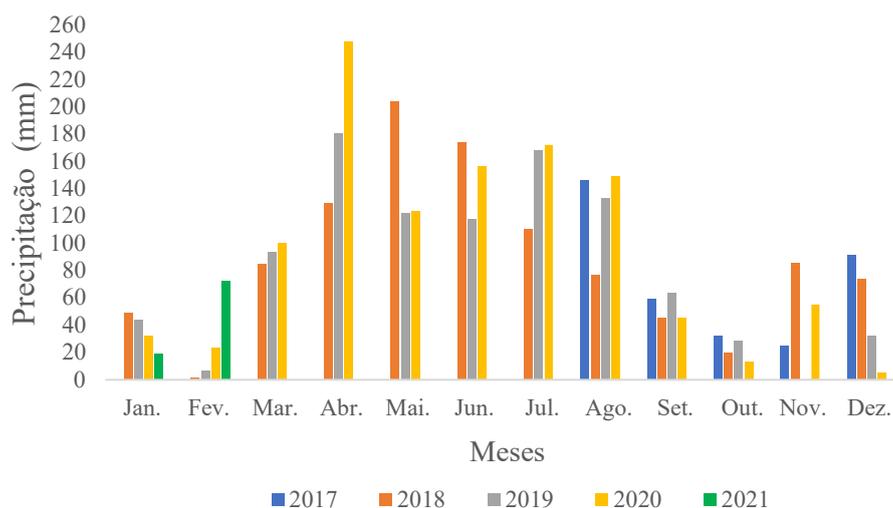


Figura 1: Média mensal de precipitação pluviométrica na área experimental no período de agosto de 2017 a fevereiro de 2021. Governador Mangabeira, Bahia.

O pomar de tangerineira “Ponkan” foi implantado no mês de agosto de 2017 em uma área de 1750 m² (50 x 35 m), com plantas espaçadas em 5 m x 2,5 m. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), em fatorial 6 x 2, com três blocos e cada parcela experimental composta por três plantas. O controle de ervas daninhas na linha de plantio foi realizado com capina manual, até um ano e meio de idade, e, posteriormente, com herbicidas, já na entrelinha foi realizada roçagem do mato com roçadeira costal. O controle de pragas e doenças ocorreu com agrotóxicos convencionais recomendados para a cultura, de acordo com a necessidade. A adubação de cobertura foi realizada segundo as recomendações do Boletim 100 de citros (RAIJI, 1996), em conformidade com os resultados da análise de solo (Tabela 1).

Tabela 1: Resultado da análise química do solo realizada no Laboratório de Química do Solo da Embrapa / CNPMF.

Z (m)	pH	P	K	Ca	Mg	Al	Na	H+Al	SB	CTC	V	M.O
		Mg dm ⁻³ cmol _c dm ⁻³								%	g.kg ⁻¹
0,00-0,20	6,0	29	0,31	2,24	0,85	0,0	0,03	1,98	3,43	5,41	63	19,0
0,20-0,40	5,3	9	0,18	1,63	0,59	0,2	0,03	2,20	2,43	4,63	52	16,0

SB: soma de bases trocáveis; CTC: capacidade de troca de cátions; V: saturação por bases; MO: matéria orgânica.

Tabela 2. Resultado da análise físico-hídrica do solo realizada pelo Laboratório de Física do Solo da Embrapa / CNPMF.

Z(m)	Areia total	Silte	Argila	Ds	Umidade gravimétrica (%)					AD
					10	33	100	300	1500	
	g kg ⁻¹			g cm ⁻³	(kPa)					%
0,00-0,20	706	41	253	1,75	12,97	10,90	9,92	8,94	8,51	4,46
0,20-0,40	595	50	355	1,60	14,17	12,66	11,61	10,68	10,59	3,58
0,40-0,60	540	54	406	1,43	15,29	13,92	12,98	12,26	12,05	3,23

Z: Profundidade; Ds: Densidade do solo; AD: Água disponível.

Nas parcelas irrigadas, utilizou-se o método de irrigação por gotejamento com emissores de vazão 4,0 L h⁻¹. A lâmina de irrigação aplicada foi definida com base na tensão de água no solo obtido por meio de tensiômetros instalados a 0,40 metros do caule das plantas, nas profundidades 0,20 m, 0,40m, 0,60 m, de acordo com a curva de retenção de água no solo elaborada a partir da análise físico-hídrica (Tabela 2), de modo a mantê-lo próximo à capacidade de campo.

Para o monitoramento do conteúdo de água no solo na condição irrigada e sequeiro, instalou-se sensores TDR (Time Domain Reflectometry) na região formada pelo bulbo úmido nos seguintes perfis: 10, 20, 30 e 40 cm. Em avaliação prévia, verificou-se que 80% das raízes se concentravam até 40 cm de profundidade.

Realizou-se a calibração das sondas de TDR para obtenção de valores de conteúdo de água no solo mediante a coleta de amostras de solo com estrutura indeformada na área. Para tanto, utilizou-se tubos de PVC de 15 cm de altura e 7,5 cm de diâmetro. Na parte inferior do tubo colocou-se telas de TNT (tecido não tecido) com a função de apenas permitir a passagem de água sem a perda de solo. Imediatamente após esta etapa, as sondas foram inseridas no solo até cobrir completamente as hastes dos sensores. Em seguida os tubos com solo foram imersos por 24 horas em um recipiente com água de forma que a altura da lâmina alcançasse dois terços da altura da coluna de solo para saturação.

Após a saturação, deixou-se as colunas de solo com as sondas (sensores) em bancada de laboratório para secagem natural, sendo obtidos valores de massa com uma balança digital com precisão de 0,1g e os respectivos valores de constante dielétrica da TDR. Inicialmente, fez-se leituras da massa e da constante dielétrica de dez em dez minutos, pois a perda de água por drenagem neste período foi muito elevada. À medida que a drenagem cessou, as leituras ocorreram em maiores intervalos de tempo.

Quando a umidade do solo das colunas atingiu valores próximos ao limite inferior da disponibilidade de água, as colunas foram levadas à estufa a 105°C até atingirem massa constante. A umidade volumétrica referente a cada pesagem do conjunto foi determinada pela equação 1:

$$\theta = \frac{P_1 - P_2}{P_2 - P_3} D_s \quad \text{Equação 1.}$$

Em que: θ = umidade volumétrica do solo ($\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$); P_1 = massa do conjunto tubo – solo úmido – sonda – tela (kg); P_2 = massa do conjunto tubo – solo seco – sonda – tela (kg); P_3 = massa do tubo, sonda e tela (kg); d_s = densidade do solo ($\text{kg} \cdot \text{dm}^{-3}$).

Com os valores de θ e da constante dielétrica (Ka), estabeleceu-se as curvas de calibração, mediante o ajuste de uma equação polinomial cúbica (Figura 2).

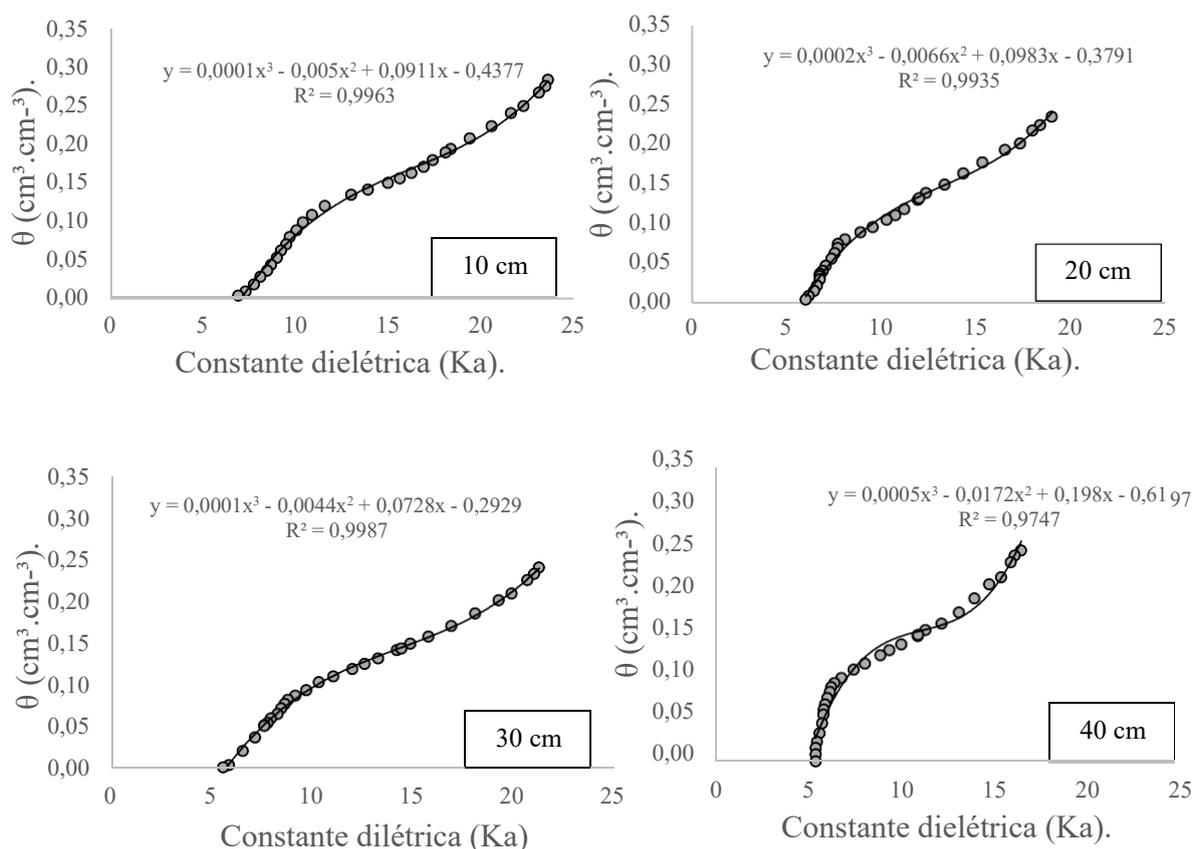


Figura 2. Relações entre constante dielétrica (Ka) e umidade volumétrica (θ) obtidas no processo de calibração das sondas de TDR.

Para a análise do sistema radicular foram selecionadas, aleatoriamente, quatro tangerineiras ‘Ponkan’ por bloco, sendo: duas plantas enxertadas sobre limoeiro Cravo Santa Cruz (LCRSTC), uma irrigada e uma de sequeiro; duas plantas sobre o porta-enxerto híbrido tangerineira Sunki Comum x citrangeiro Troyer 017 (TSKC x CTTR-017), uma irrigada e uma de sequeiro. Ao todo foram avaliadas seis plantas para cada combinação copa x porta-enxerto, sendo três no cultivo irrigado e três no cultivo de sequeiro.

Foram abertas trincheiras com 1 metro de profundidade, 1,2 metro de largura no sentido da linha e 2 metros de comprimento no sentido da entrelinha, no mês de fevereiro de 2021, ao final do período seco e quando as plantas estavam com 42 meses de idade. Foram coletados monólitos de solo de 0,20 metro de comprimento, 0,10 metro de largura e 0,10 de profundidade (volume de 0,002m³ ou 2,0 dm⁻³) paralelamente à linha de plantio (entre plantas) a partir da distância de 0,2 metro até 1,2 metro do caule da planta e perpendicularmente à linha de plantio (entrelinha) a partir de 0,2 metro do caule à 1,20 metro (Figura 3).



Figura 3: Demarcação, trincheiras abertas e coleta de monólitos de solos (a, b, c, d respectivamente) para avaliação de sistema radicular de dois porta-enxerto sob copa de tangerineira ‘Ponkan’ cultivada em regime irrigado e sequeiro.

Foram coletados cinco pontos de amostragem no sentido da linha de plantio e 5 pontos no sentido da entrelinha (Figura 4), até a profundidade de 1 metro, totalizando 100 amostras por trincheira. Para a coleta, foi utilizada uma talhadeira de fabricação artesanal, marreta, bacias e baldes de plástico, trena métrica e sacos plásticos. Sempre que necessário, o solo do local de amostragem foi umedecido para facilitar a coleta.

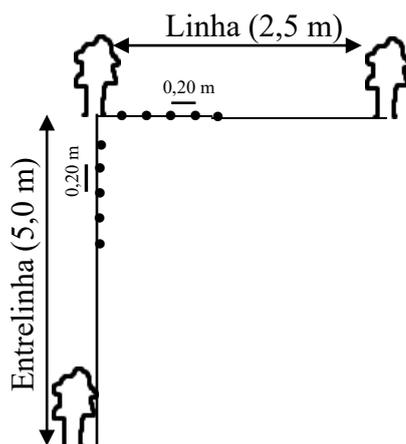


Figura 4: Esquema de amostragem de raízes de tangerineira ‘Ponkan’ sobre dois porta-enxerto, cultivados em regimes de sequeiro e irrigado.

Embora as trincheiras tenham sido abertas com 2 metros de comprimento no sentido da entrelinha, coletou-se monólitos de solo apenas até 1,20 de distância do caule, pois, em análise prévia, verificou-se que a partir dessa distância, não havia presença de raízes das plantas avaliadas. No sentido da linha de plantio, a coleta de amostra também ocorreu até a distância de 1,2 metro da planta, pois observou-se previamente que, embora essa distância correspondesse, aproximadamente, à metade do espaçamento entre plantas, 2,5 metros, as raízes da tangerineira vizinha não provocariam uma superestimação dos dados, conforme também demonstrado nos resultados deste trabalho.

Após a coleta, cada monólito de solo, individualmente, foi colocado em saco plástico identificado com o tratamento, distância, profundidade e sentido da coleta. Em seguida, as raízes foram separadas do solo por imersão em água e passagem em peneira de malha número 20. Posteriormente, foram dispostas sobre papel toalha em cima de bancada de laboratório para secagem natural e digitalizadas em scanner ‘Canon CanoScan LiDE 220’.

As imagens digitalizadas em arquivo JPEG (Joint Photographics Experts Group) foram processadas no software SAFIRA - Software para análises de fibras e raízes (JORGE E SILVA, 2010), que subdividiu o diâmetro em quatro classes: d1 < 0,50; d2: 0,50 a 1,00; d3: 1,00 a 2,00; d4: > 2,00 em milímetros, determinando o somatório do comprimento das raízes em cada diâmetro.

Em seguida à digitalização, as raízes foram acondicionadas em sacos de papel Kraft codificados com o tratamento correspondente, profundidade, distância e sentido de coleta, e colocadas para secagem em estufa de circulação forçada a 50 °C até massa constante. Posteriormente, as amostras foram pesadas em balança digital, com 2 casas decimais, para obtenção da massa seca de raiz (MSR).

Os mapas de distribuição de raízes no perfil do solo foram confeccionados no software SURFER® versão 7.4. Para tanto, os dados foram organizados de acordo com a sua posição espacial, em um sistema de coordenadas representado pelas letras 'X', 'Y' e 'Z' (LANDIM et al., 2002). Os valores de 'X' foram representados pela distância horizontal da planta, 'Y' pela profundidade no perfil do solo e 'Z' pelo comprimento total de raízes observado nesse ponto em cm de raízes por dm^{-3} de solo. Deste modo, 'X' e 'Y' foram as variáveis independentes e 'Z' a dependente.

Para a elaboração dos gráficos e planilhas utilizou-se o software Excel. Como o volume coletado de solo foi de 2,0 decímetro cúbico, realizou-se a divisão dos dados por 2000,0 para obtenção do comprimento de raiz por 1,0 centímetro cúbico de solo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figuras 5 e 6 são apresentados dados provenientes do monitoramento do conteúdo de água no solo utilizando TDR. A partir da Figura 5 - que representa o que ocorreu sob regime hídrico irrigado – pode-se verificar a frequente variação do conteúdo de água no solo como função dos ciclos de irrigação, com os limites superiores e inferiores bem definidos. Já a Figura 6 demonstra o que acontece com o conteúdo de água no solo próximo à planta em regime hídrico de sequeiro, onde nota-se que a variação no conteúdo de água do solo é lenta durante o tempo, uma vez que no período avaliado, não houve ocorrência de chuva. Portanto, os dados demonstram que as plantas estiveram submetidas a distintas condições de disponibilidade de água no solo durante os períodos com ausência de chuva. Condições estas que foram definidas neste trabalho como “irrigada” e de “sequeiro”.

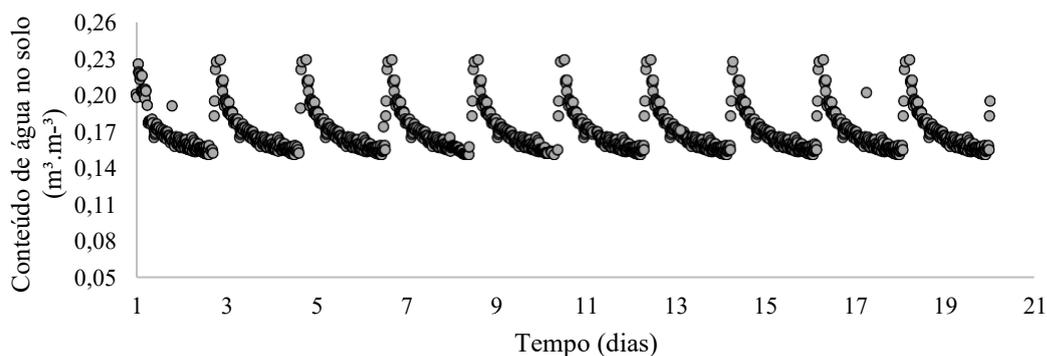


Figura 5. Dados provenientes do monitoramento do conteúdo de água no solo na zona radicular da tangerineira ‘Ponkan’ na condição irrigada.

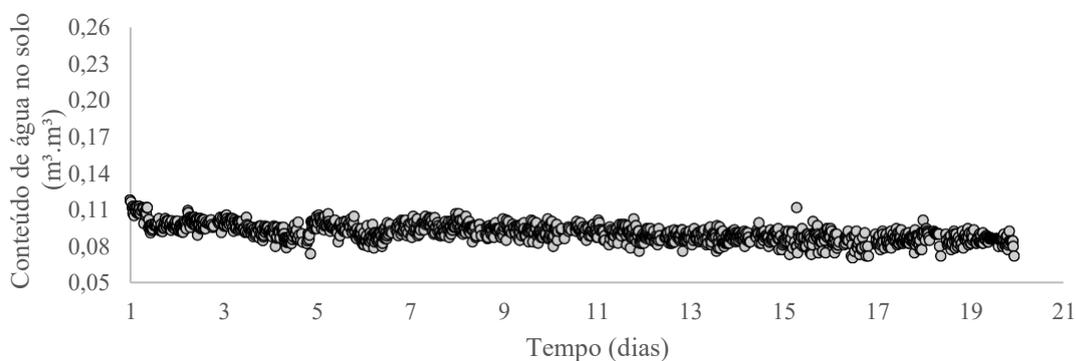


Figura 6 . Dados provenientes do monitoramento do conteúdo de água no solo na zona radicular da tangerineira ‘Ponkan’ na condição de sequeiro.

O estudo da distribuição de raízes foi realizado no sentido da linha e da entrelinha de plantio. Todavia, não houve diferença estatística entre os dados obtidos na linha e entrelinha nos dois sentidos do perfil do solo em ambos os porta-enxertos e condição de cultivo (irrigado e sequeiro). Esse comportamento demonstra que não houve impedimento de ordem física ou química que influenciassessem na distribuição bidimensional dos dois sentidos analisados. Assim, serão apresentados e discutidos apenas os dados referentes à linha de plantio.

A média geral total, ou seja, de todas as profundidades e distâncias, da distribuição de raiz da combinação de tangerineira ‘Ponkan’ com o LCRSTC (limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’) foi 0,03237 cm de raiz por cm^{-3} de solo em cultivo irrigado e 0,03245 cm de raiz. cm^{-3} quando em sequeiro. Para a combinação com o porta-enxerto híbrido TSKFL x CTTR-017 (tangerineira ‘Sunki da Flórida’ x citrangeiro ‘Troyer’), os dados obtidos foram 0,0274 cm de raiz. cm^{-3} para as plantas irrigadas e 0,0245 cm de raiz. cm^{-3} para cultivo de sequeiro.

O total de raiz de uma planta ou combinação de copa com porta-enxerto não é conclusivo na avaliação radicular de uma cultura, visto que é necessário conhecer como essas raízes estão distribuídas no perfil do solo, especialmente em um padrão bidimensional.

Nesse sentido, observou-se que a combinação de copa de ‘Ponkan’ com o porta-enxerto LCRSTC na condição irrigada teve 80% de suas raízes concentradas até 0,4 metro de profundidade e 0,8 metro de distância do caule da planta, enquanto para essa mesma combinação na condição de sequeiro a profundidade efetiva foi 0,7 metro e a distância efetiva 1,0 metro, respectivamente Figura 7A e Figura 7B. Para a combinação de ‘Ponkan’ com o híbrido TSKFL x CTTR-017 a profundidade efetiva de raiz foi 0,4 metro quando irrigada e 0,6 metro em sequeiro, e a distância horizontal 0,6 metro quando irrigada e 0,6 metro em sequeiro, respectivamente Figura 7C e Figura 7D.

A combinação de copa de tangerineira ‘Ponkan’ com o porta-enxerto LCRSTC, nas duas condições hídricas, explora maior volume de solo em comparação com a combinação com o híbrido TSKFL x CTTR-017, isso, possivelmente, se deve à maior rusticidade e adaptabilidade desse porta-enxerto a diferentes condições de cultivo, fatores que faz com que ele ainda seja o mais empregado em pomares cítricos nacionais.

Em cultivos irrigados, a concentração de raízes em menor volume de solo se deve à formação do bulbo molhado nessa região, o que permite à planta obter água e nutrientes nesse espaço sem necessidade de maior expansão e exploração do solo em profundidade

média geral não tenha diferença estatística, essa distribuição não é igual em cultivo irrigado e em sequeiro, configurando em informação relevante na disposição de emissores e sensores de manejo de irrigação e para aplicação de fertilizantes.

Para as combinações sob irrigação, a lâmina deve ser calculada considerando a profundidade de 0,4 metro e, visando o manejo racional, os sensores de umidade dispostos até esse limite.

As raízes das plantas têm função diferentes no solo, sendo aquelas de menores diâmetros, geralmente mais jovens, relacionadas à absorção da solução do solo e aquelas de maior calibre, em geral raízes mais velhas, servem mais à sustentação da planta ao solo. Santos et al. (2005), estudando a absorção de água pelas raízes do limoeiro sob distintas frequências de irrigação, verificaram que raízes com diâmetros entre 0,5 a 2 mm foram as que mais extraíram água do solo, logo, também absorveram os nutrientes ali presentes, pois estes se encontram diluídos na solução do solo.

As raízes com diâmetro menor que 1 mm foram predominantes em todas as avaliações realizadas neste trabalho. Observou-se para o porta-enxerto LCRSTC, 89,9% e 84,9% de raízes menores que 1 mm nas condições irrigada e sequeiro, respectivamente. Para a combinação de copa de 'Ponkan' com o híbrido TSKFL x CTTR -017, 89,3% e 80,2% do sistema radicular apresentaram diâmetro menor que 1 mm nas condições irrigada e sequeiro, respectivamente. Raízes com diâmetro maior que 2 mm representaram menos de 3% do total avaliado em todas as observações. Isso pode ser decorrente da idade da cultura, uma vez que, na ocasião da análise, as plantas tinham 42 meses e o sistema radicular ainda estava em formação.

Na combinação da copa de 'Ponkan' com o híbrido TSKFL x CTTR-017, sob irrigação, nota-se que a maior predominância de raízes finas (até 1 mm) ocorre na profundidade 0-10 cm decorrente da maior disponibilidade hídrica nessa região do solo, devido à proximidade do local de emissão da água de irrigação (Figura 8A). A partir desse ponto há uma diminuição gradativa da densidade de raízes finas, e das demais classes de diâmetro entre os perfis 11 a 40 cm, com maior diminuição à medida que aumenta a profundidade.

Na condição de sequeiro, observa-se que a partir da distância 0 a 10 cm, há um aumento da densidade de raízes finas até atingir a sua maior concentração na profundidade 31 a 40 cm. Também pode ser observado, diferentemente do que ocorre na planta irrigada, que a densidade altera de maneira irregular até os 90 cm, ora diminui, ora aumenta, como no perfil 81 a 90 cm (Figura 8A).

Nos perfis de 31 a 40 cm, observa-se que plantas irrigadas e em sequeiro se equiparam na densidade de raiz, com as de sequeiro apresentando maiores valores a partir da profundidade de 41 cm a 100 cm (Figura 8A).

Em relação à distância horizontal, a maior quantidade de raízes finas estão presentes até 60 cm da planta, com a maior concentração sendo observada aos 40 cm quando irrigada e aos 60 cm em sequeiro (Figura 8B). Até 60 cm as plantas sob irrigação apresentam maior densidade de raízes finas, sendo que, a partir dos 60 cm, as plantas em sequeiro apresentam maior quantidade de raízes até 1 mm quando comparadas com aquelas sob irrigação (Figura 8B).

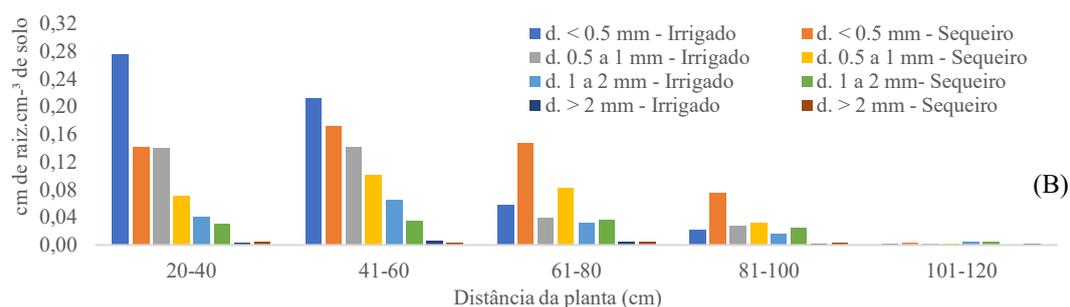
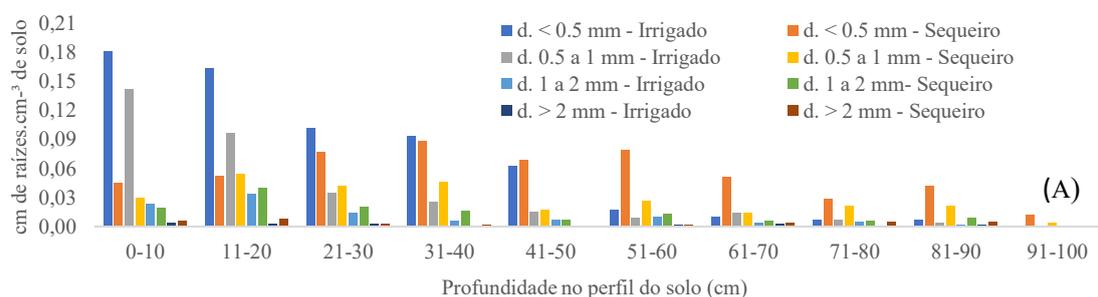


Figura 8: Densidade de raízes, por classe de diâmetro, do porta-enxerto híbrido tangerineira Sunki da Flórida x cintrangeiro Troyer (TSKFL x CTTR-017) sob copa de tangerineira ‘Ponkan’ em cultivo irrigado e sequeiro no recôncavo da Bahia. (A) - média até 1,0 m de profundidade; (B) média de distância da planta no sentido da linha.

Para a combinação da copa de ‘Ponkan’ com o porta-enxerto LCRSTC, na condição irrigada, a maior concentração de raiz com diâmetro até 1 mm foi verificada na profundidade 11 a 20 cm apresentando comprimento médio de 0,22 cm de raiz para cada cm³ de solo, valor levemente superior à densidade na posição 0 a 10 cm (Figura 9A). A partir desse ponto o comprimento de raiz por cm³ de solo decresceu continuamente, com a profundidade 41 a 50 cm apresentando apenas 0,08 cm de raiz por cm³ de solo. Nota-se que a maior concentração de raiz finas (até 1 mm) se limitou a 40 cm de profundidade, o que era esperado, visto que, essa classe de diâmetro compreende 89,9% de todas as raízes dessas plantas. Na análise da distribuição radicular horizontal, a maior densidade de raízes finas ocorreu na distância 20 a 40 cm, com gradativa redução até 120 cm (Figura 9B).

Para o cultivo de sequeiro também foi observado comportamento similar ao da combinação com o porta-enxerto híbrido TSKFL x CTTR-017. A maior densidade de raízes finas foi encontrada na profundidade 31 a 40 cm e, a partir desse ponto, não houve diminuição contínua da densidade, ao ponto que no perfil de 81 a 90 cm foi verificado 0,10 cm de raízes por cm³ de solo, valor superior ao verificado na profundidade 0 a 10 cm (Figura 9A). Esse dado mostra que a planta expande seu sistema radicular em profundidade à procura de água, uma vez que a disponibilidade hídrica na subsuperfície era baixa ou insuficiente para atender a demanda da planta.

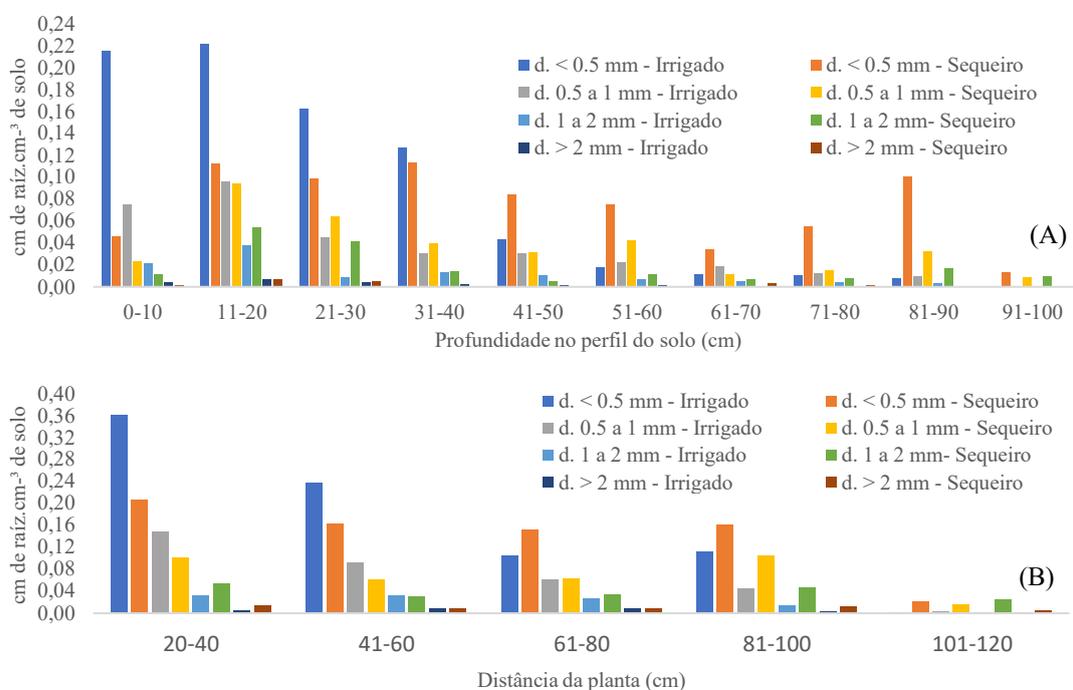


Figura 9: Densidade de raízes, por diâmetro, do porta-enxerto limoeiro CravoSanta Cruz (LCRSTC) sob copa de tangerineira ‘Ponkan’ em cultivo irrigado e sequeiro. (A) - até 1,0 metro de profundidade; (B) - até 1,2 metro de distância da planta no sentido da linha

De maneira similar, na distribuição radicular horizontal, observou-se que até a distância 81 a 100 cm houve baixa redução da densidade de raízes finas, isso pode ser denotado como estratégia vegetal para a exploração de maior volume de solo em busca de água e nutrientes, uma vez que o maior contato raiz-solo aumenta a possibilidade de absorção (Figura 9B).

Observou-se que, para a condição irrigada, a massa seca de raiz (MSR) acumulada atingiu 80% da massa total de raiz na profundidade 30 cm para a combinação com os dois porta-enxertos avaliados. Já no cultivo de sequeiro, essa porcentagem somente foi alcançada próximo a 50 cm de profundidade, isso confirma que na condição irrigada o sistema radicular explora menor volume de solo e fica mais superficial (Figura 10 A).

Na avaliação da massa seca acumulada em relação à distância horizontal da planta, observou-se que as plantas irrigadas atingiram 80% da MSR total aos 60 cm. Em sequeiro, a combinação com o porta-enxerto LCRSTC somente atingiu 80% a partir de 70 cm de distância da planta, ao passo que a enxertia sobre o híbrido TSKFL x CTTR-017 apenas atingiu esse valor aos 80 cm de distância do caule (Figura 10 B).

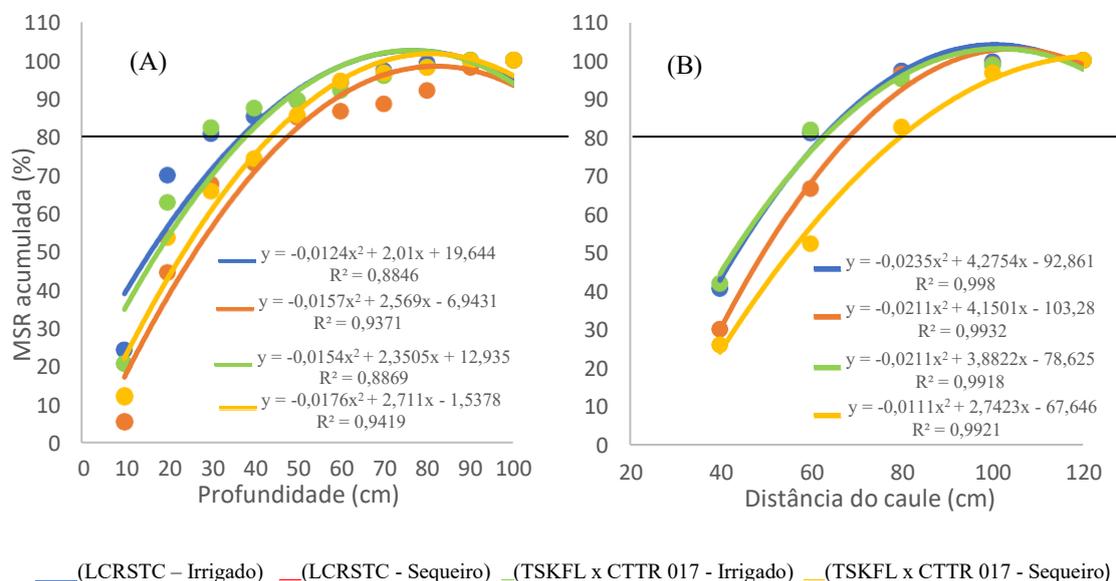


Figura 10: Porcentagem acumulada de massa seca de raiz (MSR) dos porta-enxertos limoeiro Cravo Santa Cruz (LCRSTC) e do híbrido de tangerineira Sunki da Flórida x cintrangeiro Troyer (TSKFL x CTTR-017) sob copa de tangerineira ‘Ponkan’, no sentido da linha de plantio em função da profundidade (A) e da distância do caule (B), em cultivos irrigado e sequeiro.

4. CONCLUSÕES

Na condição irrigada, raízes com até 1 mm de diâmetro se concentram até 0,20 metros de profundidade.

Nas duas condições de cultivo, irrigado e sequeiro, a combinação de copa de 'Ponkan' com o porta-enxerto LCRSTC (limoeiro Cravo Santa Cruz) apresenta maior amplitude de distribuição de raízes quando comparada com o porta-enxerto tangerineira 'Sunki da Flórida' x citrangeiro 'Troyer' (TSKFL x CTTR-017), o que indica maior rusticidade.

O manejo de água em plantas sob irrigação e de nutrientes para ambos os cultivos, deve ser realizado até a profundidade de 0,40 m para as combinações copa x porta-enxerto estudadas.

A distância horizontal do caule para manejo da irrigação e de nutrientes deve ser de 0,8 m e 0,6 m para a combinação tangerineira 'Ponkan' x porta-enxerto LCRSTC e tangerineira 'Ponkan' x porta-enxerto TSKFL x CTTR-017, respectivamente.

5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C.O. de; PASSOS, O.P. (Ed.). **Citricultura brasileira em busca de novos rumos: desafios e oportunidades na região nordeste**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. 160p.

BONI, G.; COSTA, A. G.; GONDIM, R. S.; MONTENEGRO, A. A. T.; OLIVEIRA, V. H. Distribuição do sistema radicular do cajueiro-anão precoce (clone CCP-09) em cultivo irrigado e sequeiro, Ceará, Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 1, p. 1-6, 2008.

CARVALHO, L. M.; CARVALHO, H. W. L.; SOARES FILHO, W. S.; MARTINS, C. R.; PASSOS, O. S. Porta-enxertos promissores, alternativos ao limoeiro 'Cravo', nos Tabuleiros Costeiros de Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.51, n.2, p.132-141, fev.2016. DOI: 10.1590/S0100-204X2016000200005.

COELHO, E.F.; OLIVEIRA, F. C.; ARAÚJO, E. C. E.; VASCONCELOS, L. F. L. Distribuição de raízes de laranja 'Pêra' sob sequeiro e irrigação por microaspersão em solo arenoso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 603-611, maio 2002.

JORGE, L. A. C.; SILVA, D. J. C. B. **SAFIRA: manual de utilização**. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2010. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/884593/safira-manual-de-utilizacao>. Acesso em: 15 de fev. 2022.

KLAR, A. E. **Irrigação: frequência e quantidade de aplicação**. São Paulo: Nobel, 1991. 156 p.

LANDIM, P.M.B., MONTEIRO, R. C.; CORSI, A.C. Introdução à confecção de mapas pelo software SURFER. DGA,IGCE,UNESP/Rio Claro, Lab. Geomatemática, Texto Didático 08, 21 pp. 2002. Disponível em: <https://www.mundogeomatica.com/SIG/ApostilaSurfer/Surfer.pdf>. Acesso em: 25 de março de 2021.

NEVES, C. S. V. J.; STENZEL, N. M. C.; CARVALHO, S. L. C.; FURLANETO, T. L. R.; OKUMOTO, H. S. Sistema radicular de quatro porta-enxertos sob copa tangerina 'Poncã'. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 487-492, mar./abr., 2008.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, 1996. 285p. (Boletim técnico, 100).

SANT'ANA, J. A. V.; COELHO, E. F.; FARIA, M. A.; SILVA, L. S.; 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. 124-133, março, 2012.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA (SEI). **Estatísticas dos Municípios Baianos**. SEI, Salvador, v. 4, n. 2, 2014.

SANTOS, D. B.; COELHO, E. F.; AZEVEDO, C. A. V. Absorção de água pelas raízes do limoeiro sob distintas frequências de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.9, n.3, p.327-333, 2005.,

SOARES FILHO, W. S.; MORAIS, L. S.; CUNHA SOBRINHO, A. P.; DIAMANTINO, M. S. A, S.; PASSOS, O. S. 'Santa Cruz', uma nova seleção de limão 'Cravo'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n. 2, p. 222-225, 1999.

SOUZA, L.S. Aspectos sobre o uso e manejo dos solos coesos dos Tabuleiros Costeiros. **Boletim Informativo**. SBCS, 22:34-38, 1997.

ZACCHEO, P V. C.; NEVES, C. S. V. J.; STENZEL, N. M. C.; OKUMURA, R. S. Distribuição do sistema radicular de porta-enxertos sob laranjeira 'Folha Murcha' em clima subtropical. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 921-930, maio/jun. 2012.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A influência da irrigação no aumento da produtividade é mais acentuada em regiões onde ocorrem períodos de estiagem que coincidem com os meses de temperaturas mais elevadas, pois, nessas circunstâncias, a demanda hídrica da cultura é maior.

Na maioria dos pomares brasileiros de tangerineira ‘Ponkan’, as temperaturas mais elevadas e o período de menor índice pluviométrico acontecem nos meses de florescimento e desenvolvimento inicial dos frutos, fases críticas da cultura, onde o mínimo de estresse hídrico pode promover abortamento de flores e frutos, reduzindo a produtividade.

Os resultados apresentados neste trabalho é um demonstrativo do ganho de produtividade que a irrigação proporciona em pomares de tangerineira ‘Ponkan’. Embora o pomar em estudo esteja na fase inicial de produção, os resultados tendem a ser equivalentes nas pesquisas posteriores, uma vez que a formação inicial da planta interfere em toda a sua vida adulta, inclusive na capacidade produtiva.

Realizar o manejo de irrigação e adubação sem considerar a zona radicular efetiva, promove menor produtividade da água, visto que parte desta não será interceptada e absorvida pela planta. Tanto para pomares irrigados quanto de sequeiro, a não observância da distribuição de raízes, reduz a eficiência da aplicação de fertilizantes, visto que parte destes não serão interceptados e absorvidos pela planta. Nesse sentido, estudos periódicos sobre essa distribuição são necessários para um manejo mais racional tanto da irrigação quanto da adubação.

A distribuição bidimensional de raízes de tangerineira ‘Ponkan’ no solo não é função apenas da combinação de copa x porta-enxerto, mas também do regime hídrico (irrigado ou sequeiro), do manejo adotado (adubação, fitossanidade), da idade da cultura, das condições climáticas e das características do solo. Entretanto, o regime hídrico é o fator que promove maiores diferenças na distribuição de raízes no solo, uma vez que o desenvolvimento radicular é função da busca, sobretudo, por água.