



Caracterización Físicoquímica y Microbiológicos de los Mini Tomates *Sweet Grape* Producidos con Sustratos y Aguas Residuales Tratadas

Ananda Helena Nunes Cunha ¹

Delvio Sandri ²

Jonas Alves Vieira ³

RESUMEN

El propósito del estudio fue caracterizar cualitativamente el mini- tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Variedad *Sweet Grape* empleando diferentes sustratos de cultivo y soluciones nutritivas, preparadas con tratamiento de aguas residuales, con nutrientes suplementarios y aplicados por goteo. El experimento fue un diseño de bloques factorial 2 x 3 al azar con cuatro repeticiones. Los frutos fueron analizados en la acidez total (%), sólidos solubles (°Brix), relación sólidos solubles e acidez total (SS/AT), el pH y los microorganismos mesofilos aerobios, hongos y levaduras, coliformes totales y *Escherichia coli* fueron determinados por los múltiples tubos y los resultados se expresaron en un Número Más Probable (NMP g⁻¹). Los valores de acidez total son cerca de la literatura (promedio 0,35%) y sólidos solubles son aceptables de acuerdo con la comercialización (>6 °Brix), ambos siendo influenciados por los tratamientos, pero no del pH; relación SS/AT mostraron excelente sabor y calidad de los frutos de tomates *Sweet Grape*, siendo mayor para solución de nutrientes convencional (SnC) comparación con lo efluente suplementado con sales comerciales (EcS) en sustrato 3 (S3).

Palabras Clave: Solución de Nutrientes; Reutilizar; Sustratos para el Cultivo Hidropónico; Goteo.

¹ Doutorado em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás, UFG, Brasil. Universidade Federal de Goiás, UFG, Brasil. analena23@gmail.com

² Doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Brasil. Professor na Universidade de Brasília, UnB, Brasil. sandri@unb.br

³ Doutorado em Química pela Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Brasil. Professor na Universidade Estadual de Goiás, UEG, Brasil. jonas@ueg.br

Las prácticas de riego y soluciones nutritivas de nutrición vegetal de algunos factores para el cultivo exitoso de tomates mini como dulce de uva cultivar, crecido a sustrato bajo invernadero y sistema hidropónico (Soares et al. 2005). La calidad de la fruta puede ser el resultado del cultivo en sustratos de cultivo hidropónico (planta absorbe la cantidad correcta de nutrientes para cada etapa de desarrollo) (Charlo et al. 2009).

La creciente demanda de vehículos de la calidad ha impulsado cambios en las técnicas de producción en el sistema de cultivo hidropónico con sustratos. No hay sustitución gradual del cultivo de hortalizas en el suelo para el cultivo del suelo, especialmente cuando la presencia de agentes patógenos en el cultivo del suelo imposible. En lugar de realizar la función de soporte de las plantas, el sustrato para el cultivo deberá proporcionar un suministro adecuado de aire y agua para el sistema de la raíz. Además, debe estar libre de patógenos, fácil de manejar, de bajo costo, alta disponibilidad y tienen una larga vida útil (Fernandes et al. 2006).

El problema del cultivo intensivo en invernaderos puede contaminarlos por microorganismos patógenos (por lo que es importante el análisis microbiológico), mientras causando la salinización en algunas áreas, han limitado la producción en este sistema, los productores no siempre dominan técnicas para resolverlos. Sin embargo, una alternativa a evitar estos problemas en el cultivo protegido es el uso de sustratos extraíbles asociados con el riego de goteo efluente tratado (Gusmão et al. 2006).

Melo et al. (2009) describen los principales aspectos relacionados con el suministro de agua residual tratada que está determinando la cantidad (avance), la frecuencia (intervalo de riego), el establecimiento del tiempo de recirculación y definición correcta de los efluentes (pH y adición de nutrientes). Para hacer la adición correcta de nutrientes a la solución de nutrientes, se requiere la cuantificación de la misma en el efluente. La adición debe ser suficiente para complementar los nutrientes en el efluente en comparación con la solución de nutrientes convencional.

Entre las diferentes variedades de tomate, la demanda y la oferta para el mini tomate aumentaron considerablemente en los últimos años debido al aumento de la demanda en relación con el consumo de la misma en forma de ensalada. Para los productores, el creciente interés en este grupo de tomate se debe al mercado de alto valor (Abrahão et al. 2011).

Los cultivares de tomates mini, los frutos de *Sweet Grape*, se destaca en algunos aspectos, como una garantía de origen para comprobar la trazabilidad, garantizar mejores para el consumidor, así como la alta calidad sensorial del sabor de frutas (con alto °Brix > 6), textura (color rojo intenso), envasado, presentación indicado para su uso en ensaladas o como fruta fresca (Junqueira et al. 2011). En cuanto al

Reglamento Técnico sobre normas microbiológicas para alimentos, adoptamos las Verduras Estándar (Brasil 2001), uno de los parámetros de calidad deseados por los productores.

El objetivo de este estudio fue caracterizar cualitativamente los mini tomates *Sweet Grape* producidos en el cultivo hidropónico utilizando diferentes sustratos con una solución de nutrientes convencional y otro preparado con efluentes de aguas residuales tratadas.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó entre junio y noviembre de 2011, en (UnUCET/UEG) en la Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas, Anápolis. La zona está situada en 16°20'34"S y 48°52'51"W, a 997 m de altitud. De acuerdo con Köppen, la ciudad de Anápolis, Goiás, Brasil, muestra Aw climático, cuyas condiciones climáticas se describen en Cunha et al. (2014).

El alcantarillado UnUCET/UEG fueron tratados usando el sistema de tres tanques sépticos modificados en serie con el volumen de trabajo de 12.500, 8.000 y 4.000 L, respectivamente. A continuación, el efluente se deriva de tres especies de macrófitas humedal con *Typha sp* (Toboa), con 6,0 m de largo, 2,0 m y flujo subsuperficie de ancho y 1,0 m operación de profundidad, en paralelo. Se utilizó medio de soporte en cada lecho de cultivo, grava #2, grava natural y grava se lavó con una porosidad de 50%, 43% y 56%, y el volumen útil de 5.400 L, 4.644 L, 6.048 L, respectivamente. El diseño experimental fue de bloques al azar en un factorial 2 x 3, resultando en seis tratamientos con cuatro repeticiones, con un total de veinticuatro parcelas en cultivo protegido. Cada parcela constaba de dos hileras de plantas (10 plantas votos totales), con la excepción de las porciones de las extremidades que tenía tres líneas y una planta de más de todas las parcelas, con la línea de fondo y la plantas en la línea de bordado que sirve como margen. Los tratamientos fueron una combinación de dos soluciones de nutrientes efluente suplementado con sales comerciales (EcS) adquiridos en el lugar y la solución de nutrientes convencional (SnC) descrito en Cunha et al. (2014). El cultivo de tres sustratos se utilizó: 60% de arena fina (AL) 40% sustrato + compuesto (20% de fibra de coco (FC) y 80% Pinus (P) (S1); 20% FC y el 80% P (S2) y 100% de fibra natural de coco (FNC) (S3) – Golden Mix©, dando lugar a los siguientes tratamientos: T1 = EcS + S1; T2 = EcS + S2; T3 = EcS + S3; T4 = SnC + S1; T5 = SnC + S2 y T6 = SnC + S3.

El control del tiempo y el momento de la aplicación de las soluciones se realizaron mediante un temporizador que accionaba bombas a través de los interruptores en momentos predeterminados por los fabricantes. El volumen total de la solución nutriente aplicado por caja de agua durante el experimento fue de 327 L o 6.694 mm ciclo⁻¹ (96,7 mm día⁻¹).

Es los valores medios de los análisis químicos del efluente de la preparación de la solución nutriente enriquecidos con fertilizante comercial efluente la cantidad añadida, se observa que los valores de calcio, cloruro y sulfato tienen valores más altos que la otra (Cunha et al. 2014). En cuanto a la cantidad añadida muestra los valores de nitrato, fosfato de potasio, ya que se requieren en grandes cantidades por las plantas y por se micronutrientes esenciales no se encontraron en cantidades suficientes en el efluente (Cunha et al. 2014).

Los frutos se cosecharon en su madurez fisiológica, mientras que la tinción observada visualmente, a partir de un patrón de cosecha recomendado por Junqueira et al. (2011), en bolsas de plástico y transportados a los Laboratorios de Ingeniería Agrícola y Química Inorgánica de la UnUCET/UEG, para la evaluación cuantitativa y cualitativa. Cinco frutas de cada tratamiento se utilizaron, tres repeticiones realizadas durante la cosecha para la determinación de la acidez total (%) se expresó en g de ácido cítrico por 100g de pasta, obtenida mediante valoración de 5g de pulpa homogeneizada y se diluyeron a 100mL de agua destilada con una solución normalizada de hidróxido de sodio 0,1 M mol L⁻¹, con fenolftaleína como indicador, como se recomienda por el Instituto Adolfo Lutz (Zenebon et al. 2008). Los sólidos solubles (°Brix) se determinó con un refractómetro digital marca Ceti, NV-9701 LCD Quartz- EDM97 precisión de 0,01 °Brix; relación sólidos soluble e acidez total SS/AT: determina dividiendo la cantidad de sólidos solubles en la cantidad de acidez total; y el pH, se determinó por lectura directa en soluciones de pulpa homogeneizada utilizando un potenciómetro MB-10, marca MARTE, de acuerdo con la técnica del Instituto Adolfo Lutz (Zenebon et al. 2008).

Los frutos se recogen al azar de cada colección semanal de plantas útiles, y se envían Embrapa Cerrados (CPAC), Planaltina – Distrito Federal, donde se analizó de acuerdo a la metodología de Silva et al. (2007), el recuento total de microorganismos mesófilos aerobios en el chapado en profundidad, y el recuento total de levaduras y mohos en la superficie. Contando se realizó en las colonias de dispositivos digitales de venta libre, y los resultados se expresaron como Unidades Formadoras de Colonias por gramo de muestra (UFC g⁻¹). La cuantificación de coliformes totales y *E. coli* fueron determinados por los múltiples tubos y los resultados se expresaron en un Número Más Probable (NMP g⁻¹).

Los datos cuantitativos obtenidos a partir de frutas se sometieron a análisis de varianza utilizando la prueba de F y comparación de medias (Tukey), en un nivel de significación del 1% y 5% de prueba utilizando el software de Sisvar (Ferreira 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observa que para la solución de nutrientes EcS el valor de acidez total fue inferior para S1 con respecto a S2 y S3, y SnC fue el valor más bajo S3 a S1 y S2 (Tabla 01). Abrahão et al. (2011) obtuvieron valores de acidez total 0,45% para diferentes relaciones potasio: calcio: magnesio (K:Ca:Mg) en la calidad del fruto del mini tomate *Sweet Grape* cultivado en sustrato. Aguiar et al. (2012) también encontraron valores de 0,5% para tomate *Sweet Grape* durante en pos cosecha almacenada en condiciones controladas.

Tabla 01. Promedio Acidez total (%), sólidos solubles (°Brix), relación SS/AT y el pH de los frutos de tomate *Sweet Grape* para diferentes tipos de solución de nutrientes y sustrato.

TIPO DE SOLUCIÓN DE NUTRIENTES	TIPO DE SUSTRATO		
	S1	S2	S3
ACIDEZ TOTAL (%)			
EcS	0,320 Ba	0,402 Aa	0,380 Aa
SnC	0,342 Aa	0,355 Aa	0,320 Bb
(°Brix)			
EcS	5,700 Ba	7,280 Aa	6,410 Aba
SnC	6,290 Aa	6,695 Aa	6,627 Aa
SS/AT			
EcS	17,877 Aa	18,297 Aa	16,942 Ab
SnC	18,890 Aa	19,522 Aa	20,887 Aa
pH			
EcS	4,28 Aa	4,34 Aa	4,35 Aa
SnC	4,28 Aa	4,26 Aa	4,29 Aa

Fuente: El Autor.

Promedios seguidos por diferentes letras mayúsculas y minúsculas en la línea en la columna difieren en un 5% por la prueba de Tukey. EcS: efluente suplementado con sales comerciales; SnC: solución de nutrientes convencionales; S1: 60% de arena fina lavada (AL) + 40% de sustrato compuesto de 20% de fibra de coco (FC) y el 80% Pinus (P); S2: 20% FC y el 80% de CP; S3: fibra natural de coco (FCN).

A medida que el S1 tiene un pH bajo (5,8) (Cunha et al. 2014) y alta concentración de sales disueltas, esto puede haber influido tanto la calidad de la fruta como la acidez. Los valores presentados en este estudio mostraron una variación del 20% entre el valor más alto (0,40%) y la más baja (0,32%). La acidez total promedio (%) teniendo en cuenta todos los tratamientos fue de 0,36%. Están cerca de las observadas por Cunha et al. (2011) que produjo mermelada del mini tomate.

Los resultados medios muestran que los sólidos solubles totales para EcS el S1 es diferente de S2 y S3. Por lo tanto, S1 es menor que S2 y S3 para EcS que puede explicarse por el bajo pH del sustrato (Cunha et al. 2014) y altas concentraciones de sal en la solución de nutrientes. Los datos son similares a los encontrados por Abrahão et al. (2011) (7,9 a 8,5) y Aguiar et al. (2012) encontraron valores medios de los sólidos solubles de 8,5 °Brix. Según Cunha et al. (2011) °Brix para el mini tomate fue de 7,1, similar a la obtenida en el presente estudio, lo que confirma que el tomate *Sweet Grape* tiene

un alto °Brix comparado con frescos cultivar de tomate Dominator, que tiene valores de 3,9 e 6,9 °Brix, encontrado por Rinaldi et al. (2011) y Rinaldi et al. (2013), respectivamente. La recomendación de Sakata (2012), el valor de °Brix debe ser alta (mayor que 6 °Brix) como se muestra en la Tabla 01 para ser comercializados, descartando el tratamiento EcS no sustrato 1.

Se observa que el valor de SS/AT fue mayor para SnC en comparación con EcS en S3 (Tabla 01), un hecho afectado por una baja acidez (%) en el mismo tratamiento. Los valores de SS/AT obtenidos fueron mejores que los reportados por Aguiar et al. (2012), Caron et al. (2013) y Abrahão et al. (2011), que estaban entre 15,4 y 19,3. Esta relación con respecto al sabor y la calidad de la fruta, y S3 con el valor fue mayor, lo que sugiere que el sabor y la calidad de los frutos fueron mejores en comparación con los de los autores citados.

Los valores de pH no mostraron ninguna diferencia significativa entre los tratamientos, con buena aproximación a los obtenidos por Abrahão et al. (2011) y Cunha et al. (2011) quienes obtuvieron valores de 4,05 y 4,25, respectivamente. Para Rinaldi et al. (2011) y Rinaldi et al. (2013) encontraron valores de pH de 4,00 e 4,35 para el cultivar Dominator también son similares, lo que demuestra que el pH no causa gran variación entre diferentes cultivares. El pH replantea cómo el producto es el ácido y es importante como indicador de la calidad de la fruta.

Los análisis microbiológicos para evaluar las condiciones higiénicas de la variedad *Sweet Grape* se presentan en la Tabla 02. En Brasil, la Resolución N° 12/01 el establecimiento de normas microbiológicas de la salud de los alimentos y, en el caso de las verduras, proporciona hasta 10^2 g⁻¹ para los coliformes fecales después incubar la muestra a 45 °C. Debido a que no existe una norma específica para los tomates frescos del mercado *in natura*, debido a su naturaleza, adoptamos las verduras estándar (Brasil 2001).

Tabla 01. Los valores medios de los análisis microbiológicos en los frutos de tomate Sweet Grape con riego con solución nutritiva preparada a partir de aguas residuales tratadas y aplicadas por goteo en sistema hidropónico.

Count total de aerobios mesófilos (UFC g ⁻¹)	Count de levaduras y mohos (UFC g ⁻¹)	Coliformes totales (NMP g ⁻¹)	Coliformes termotolerantes (NMP g ⁻¹)
3,4 x 10 ²	4,5 x 10 ¹	0,36 x 10 ¹	0

Fuente: El Autor.

En la materia prima no se detectó coliformes, siendo aptos para el consumo de acuerdo con la ley, sin embargo, que se detectó la presencia de coliformes totales en la materia prima. Rodrigues et al. (2008) la evaluación de la presencia de *E. coli* en lechugas y tomate ensaladas en restaurantes tipo "self-service" en Brasilia contaminación observado en todas las muestras analizadas.

El recuento total de microorganismos mesófilos aerobios se puede utilizar para determinar el número de esporas bacterianas en el material de alimentación, el crecimiento de bacterias en los puntos críticos del proceso, el efecto del tratamiento térmico aplicado, el crecimiento de bacterias durante el almacenamiento y la distribución inadecuada y, en general, la adhesión de las Buenas Prácticas de Manufactura - BPM (ICMFS 1986).

El recuento de aerobios mesófilos total fue de $3,4 \times 10^2$ UFC g^{-1} , mientras que el recuento de levadura y mohos observados fue menor ($4,5 \times 10^1$ UFC g^{-1}). Pinho et al. (2014) estudió en la calidad sanitaria de los valores de tomate obtenido para el recuento de levaduras y mohos de $2,5 \times 10^4$ UFC g^{-1} para las muestras de cultivo ecológico y $2,3 \times 10^2$ UFC g^{-1} para las muestras cultivadas en el sistema convencional.

CONCLUSIONES

El mejor sustrato para lo cultivo era S2 porque los valores de todos los parámetros evaluados para todas las soluciones fueron más altos en todos los parámetros en comparación con los otros sustratos.

Hay diferencias entre las soluciones probadas, mostrando un mejor productividad de los tomates *sweet grape* cultivados en una solución nutritiva convencional, sin embargo, se destacan las ventajas de la utilización del efluente enriquecido como la preservación del medio ambiente, ya que permite su uso sin interferir con atributos cualitativos.

REFERENCIAS

- Abrahão C, Villas Bôas RL, Koyanagui MT, Tremocoldi MA, Evangelista RM 2011. Efeito de diferentes relações K:Ca:Mg na qualidade de frutos de mini tomate cultivados em substrato. *Revista Horticultura Brasileira*, 29:5226-5231.
- Aguiar FPC, Abrahão RMS, Anjos VDA, Benato EAP 2012. *Determinação da vida útil de tomate tipo cereja e 'Sweet Grape'*. [citado el 10 Sep 2013]. Disponible en: http://www.cnpma.embrapa.br/eventos/2012/ciic/cd_anais/Artigos/re12218.pdf.
- Brasil 2001. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Propõe o Regulamento Técnico sobre Padrões microbiológicos para alimentos. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, Seção 1, p.6.
- Caron VC, Tessmer MA, Mello SC, Jacomino AP 2013. Quality of mini tomatoes harvested at two maturity stages and kept chilled in three packages. *Horticultura Brasileira*, 31(2):279-286.
- Charlo HCO, Castoldi R, Fernandes C, Vargas PF, Braz LT 2009. Cultivo de híbridos de pimentão amarelo em fibra da casca de coco. *Horticultura Brasileira*, 27(2):155-159.

Cunha AHN, Sandri D, Vieira JA, Cortez TB, Oliveira TH 2014. Sweet grape mini tomato grown in culture substrates and effluent with nutrient complementation. *Engenharia Agrícola* (Impresso), 34:707-715.

Cunha AHN, Siqueira LN, Cortez TB, Viana ES, Silva SMC 2011. Avaliação química e análise sensorial de geleias de tomate. *Revista Enciclopédia Biosfera*, 7(13):1399-1404.

Fernandes C, Corá JE, Braz LT 2006. Desempenho de substratos no cultivo do tomateiro do grupo cereja. *Horticultura Brasileira*, 24: 42-46.

Ferreira DF 2011. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(6):1039-1042.

Gusmão MTA, Gusmão SAL, Araújo JAC 2006. Produtividade de tomate tipo cereja cultivado em ambiente protegido e em diferentes substratos. *Horticultura Brasileira*, 24(4):431-436.

ICMFS (International Commission on Microbiological Specifications for Foods) 1986. *Microorganisms in Foods 2: Sampling for microbiological analysis: principles and specific applications is the only comprehensive publication on statistically based sampling plans for foods*. 2nd ed. University of Toronto Press, Toronto. [citado el 01 Dic 2011]. Disponible en: <http://www.icmsf.org/pdf/icmsf2.pdf>.

Junqueira AH, Peetz MS, Onoda SM 2011. *SWEET GRAPE: Um modelo de inovação na gestão da cadeia de produção e distribuição de hortaliças diferenciadas no Brasil*. 19 pp. [citado el 12 Jan 2012]. Disponible en: <http://www.espm.br/Publicacoes/CentralDeCases/Documents/SWEET%20GRAPE.pdf>.

Melo HNS, Pifer RC, Andrade Neto CO, Girard L, Marques Júnior J 2009. Utilização de nutrientes de esgoto tratado em hidroponia. In: FS Mota, M Von Sperling. *Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção*. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária – ABES, Rio de Janeiro, p 120-147.

Pinho L, Almeida AC, Paes MCD, Costa CA, Glória MB 2014. *Qualidade sanitária de tomate cereja produzido em sistema de cultivo orgânico e convencional*. 3 pp. [citado el 02 Jun 2014]. Disponible en: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/69904/1/Qualidade-sanitaria.pdf>.

Rinaldi MM, Sandri D, Oliveira BN, Sales RN, Amaral RDA 2011. Avaliação da vida útil e de embalagens para tomate de mesa em diferentes condições de armazenamento. *Revista B. Ceppa*, 29(2):305-316.

Rinaldi MM, Thebaldi MS, Rocha MS, Sandri D, Felizberto AB 2013. Qualidade pós-colheita do tomate irrigado por diferentes sistemas de irrigação e qualidades de água. *Irriga*, 18(1):59-72.

Rodrigues CS, Junqueira AA, Gravina CS 2008. Presença de coliformes fecais em saladas de alface e tomate em restaurantes do tipo “self-service” em Brasília-DF. *Horticultura Brasileira*, 26:1452-S1455.

Sakata 2012. Seed Sudamerica *Ltda*. [citado el 12 Jan 2012]. Disponible en: <http://www.Sakata.com.br/institucional/>.

Silva N, Junqueira VCA, Silveira NFA, Taniwaki MH, Dantos RFS, Gomes RAR 2007. *Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos*. 3ed. Livraria Varela, São Paulo, 552 pp.

Soares I, Souza VS, Crisóstomo LA, Silva LA 2005. Efeito do volume de solução nutritiva na produção e nutrição do tomateiro tipo cereja cultivado em substrato. *Revista Ciência Agronômica*, 36(2):152-157.

Zenebon O, Pascuet NS, Tiglea P 2008 (coord.). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, 1020 pp.

Physicochemical and Microbiological Characterization of Mini Tomatoes *Sweet Grape* Produced with Substrates and Treated Wastewater

ABSTRACT

The purpose of the study was to qualitatively characterize the mini-tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Sweet Grape Variety using different cultivation substrates and nutrient solutions prepared with wastewater effluent treatment, with supplementary nutrients and applied by drip irrigation. The experiment was a random 2 x 3 factorial block design with four replicates. The fruits were analyzed in total acidity (%), soluble solids (°Brix), SS / AT, pH and aerobic mesophilic microorganisms, fungi and yeasts, total coliforms and *Escherichia coli* were determined by multiple tubes and the results were expressed in a Most Probable Number (MPN g⁻¹). The values of total acidity are close to the literature (average 0.35%) and soluble solids are acceptable according to commercialization (> 6 °Brix), both being influenced by treatments, but not pH, the SS/AT demonstrated excellent flavor and fruit quality of tomato mini, being higher for conventional nutrient solution (SnC) compared to effluent supplemented with commercial salts (EcS) in substrate (S3).

Keywords: Nutrient Solution; Reuse; Substrates for Hydroponics; Drip.

Envio: 01/06/2017
Aceptado: 04/12/2018