

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA INFLUENCIA DEL MÉTODO DE PRODUCCIÓN DE TOMATES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS Y FÍSICOQUÍMICAS: CULTIVO AGROECOLÓGICO VERSUS CULTIVO CONVENCIONAL

PRELIMINAR STUDY OF THE INFLUENCE OF TOMATO PRODUCTION METHODS ON ORGANOLEPTIC AND PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS: AGROECOLOGICAL CULTIVATION VERSUS CONVENTIONAL CULTIVATION

Maraulo, Gastón Ezequiel¹

Alderete, Juan Manuel²

Beaufort, Clarisa Elena³

Scollo, Daniel Alberto⁴

Ugarte, Mariana Gabriela⁵

Maraulo, G. E., Alderete, J. M., Beaufort, C. E., Scollo, D. A. y Ugarte, M. G. (2023). Estudio preliminar de la influencia del método de producción de tomates sobre las características organolépticas y fisicoquímicas: cultivo agroecológico versus cultivo convencional. *Revista INNOVA, Revista argentina de Ciencia y Tecnología*, 12.

¹Centro de Investigaciones de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Departamento de Desarrollo Productivo y Tecnológico, Universidad Nacional de Lanús, Argentina / gemaraulo@unla.edu.ar / Orcid: 0000-0002-8710-208X

² Centro de Investigaciones de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Departamento de Desarrollo Productivo y Tecnológico, Universidad Nacional de Lanús, Argentina / jalderete@unla.edu.ar / Orcid: 0000-0003-3271-5599

³ Centro de Investigaciones de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Departamento de Desarrollo Productivo y Tecnológico, Universidad Nacional de Lanús, Argentina / clenyunla@gmail.com / Orcid: 0000-0003-2560-7039

⁴ Centro de Investigaciones de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Departamento de Desarrollo Productivo y Tecnológico, Universidad Nacional de Lanús, Argentina / danscoll@unla.edu.ar / Orcid: 0000-0003-1035-7225

⁵ Centro de Investigaciones de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Departamento de Desarrollo Productivo y Tecnológico, Universidad Nacional de Lanús, Argentina / mugarte@unla.edu.ar / Orcid: 0000-0002-0741-8958

RESUMEN

El tomate es una hortaliza ampliamente cultivada en el mundo, pero actualmente el método de producción más utilizado no es ecológico. El objetivo de este trabajo fue evaluar y comparar las características organolépticas y fisicoquímicas de tomates Elpida F1, producidos de forma agroecológica y convencional para determinar la influencia del método sobre su calidad, lo que puede sumar en estrategias de promoción de prácticas sostenibles. Las muestras se produjeron y cosecharon en un campo experimental con un muestreo estadístico. Se realizaron evaluaciones sensoriales con 81 consumidores, bajo condiciones estandarizadas, incluyendo pruebas triangulares de diferenciación, de preferencia y de aceptación de atributos. Se procesaron las muestras y se realizaron ensayos fisicoquímicos. En las pruebas sensoriales, los evaluadores pudieron diferenciar significativamente los tomates obtenidos bajo los distintos métodos. Hubo una ligera preferencia por los agroecológicos y fue asociada con la apariencia, textura y color. De forma global, a los consumidores les gustaron ambos tipos de tomates. El análisis fisicoquímico indicó que los tomates agroecológicos tuvieron menos acidez, más cenizas, más sodio y menos potasio que los convencionales ($p < 0,05$). El estudio demostró que hay influencia del método de producción en las características sensoriales y en algunos parámetros fisicoquímicos de los tomates.

ABSTRACT

The tomato is a globally cultivated vegetable, however, the prevailing production method currently employed is non-organic. The aim of this work was to assess the organoleptic and physicochemical attributes of Elpida F1 tomatoes, produced using both agroecological and traditional methods, to determine whether the method has an impact on tomato quality and if it can lead to alternative strategies for promoting sustainability. Samples were collected from an experimental field using statistical sampling. Sensory evaluations were conducted with 81 consumers under standardized conditions, involving triangular differentiation tests, preference assessments, and attribute acceptance tests. The samples were processed, and physicochemical tests were carried out. In the sensory evaluations, the assessors were able to consistently distinguish between tomatoes produced using different methods. A slight preference was observed for agroecological tomatoes, particularly in terms of appearance, texture, and color. Overall, consumers expressed a preference for both types of tomatoes. Physicochemical analysis indicated that agroecological tomatoes exhibited lower acidity, higher ash content, increased sodium levels, and reduced potassium levels compared to their traditional counterparts ($p < 0.05$). This study demonstrates the influence of the production method on both sensory characteristics and certain physicochemical parameters of tomatoes.

PALABRAS CLAVE

evaluación sensorial/ propiedades fisicoquímicas/ Solanum Lycopersicum L. / sostenibilidad alimentaria/ producción agroecológica

KEY WORDS

sensory evaluation/ physicochemical properties / Solanum Lycopersicum L. / food sustainability / agroecological production

CONTEXTO

Este estudio se encuentra dentro del campo de la Agronomía y la Ciencia de los Alimentos, específicamente en la evaluación de la producción agrícola, la calidad de los productos vegetales y la sostenibilidad alimentaria. La temática principal abordada es la influencia del método de producción en las características organolépticas y fisicoquímicas de los tomates.

Este trabajo forma parte de una investigación de convocatoria externa adjudicada en la Universidad Nacional de Lanús que se desarrolló en un marco de convenio de colaboración entre la Universidad y la Corporación del Mercado Central de Buenos Aires. En particular, los representantes de la Gerencia de Calidad y Transparencia de la Corporación del Mercado Central de Buenos Aires fueron quienes ayudaron en la producción de las muestras de tomate. Por otro lado, la totalidad de los ensayos del proyecto tuvieron lugar en el ámbito del Centro de Investigaciones de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (CICTA) del Departamento de Desarrollo Productivo y Tecnológico de la Universidad Nacional de Lanús. Los resultados de este trabajo sirven de base para trabajar sobre la promoción de prácticas más sostenibles en la industria alimentaria.

Ha sido posible gracias al financiamiento otorgado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Nación en el marco del programa “ImpaCT.AR Ciencia y Tecnología” [Proyecto ImpaCT.AR asociado al desafío 66]. El apoyo financiero del organismo ha permitido llevar a cabo estos ensayos de manera integral, incluyendo la recolección de muestras, la realización de análisis fisicoquímicos, y la realización de evaluaciones sensoriales. La financiación otorgada demuestra el compromiso del MinCyT con la promoción de investigaciones que contribuyan al desarrollo de prácticas agrícolas más sostenibles y a la mejora de la calidad de los alimentos producidos.

INTRODUCCIÓN

La producción de alimentos es un pilar fundamental en la historia de la humanidad. A lo largo de los siglos, hemos desarrollado diversas técnicas y métodos para garantizar que nuestras comunidades estén bien alimentadas y prosperen. Sin embargo, en tiempos recientes ha cobrado relevancia, el debate sobre cómo cultivamos nuestros alimentos y los efectos que esto tiene en nuestra salud y en el planeta.

En este sentido, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) promueve la aplicación del enfoque *una sola salud* [*One Health*], para abordar las complejas relaciones entre la salud humana, animal y ambiental. Este concepto fue definido por *One Health High Level Expert Panel* (OHHLEP) de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Este enfoque promueve la armonía entre humanos, animales y el entorno, impulsando la colaboración interdisciplinaria y multisectorial en la cadena de suministro de alimentos para enfrentar desafíos globales (OHHLEP, 2021, 2023).

Aproximadamente el 38 % de la superficie terrestre se destina a la agricultura, lo que lo convierte en un sector crítico que puede impactar significativamente la biodiversidad y

en la salud (FAO, 2020). En este contexto, surge la pregunta fundamental de cómo los agricultores pueden lograr una gestión de cultivos rentable sin un impacto negativo en la fertilidad del suelo. La respuesta a este dilema reside en la adopción de un enfoque de agricultura con uso sostenible de la tierra (Saleem et al., 2022). Este enfoque busca equilibrar la producción agrícola con la preservación de la salud y la vitalidad del suelo, permitiendo a los agricultores cosechar beneficios de largo plazo sin comprometer los recursos naturales que sustentan nuestra capacidad de producir alimentos. Se hace necesario desarrollar y fomentar sistemas no solo sustentables, sino que tengan en cuenta la soberanía alimentaria, derecho de los pueblos a definir sus propias políticas y estrategias alimentarias, y a producir alimentos de manera sostenible y justa.

La producción convencional, que implica el uso de agroquímicos para controlar las plagas y enfermedades, es recientemente criticada por sus posibles impactos negativos sobre el medio ambiente y la salud humana. El uso de pesticidas en la agricultura convencional plantea preocupaciones ambientales y de salud. Estos productos químicos pueden contaminar el agua y poner en riesgo la salud humana (Popp et al., 2013; Singh, Parween y Patanjali, 2018). Algunos pesticidas, como el glifosato, se han asociado con riesgos para la salud, incluido el cáncer (Richmond, 2018). Existen estudios que han relacionado la exposición a pesticidas con problemas de salud, como malformaciones congénitas y daño genético (Parelho et al., 2016; Rani et al., 2021). Si bien hay regulaciones nacionales e internacionales sobre las buenas prácticas y las concentraciones que se consideran seguras para la salud, en la práctica surgen muchos otros inconvenientes. Es posible que los cultivos lleguen a contener altos niveles de agroquímicos, sobre todo por malas prácticas agrícolas al momento de la aplicación. Los efectos de las combinaciones de consumo de fitoquímicos en el cuerpo y sobre la salud humana no están comprendidos ni estudiados en su totalidad, aunque cada vez hay mayor evidencia de que la ingesta o incorporación de fitoquímicos afecta al cuerpo, la microbiota y la salud en general (Yuan et al., 2019; Waring).

Como respuesta a estas inquietudes, surgió una alternativa conocida como “agricultura agroecológica”. Este enfoque se fundamenta en los principios de sostenibilidad, biodiversidad y simplicidad, y promueve prácticas que reducen la dependencia de agroquímicos, fomentando la utilización de métodos alternativos para la fertilización y el control de plagas. Asimismo, reconoce la importancia de los ciclos naturales en la agricultura y ha demostrado su capacidad para mejorar la calidad del suelo, fomentar la biodiversidad y disminuir la exposición a residuos químicos (Gliessman, 2013). Además, este enfoque se alinea con el concepto de soberanía alimentaria, que otorga poder a las comunidades locales para tomar decisiones sobre su producción de alimentos y promover la diversidad cultural y agrícola (Altieri y Nicholls, 2012).

Un estudio realizado a lo largo de una década (2009-2018) demuestra las ventajas de la agricultura orgánica (similar a la agroecológica) en lo que respecta a la salud del suelo (Van Balen et al., 2023). En resumen, la agricultura agroecológica se destaca como un método de producción alimentaria alternativo que se distingue claramente de las prácticas convencionales al abstenerse del empleo de productos químicos sintéticos, incluyendo pesticidas y fertilizantes. Su objetivo principal es evitar la contaminación de los alimentos y preservar la salud y la fertilidad del suelo.

Lamentablemente, aún existen barreras que dificultan que la mayoría de los productores se adhieran de manera inmediata al sistema de agricultura agroecológica u orgánica, ya que implica cambios de prácticas, inversión y tiempo de dedicación que muchos productores no ven gratificante económicamente. Además de que no adoptan estas prácticas, en general desconocen o son indiferentes a las propiedades de los productos orgánicos o agroecológicos, y desconocen el costo a largo plazo del cultivo intensivo con empleo de agroquímicos. Frecuentemente se aborda el tema de la productividad en los debates sobre la agricultura y los alimentos agroecológicos en comparación con los convencionales. Sin embargo, en lo que respecta a la alimentación, la prioridad indiscutible debe ser la inocuidad.

En las últimas décadas, se ha hecho evidente un rápido avance a nivel mundial en el ámbito de la agricultura agroecológica en particular la orgánica (van der Ploeg, 2019) pero queda un largo camino por recorrer, tal como sucede en Argentina. Cabe destacar que se observa que los consumidores muestran una creciente preferencia por alimentos que estén libres de fitoquímicos, incluyendo los fertilizantes sintéticos. Esto se da en consumidores que buscan un estilo de vida más saludable y respetuoso con el medio ambiente. Este fenómeno ha dado origen a un grupo de consumidores, quienes están dispuestos a pagar un precio superior por alimentos producidos bajo sistemas de producción agroecológica, principalmente orgánica certificada (Röös et al., 2022), a pesar de que la comunidad científica aún debate sobre los beneficios nutricionales y las ventajas relacionadas con la biodiversidad y la sostenibilidad ambiental (Hurtado-Barroso et al., 2019; Baranski et al., 2017).

La literatura científica presenta una divergencia de resultados en lo que respecta a la superioridad nutricional entre alimentos agroecológicos y convencionales. La comunidad científica ha indicado los beneficios ambientales de la práctica, pero no ha alcanzado un consenso definitivo sobre si la agricultura orgánica es superior a la convencional en términos de propiedades nutricionales y características organolépticas. Aunque muchos estudios sugieren que los productos agroecológicos pueden ofrecer propiedades nutricionales y nutraceuticas superiores al presentar una mayor cantidad de macronutrientes, fitoquímicos y propiedades antioxidantes (Aina et al., 2019; Hurtado-Barroso et al., 2019), existen investigaciones que no encuentran diferencias significativas (Bach et al., 2015; Suciú et al., 2019). Las discrepancias en los resultados y las múltiples variables en juego, como genética, prácticas agrícolas y métodos de análisis hacen que sea un desafío establecer comparaciones claras. Por lo tanto, se requieren investigaciones adicionales para arrojar más luz sobre esta cuestión.

Dentro de los vegetales, el tomate (*Solanum lycopersicum L.*) es una de las hortalizas más importantes a nivel mundial y nacional tanto por su valor nutricional como por sus características sensoriales y versatilidad culinaria, con una producción anual de 182 millones de toneladas en todo el mundo en 2021, producida fundamentalmente en forma convencional (FAO, 2022). Esto constituye un punto interesante de partida para el estudio. El mercado de tomates se divide principalmente en dos categorías: el mercado de consumo fresco y el mercado para la industria. Cabe destacar que en los alimentos, sobre todo en los tomates frescos, los aspectos sensoriales son muy importantes para el consumidor, ya que influyen en la percepción de la calidad y el sabor de los alimentos.

Algunos de los aspectos sensoriales importantes para los tomates incluyen el sabor, la textura, el aroma y el color.

En Argentina, se producen anualmente alrededor de 1.100.000 toneladas de tomates, con aproximadamente un 60-70% destinado al consumo fresco y un 30-40% para la industria; siendo híbridos los más empleados para consumo fresco. Las variedades comerciales principales son los Redondos, los Perita y los Cherry (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2023). El país goza de condiciones agroecológicas favorables para el cultivo de tomates en diversas regiones del país, a excepción de las provincias patagónicas, que presentan períodos cortos con heladas que dificultan el cultivo. Es importante destacar que la Corporación del Mercado Central de Buenos Aires es un punto crucial en la distribución y comercialización de tomates a nivel nacional, con un 37% del suministro proveniente de la provincia de Buenos Aires, seguido de Salta con el 27%, Corrientes con el 21%, Mendoza con el 8% y San Juan con el 7%. Existen tres sistemas productivos principales: cultivo a campo, cultivo semiforzado e invernadero. Los invernaderos permiten un mayor control de las condiciones y han demostrado ofrecer mejores rendimientos y calidad en comparación con otros sistemas (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2020). Sin embargo, aunque hay un avance continuo hacia el cambio de metodología en Argentina (INDEC, 2021), la mayoría del tomate producido y comercializado se sigue obteniendo bajo la metodología convencional, empleando agroquímicos y otros insumos para maximizar la producción y minimizar las pérdidas. Frente al sostenido crecimiento de la demanda mundial de productos de origen agroecológico en particular orgánico, existen en el territorio nacional grandes posibilidades para este tipo de producción, sobre todo porque el nivel de uso de los agroquímicos no ha alcanzado valores críticos de contaminación.

Tanto el enfoque convencional como el ecológico de la producción agrícola son temas de discusión permanentemente polémicos, si bien actualmente hay regulaciones nacionales e internacionales (Directorate General for Health & Consumers, 2017) respecto al uso de agroquímicos no deja de ser un tema controversial. En respuesta a la demanda de prácticas sostenibles y la búsqueda de la soberanía alimentaria, se hacen indispensables estrategias de promoción de cultivos agroecológicos. A fin de comenzar a brindar información que sirva de alguna forma para promover producciones sostenibles, en concordancia con las discrepancias hipotéticas entre los aspectos organolépticos y nutricionales de los cultivos convencionales y agroecológicos, en este trabajo se planteó hacer un cultivo experimental para poder evaluar si existen diferencias organolépticas así como también diferencias fisicoquímicas que tanto los consumidores como los productores los puedan conocer, para valorar aún más estos cultivos y pensar en el cambio de las prácticas. En este contexto, considerando que el tomate es una de las hortalizas más importantes en Argentina, el segundo dentro del rubro hortícola, se comenzaron los estudios con este vegetal. A medida que la búsqueda de prácticas agrícolas sostenibles se intensifica y se promueve la soberanía alimentaria, estudios como éste, ofrecen valiosas aportaciones para la promoción de una producción de alimentos más respetuosa con el medio ambiente y beneficiosa para la salud de los consumidores.

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fue evaluar y comparar las características organolépticas y fisicoquímicas de tomates, *ELPIDA F1*, producidos de forma agroecológica y convencional, para determinar la influencia del método sobre la calidad del tomate, lo que puede resultar en una estrategia más de promoción de prácticas sostenibles.

METODOLOGÍA

Esta investigación fue de tipo experimental, cuantitativa. Los investigadores de CICTA de la Universidad Nacional de Lanús trabajaron con integrantes del Laboratorio de la Gerencia de Calidad y Transparencia de la Corporación del Mercado Central de Buenos Aires (CMCBA).

Variedad, método de cultivo y recolección de muestras

Los integrantes del CMCBA fueron quienes en una primera instancia realizaron la siembra y las cosechas en sectores de campos productores del cinturón verde del Gran Buenos Aires, Argentina, de forma experimental. La siembra se realizó en octubre del 2022 y la primera cosecha a fines de febrero del 2023.

Para los dos tipos de producción, se utilizó la misma variedad de tomate híbrido, *ELPIDA F1*. Las producciones se llevaron a cabo en sectores cedidos por productores para trabajar en sistema invernadero y de forma experimental la producción del tomate. En el caso de la producción convencional, se siguieron las prácticas del productor del campo, el suelo utilizado fue uno que tuvo previamente trabajo de horticultura intensiva por más de 10 años, con uso de maquinaria y falta de prácticas agrícolas para su regeneración, los implementos agrícolas utilizados en el experimento para la producción fueron rastra de disco, el rotovator y la alomadora. En cada lomo se utilizó un mulching (polietileno negro de 25 micrones). Como agroquímicos para control de plagas se utilizaron los que el productor empleaba, todas las semanas se aplicaban en concentración aptas definidas por SENASA (insecticidas y acaricidas con lufenurón y benzoato de emamectina; fungicida a base de mancozeb; insecticida con metoxifenocida y spinosyn A y D; insecticida con imidacloprid 35%) lo que en ocasiones se cambió fue el tipo de insecticida o la combinación dependiendo la semana empleados. En el caso de la producción agroecológica, se preparó el sistema un año antes. Al suelo se le efectuaron canteros de 1,2 metros de ancho. que finalizaron con una altura de 1 cm. El suelo base fue removido hasta 30 cm de profundidad y se mezcló con un compost producido en CMCBA con residuos de vegetales y bosta de caballo. Se utilizó mulching de gramíneas para el control de malezas y mejorar la retención de humedad en el suelo. En reemplazo de los agroquímicos sintéticos, sólo en la anteúltima semana previa a la cosecha se tuvo que emplear un purín de cebolla (5 %) y un purín de paraíso (5 %) para controlar plagas.

Como se observa en los tomates presentados en la Imagen 1, las muestras se cosecharon cuando se encontraron en su estadio maduro rojo claro, Categoría 5 según el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (United States Department of Agricultura, 1997), por medio de un muestreo estadístico. Los parámetros de selección de las muestras fueron: Tomates enteros, sanos, frescos, limpios y de consistencia

firme. Posteriormente las muestras fueron retiradas del CMCBA por investigadores de la Universidad Nacional de Lanús y llevados al laboratorio Oscar Varsavsky donde se mantuvieron en refrigeración hasta su procesamiento.

Imagen 1. Imágenes tomadas del tomate agroecológico (TA) y convencional (TC).



Pretratamiento de las muestras

Para la evaluación sensorial, las muestras fueron lavadas, desinfectadas, separadas por tamaño y colocadas en recipientes plásticos rotulados en la heladera hasta su uso.

Para los ensayos fisicoquímicos, las muestras fueron lavadas y procesadas en una procesadora doméstica Minipimer Multiquick (Braun, Argentina), seleccionando de a 10 unidades al azar de cada tipo de producción por separado.

Materiales y condiciones para la evaluación sensorial

Las evaluaciones sensoriales se realizaron en el Laboratorio de Evaluación Sensorial de la Universidad Nacional de Lanús. La sala se compone siguiendo los parámetros y condiciones, descriptas en la norma IRAM 20003 (2012).

En el laboratorio de evaluación sensorial se dispuso de un *área de evaluación con cabinas individuales*, una *sala para explicación de las pruebas* y un *área de preparación de las muestras*, dotada de pileta, canillas, utensilios, tablas de plástico y balanza granataria para preparar las muestras a evaluar. Entre otras condiciones de las instalaciones, se destaca que la *Iluminación del sector* donde se desarrollaron las pruebas contaba con luz blanca fría de alta intensidad, proporcionada por luminarias ubicadas a lo largo de todo el lugar, para evitar sombras que pudieran interferir con la apreciación global de los productos a evaluar.

El panel se conformó por dos líderes y 81 consumidores, de entre 18 y 63 años, el 21% hombres y el 79 % mujeres, estudiantes de la Lic. en Ciencia y Tecnología de los Alimentos y miembros de la comunidad universitaria, que fueron reclutados por medio de las redes sociales de la universidad. Los criterios de exclusión fueron: personas que no consumen tomate y personas que presentan alergia al tomate. Todos los

participantes tuvieron una capacitación previa en el cual se les presentaron los gustos básicos por medio de muestras estandarizadas. No hubo segmentación preestablecida sobre sexo, hombres y mujeres y el valor responde al azar dentro de la población que participó del ensayo. Cabe aclarar, que la disparidad entre hombres y mujeres puede deberse a que la población de la Lic. en ciencia y Tecnología de los Alimentos es de aproximadamente 75% mujeres y 25% hombres y en la población total de la comunidad universitaria estos porcentajes oscilan entre 65% mujeres y 35% hombres implicando una “feminización” de la matrícula según los últimos censos (UNLa, 2021; 2023). Por otra parte, en el reclutamiento se observó mayor reticencia de la población masculina a participar de este tipo de ensayos dado que en general, no eran los productos de primera selección en su alimentación.

Para la preparación de las muestras, se tomaron tomates de igual tamaño para con diferente tipo de producción y se realizaron cortes en rodajas de 7 mm que luego fueron partidas por la mitad.

Los participantes fueron convocados en grupos de no más de 11 personas, media hora antes de la prueba. Siguiendo todas las recomendaciones de las normas IRAM e ISO para análisis sensorial (ISO 6658, 2017), se les explicó el marco legal y regulatorio del panel de evaluación y se les pidió que firmen el consentimiento informado confeccionado para la prueba. Posteriormente, ingresaron a zona de cabinas, donde se llevó a cabo la evaluación sensorial a panel cerrado. En la misma sesión se realizaron tres ensayos sensoriales, una prueba triangular de diferenciación, una prueba de preferencia pareada y una prueba de aceptación de atributos, para todas las pruebas contaron con un solo cuestionario que integraba las tres pruebas (Tabla 1):

Prueba Triangular: En este caso se siguieron los lineamientos de la norma IRAM 20008 (2012). Es una evaluación de respuesta forzada.

Los evaluadores recibieron un conjunto de tres muestras de características homogéneas, preparadas de la misma forma – corte-, y se les informó que dos de las muestras eran iguales y una era diferente. Las muestras estaban codificadas con números de tres dígitos al azar. En el cuestionario debían marcar cuál de las muestras percibían diferente, incluso si dicha selección estaba basada en el azar. Se agregó un espacio para que indiquen en qué basaban su elección. El ensayo se realizó a $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Prueba de aceptación de atributos: En este caso, los evaluadores recibieron dos muestras codificadas con números al azar de tres dígitos, de forma simultánea, con orden de presentación balanceado entre los participantes y un cuestionario para realizar la evaluación (Tabla 1). Como atributos a evaluar se seleccionaron apariencia general, color, dulzor, sabor a tomate y acidez y se evaluó la aceptabilidad utilizando una escala hedónica de 5 puntos (me gusta mucho a me disgusta mucho). El ensayo se realizó a $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Prueba de preferencia pareada: En este caso, se utilizó como método el enfoque de “forzar” la elección de un producto sobre el otro. La prueba se realizó luego de la aceptación de atributos, con las dos muestras codificadas con números al azar de tres dígitos recibidas. El ensayo se realizó a $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Para las tres pruebas se les indicó a los evaluadores tomar sorbos de agua antes de cambiar las muestras para limpiar el paladar.

En la Imagen 2, se observa un resumen esquemático de la metodología para las evaluaciones sensoriales de los tomates obtenidos por las diferentes metodologías de producción.

Imagen 2. Resumen de la metodología para evaluación sensorial de los tomates.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1. Cuestionario elaborado para las evaluaciones sensoriales de los tomates

EVALUACIÓN SENSORIAL DE TOMATES

EVALUADOR N°..... **NOMBRE:** **EDAD:**
GENERO:

PRUEBA DE DIFERENCIACIÓN

INSTRUCCIONES

Usted recibirá tres muestras de rodajas de tomate, codificadas con tres dígitos. Dos de ellas son de igual tipo de producción y una es de diferente tipo. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha e indique cuál es la muestra diferente.

La muestra que es diferente de las otras es la

¿En qué basó su elección?.....

PRUEBA DE ACEPTACIÓN DE ATRIBUTOS y DE PREFERENCIA

INSTRUCCIONES

Usted recibirá dos muestras de rodajas de tomate, codificadas con tres dígitos. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha e indique a continuación el grado en el que le gusta o disgusta cada atributo de cada muestra en la escala hedónica de 5 puntos marcando el punto correspondiente. Por último, indique cuál de las dos prefiere.

Número de la muestra a evaluar:

	<i>Me disgusta mucho</i>	<i>Me disgusta</i>	<i>No me gusta ni me disgusta</i>	<i>Me gusta</i>	<i>Me gusta mucho</i>
<i>Apariencia</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Color</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Dulzor</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Sabor a tomate</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Acidez</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Número de la muestra a evaluar:

	<i>Me disgusta mucho</i>	<i>Me disgusta</i>	<i>No me gusta ni me disgusta</i>	<i>Me gusta</i>	<i>Me gusta mucho</i>
<i>Apariencia</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Color</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Dulzor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sabor a tomate	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acidez	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

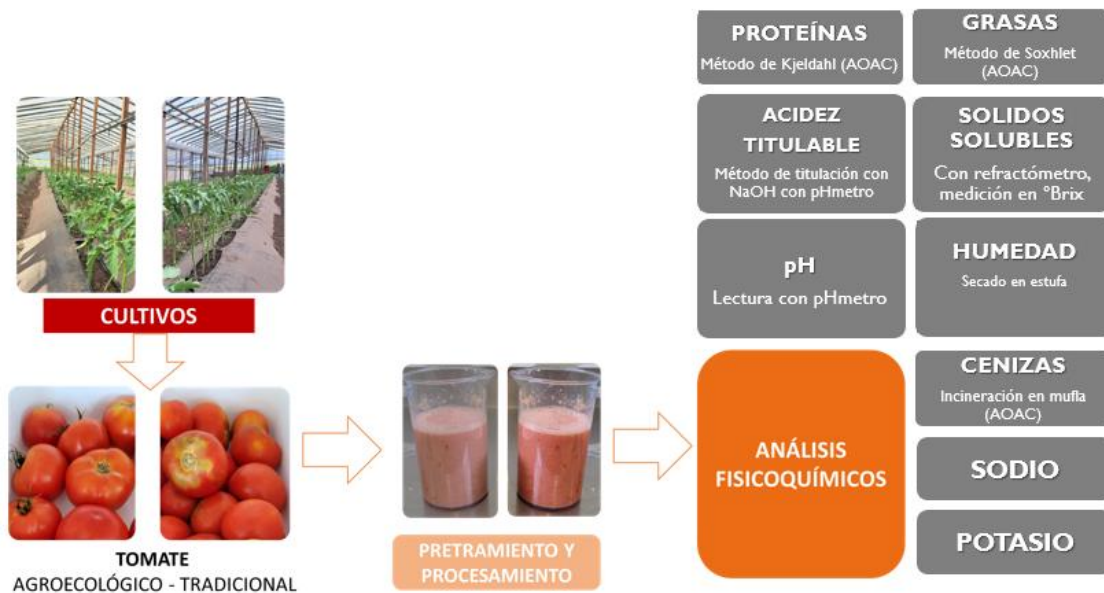
Prefiero la muestra

Fuente: Elaboración propia

Ensayos fisicoquímicos

Los parámetros fisicoquímicos evaluados en el laboratorio Oscar Varsavsky incluyeron acidez titulable, sólidos solubles, pH, humedad, proteínas, grasas, contenido de cenizas, sodio y potasio, determinados mediante métodos oficiales AOAC (1990). Se observa un resumen de la metodología para las determinaciones fisicoquímicas en la Imagen 3.

Imagen 3. Resumen de la metodología para realizar los ensayos fisicoquímicos.



Fuente: Elaboración propia

Análisis estadístico

Se empleó el software de Microsoft, MS-Excel (Redmond, Washington, USA) para realizar los análisis estadísticos y los gráficos. Para la evaluación sensorial, el análisis estadístico se realizó por medio del método de distribución binomial, considerando el número de integrantes del panel, con un ensayo a dos colas y un nivel de significación de 5 % ($p=0,05$) y las comparaciones se realizaron por medio de ANOVA y el test de Bonferroni (IRAM 20008, 2012; Roessler, Warren y Guymon, 1948; Roessler, Baker, Amerine, 1956;

Witting de Penna, 2001; Kendall y Stuart, 1967). Los ensayos fisicoquímicos se realizaron por duplicado con triplicados de las muestras y se expresó la media con el desvío estándar y se evaluó diferencias significativas por medio de un t test.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Imagen 4 se puede observar la estructura interior de uno de los tomates tomado al azar producidos de forma agroecología y otro de forma convencional. De forma visual se nota una distinción en el color y en la forma, sería interesante complementar el estudio sensorial con un análisis de color objetivo por medio de un colorímetro tipo Minolta.

Imagen 4. Imágenes tomadas del tomate convencional (izquierda) y agroecológico (derecha) partido a la mitad.



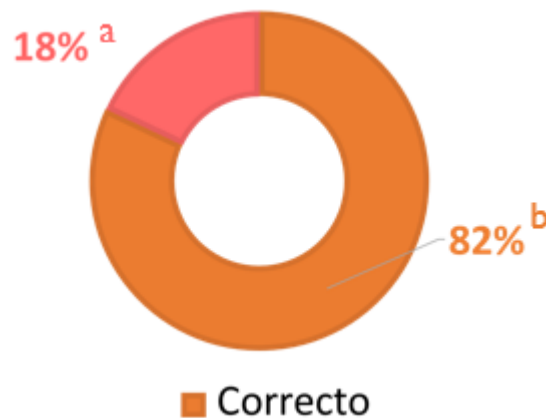
Fuente: Elaboración propia

El análisis sensorial es una herramienta comúnmente empleada en la industria con el propósito de desentrañar aspectos relativos al sabor, la textura, el aroma y el color de los productos. A pesar de su naturaleza subjetiva, estos atributos desempeñan un papel significativo en la preferencia del consumidor. De hecho, los consumidores suelen otorgar mayor importancia a las características sensoriales de los productos, especialmente en lo que respecta a su aspecto, textura, aroma y sabor. **Evaluación de diferenciación entre tomates producidos bajo diferentes metodologías**

Luego de una breve capacitación previa del panel, se iniciaron las pruebas. Los consumidores recibieron una bandeja con tres mitades de rodajas de tomate, dos eran del mismo tipo de producción y la otra era distinta. Los resultados obtenidos se pueden observar en el Gráfico 1. En base a lo que indica la norma IRAM 20008 (2012), considerando la tabla para una distribución binomial para 81 evaluadores en este tipo de pruebas, 34 respuestas correctas indican diferencia significativa para un ensayo de dos colas con un α de 0,05. En este caso, 66 personas (~82 %) determinaron de forma correcta la muestra diferente en la triada, debido al valor obtenido se puede inferir que se detectaron diferencias sensoriales significativas entre los tomates producidos por las

dos metodologías de producción distintas ($p < 0,01$). Al analizar la respuesta a la pregunta abierta, ¿En qué basó su elección?, se observó que la mayoría de los evaluadores indicó que su respuesta se basaba en que la muestra tenía diferente sabor, textura, acidez y/o color. Estos resultados están en concordancia con lo indicado por Oltman et al. (2016) quienes informan en su trabajo que la elección de los consumidores sobre tomates frescos está muy influenciada por la apariencia visual, la textura, la firmeza, el sabor y el gusto.

Gráfico 1. Resultados de la evaluación sensorial- Prueba triangular para tomates de diferente tipo de producción.



En Naranja se indica el porcentaje de evaluadores que seleccionaron correctamente y en rojo los que no. Letras diferentes indican diferencias significativas. El 100% equivale a 81 evaluadores.

Fuente: Elaboración propia

Evaluación de aceptación de atributos y de preferencia de las muestras elaboradas con diferente metodología

Luego de realizar la prueba de diferenciación, los consumidores recibieron una bandeja con dos muestras sobre las cuales realizaron la evaluación sensorial y completaron los cuestionarios asociados a la prueba de aceptación y de preferencia (Tabla 1). En la Imagen 5 se observan los gráficos radiales obtenidos a partir de los resultados de la prueba de aceptación de atributos. Posteriormente para un análisis más cuantitativo, la escala hedónica se pasó a puntaje, en una escala del 1 al 5 donde el número 1 se asignó para la categoría “me disgusta mucho” y el número 5 para la categoría “me gusta mucho” y se realizó el promedio de resultados. En la tabla 2 se observa el puntaje de la prueba de aceptación de atributos para las muestras de tomate agroecológico y tradicional junto con los desvíos estándar.

Imagen 5. Resultados de la prueba de aceptación de atributos (apariciencia, color, dulzor, sabor a tomate, acidez y textura) con la escala hedónica de 5 puntos (me disgusta mucho a me gusta mucho).



Número de evaluadores 81.

Fuente: Elaboración propia

De la Imagen 5, se observa que la mayor cantidad de respuestas en los atributos se encuentran en la categoría “Me gusta” para ambos tomates. Aparecen más respuestas en la categoría “Me gusta mucho” para el atributo acidez y dulzor en el caso de tomate convencional.

Si se analiza la distribución de las respuestas en porcentajes, el resultado coincide con el análisis cualitativo de la Imagen 5, ya que entre la categoría me gusta y me gusta mucho en todos los atributos se encuentra siempre más del 50 % de las respuestas.

Tabla 2. Puntajes de la prueba aceptación de atributos en la evaluación sensorial de las muestras de tomate agroecológico y tradicional (*Solanum lycopersicum L, cv Elpida F1*). Se informan las medias más los desvíos estándares.

	Aparienci a general	Color	Dulzor	Acidez	Sabor a tomate	Textura
Tomate agroecológico	3,82 ± 0,92 ^a	3,82 ± 1,00 ^a	3,25 ± 1,03 ^a	3,29 ± 1,06 ^a	3,50 ± 1,11 ^a	3,84 ± 0,88 ^a
Tomate convencional	3,63 ± 1,07 ^a	3,68 ± 1,09 ^a	3,54 ± 1,12 ^a	3,68 ± 1,05 ^a	3,54 ± 1,16 ^a	3,54 ± 1,23 ^a

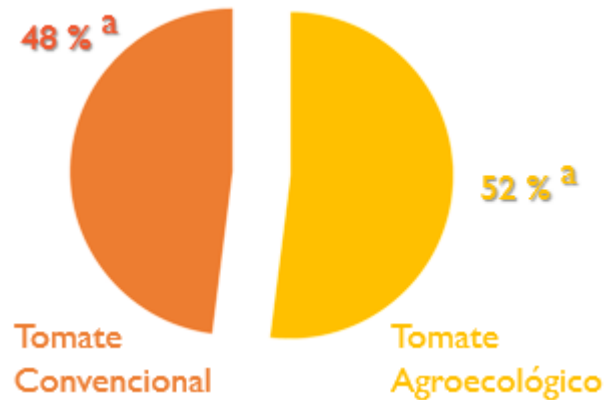
Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (ANOVA y Bonferroni test, p<0,01. Fuente: Elaboración propia

Al analizar los promedios por atributo obtenidos a pasar la escala hedónica a numérica (Tabla 2), se observa que todos los atributos para ambos tipos de tomate están por encima del valor 3, que sería por encima de la categoría “no me gusta ni me disgusta”, por lo que en concordancia con el análisis previo de la Imagen 5, se puede indicar que ambos tomates tienen una buena aceptación en todos los atributos por parte de los consumidores. Por otro lado, se observa que el tomate agroecológico posee valores con un incremento de más del 5 % de aceptabilidad en la apariencia, color y textura respecto del tomate convencional, y que ocurre al revés en el atributo dulzor y acidez con incrementos cercanos al 10%. Pero, al analizar estadísticamente estas tendencias esas diferencias no son significativas. En este sentido, se propone en próximos ensayos aumentar el número de evaluadores y extender la escala hedónica a 7 o 10 puntos, para analizar si al incrementarse esta tendencia se vuelve o no una diferencia significativa. Como indica Hough et al. (2006), si consideramos un error estándar, un α de 5% y un β de 10 % y una diferencia entre medias muestras de 10% en la escala sensorial para tener un número de evaluadores muy confiable en prueba de aceptación de atributos hay que tener 112 consumidores. En este caso se tienen 81 evaluadores que responde a un valor válido si se toma un β de 20%, menos exigente.

En ese sentido, considerando que este tipo de evaluaciones indica sobre la aceptabilidad de los atributos en función del conocimiento del consumidor y sus gustos y considerando que los contenidos de azúcar y ácido son los atributos más importantes para evaluar la calidad sensorial del tomate, se propone también diseñar una prueba de evaluación sensorial descriptiva para complementar los resultados.

En el gráfico 2, se muestran los resultados de la prueba de preferencia sobre los tomates agroecológicos y convencionales. Considerando que desde el punto de vista estadístico para un test pareado bilateral con una significancia del 5% para 81 evaluadores se necesitan 50 evaluadores o más para poder expresar diferencias significativas, si bien los evaluadores presentan una ligera preferencia sobre el tomate agroecológico ésta no es significativa ($p < 0,05$). Ante esta paridad en la preferencia entre tomates producidos bajo modalidad convencional o tradicional y agroecológica, se podría indicar que la futura elección del producto agroecológico podría estar más influenciada por mejores características nutricionales y por su valor agregado dado sus propiedades sustentables y amigables con el medio ambiente.

Gráfico 2. Resultados de la evaluación sensorial-Prueba de preferencia para tomate producido bajo diferentes metodologías. En Naranja se indica el porcentaje de evaluadores que prefieren el tomate agroecológico y en amarillo los que prefieren el tomate convencional. Letras diferentes indican diferencias significativas. 100% equivale a 81 evaluadores.



Fuente: Elaboración propia

Resultados de análisis fisicoquímico

En la tabla 3, se pueden observar los resultados obtenidos para los ensayos fisicoquímicos realizados para los tomates agroecológicos y convencionales evaluados. Si se realiza una comparación de los valores obtenidos con la referencia disponible para tomates crudo en la central de datos (*Food Data central, tomatoes, raw*) del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, 2019) y la tabla de composición química de alimentos para Argentina SARA 2 (Ministerio de Salud de la Nación, 2022), se observa que la humedad, grasas, cenizas, potasio y sodio, se encuentran entre el rango establecido para este vegetal. Lo que se encuentra algo más elevado que el máximo establecido por esta tabla estandarizada es el contenido de proteínas.

El pH junto con la acidez titulable son los parámetros de calidad del tomate asociados al nivel de acidez y se utilizan como indicadores de sabor, influyendo en las características organolépticas y por lo tanto en la aceptación del consumidor. Durante la maduración las frutas experimentan cambios fisiológicos que implican la conversión del almidón en azúcares, la formación de sabor y una disminución de la acidez y aumento del pH (Maldonado-Celis, 2019). Baldwin et al. (1998) indican que para que un tomate tenga un buen sabor debe tener un pH entre 4 y 5. El pH de los tomates convencionales y agroecológicos fue de 4,19 y 4,11, valores que se encuentran dentro del rango de los estándares de calidad descritos por los autores. Los valores de acidez titulable se obtuvieron en ambos tomates se encuentran dentro del rango indicado por Cantwell (2004), quien señala que la acidez del tomate se ubica dentro del rango de 0,2 a 0,6%.

El contenido de sólidos solubles presentó un valor promedio de 4,2 y 4,0 °Brix en el tomate tradicional y el agroecológico respectivamente. Según Aguayo y Artés (2004), para que el tomate tenga un aroma y un sabor óptimo, el contenido en sólidos solubles debe estar entre 4 y 6 °Brix lo que indica que ambos tomates se encuentran dentro del rango de calidad óptimo descrito por los autores.

Luego, en la Tabla 3 se observa que sólo la acidez titulable, las cenizas y los minerales evaluados presentan diferencias significativas entre los tomates obtenidos de forma convencional y agroecológica. En ese sentido el tomate agroecológico tiene menor acidez titulable (~20%), mayor contenido de cenizas (~10%), menor contenido de potasio (~45 %) y mayor contenido de sodio (~326 %) respecto del tomate convencional. Si comparamos los resultados con la tabla SARA 2, observamos que el contenido de sodio del tomate agroecológico estaría más cercano al promedio presentado como estándar característico de tomates, mientras que con el contenido de potasio ocurre al revés, el tomate convencional es el que se encuentra más cercano al valor promedio que se suele encontrar en tomates.

El contenido de cenizas y minerales resulta interesante, otros autores previamente han indicado que el método de cultivo y el cultivar tiene una influencia significativa en los contenidos de K, Na, Ca o Mg en tomates, lo que concuerda con los datos obtenidos (Kelly y Bateman, 2010). Estos resultados preliminares motivan a continuar con los ensayos de micronutrientes para poder evaluar diferencias sobre otros minerales entre tomates con diferente tipo de producción

Tabla 3. Resultados de los ensayos fisicoquímicos de los tomates agroecológicos y convencionales obtenidos.

Propiedad fisicoquímica	Tomate convencional	Tomate agroecológico
Acidez titulable (%)	0,44 ± 0,01 ^a	0,35 ± 0,02 ^b
pH	4,19 ± 0,02 ^a	4,11 ± 0,02 ^a
Sólidos solubles (°Brix)	4,20 ± 0,02 ^a	4,00 ± 0,01 ^a
Humedad (%)	94,05 ± 0,41 ^a	94,62 ± 0,13 ^a
Proteínas (%)	1,20 ± 0,03 ^a	1,18 ± 0,02 ^a
Grasas (%)	0,07 ± 0,01 ^a	0,05 ± 0,01 ^a
Cenizas (%)	0,54 ± 0,01 ^a	0,59 ± 0,02 ^b
Minerales		
Na (mg /100 g bh)	1,91 ± 0,12 ^a	6,24 ± 0,81 ^b

K (mg /100 g bh)263 ± 3^a146 ± 2^b

Se presentan promedios con la desviación estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$, t test). Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Con nuestro trabajo podemos indicar de forma preliminar que entre tomates producidos en las condiciones mencionadas bajo la metodología agroecológica y aquellos producidos bajo métodos convencionales, se perciben diferencias sensoriales significativas en virtud de los resultados de la prueba triangular. El ensayo de preferencia no indicó diferencias significativas y eso podría estar asociado a que los consumidores están acostumbrados a las características sensoriales del tomate tradicional, pero se destaca que valoran el producto agroecológico por el compromiso que presenta con el medioambiente. Por otro lado, en el ensayo de aceptabilidad se observa que ambas metodologías de producción son bien aceptadas; pero en cuanto a atributos de apariencia, color, sabor y textura se observa mayor respuesta en la categoría, "Me gusta mucho" para la metodología agroecológica por parte de los consumidores. Sería interesante como próximo ensayo hacer una evaluación descriptiva con un panel entrenado a fin de establecer si les gusta más porque efectivamente cambia el perfil organoléptico. Respecto a los ensayos fisicoquímicos sólo la acidez, el contenido de cenizas, sodio y potasio demostraron diferencias significativas. La diferencia en cenizas es interesante e invita a estudiar en detalle el contenido de micronutrientes de forma más completa.

Dado que los consumidores otorgan mayor importancia a las características organolépticas de los productos que a las características fisicoquímicas; resulta esto en un factor limitante que convierte a estos ensayos en un dato fundamental para determinar la influencia del sistema agrícola en las preferencias de los consumidores.

Por otra parte, la mayor aceptabilidad del tomate convencional versus tomate agroecológico respecto al dulzor y acidez, podría deberse a que los consumidores están acostumbrados a estas características que en el caso del tomate agroecológico presenta modificaciones, y de allí su menor aceptabilidad en cuanto a estas características.

Se concluye entonces que hay una influencia significativa del método de cultivo en las características sensoriales y en algunos parámetros fisicoquímicos de los tomates. Se propone continuar la investigación, sumando más evaluadores, efectuando análisis descriptivos y fisicoquímicos más detallados que incluya perfil de aminoácidos, azúcares, minerales y vitaminas, para determinar si evidencian mejor calidad nutricional, lo que permitiría el desarrollo de estrategias asociadas para promover la agroecología.

Es importante promover la conciencia entre los agricultores y consumidores sobre las ventajas de la producción agroecológica y orgánica. La educación y la capacitación en estas prácticas son fundamentales para superar la resistencia al cambio y fomentar la adopción de sistemas de producción más sostenibles. Además, es necesario abordar las

inquietudes económicas de los agricultores y demostrar cómo estas prácticas pueden ser igualmente o más rentables a largo plazo.

Referencias bibliográficas

AOAC (1990). Official methods of analysis of AOAC: Food composition; additives; natural contaminants (Vol. II). In Helrich, K. (Ed.). *AOAC*.

Aguayo, E. y Artés, F. (2004). *Elaboración del tomate mínimamente procesado en fresco. Compendios de horticultura*. Ediciones de Horticultura S.L.

Aina, O.E., Amoo, S.O., Mugivhisa, L.L. y Olowoyo, J.O. (2019) Effect of organic and inorganic sources of nutrients on the bioactive compounds and antioxidant activity of tomato. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17 (2), 3681–3694. doi: 10.15666/aeer/1702_36813694

Altieri, M.A. y Nicholls, C.I. (2012). Agroecology Scaling Up for Food Sovereignty and Resiliency. In: Lichtfouse, E. (eds) *Sustainable Agriculture Reviews. Sustainable Agriculture Reviews*, 11. Springer. doi: 10.1007/978-94-007-5449-2_1

Bach, V., Kidmose, U., Kristensen, H.L. y Edelenbos, M. (2015). Eating quality of carrots (*Daucus carota* L.) grown in one conventional and three organic cropping systems over three years. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63 (44), 9803–9811. doi: 10.1021/acs.jafc.5b03161.

Baldwin, E. A., Scott, J. W., Einstein, M. A., Malundo, T. M. M., Carr, B.T., Shewfelt, R. L., y Tandon, K. S. (1998) Relationship between Sensory and Instrumental Analysis for Tomato Flavor. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 123(5), 906-915., doi:10.21273/JASHS.123.5.906

Barański, M., Rempelos, L., Iversen, P. O., y Leifert, C. (2017). Effects of organic food consumption on human health; the jury is still out!. *Food & nutrition research*, 61(1), 1287333. doi: 10.1080/16546628.2017.1287333

Cantwell, M. (2004). *Fresh Market Tomato. Statewide Uniform Variety Trial Report Field and Postharvest Evaluations*. Universidad de California.

Directorate General for Health & Consumers. (2017). *European Union pesticides database Pesticide Residues MRLs*. <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=pesticide.residue.selection&language=EN>

Gliessman, S. R. (2013). Agroecología: Plantando las raíces de la resistencia. *Agroecología*, 8(2), 19–26. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/212151>

Hough, G., Wakeling, I., Mucci, A., Chambers, E., Gallardo, I. M., y Alves, L. R. (2006). Number of consumers necessary for sensory acceptability tests. *Food Quality and Preference*, 17(6), 522–526. doi:10.1016/j.foodqual.2005.07.002

Hurtado-Barroso, S., Tresserra-Rimbau, A., Vallverdú-Queralt, A., Lamuela-Raventos, R. M., (2019). Organic food and the impact on human health. *Critical Review of Food Science*, 59 (4), 704–714. doi: 10.1080/10408398.2017.1394815.

Instituto Nacional de Estadística y Censos - I.N.D.E.C (2021) *Censo Nacional Agropecuario 2018 : resultados definitivos*. Instituto Nacional de Estadística y Censos – INDEC. https://www.indec.gov.ar/ftp/cuadros/economia/cna2018_resultados_definitivos.pdf

IRAM 20003 (2012) (ISO 8589:2007) *Análisis sensorial – Guía para la instalación de locales de ensayo*.

IRAM 20008 (2012) (ISO 8589:2007) *Análisis sensorial –Ensayo triangular*.

ISO 6658 (2017) *Sensory analysis — Methodology — General guidance*

Kelly, S. D. y Bateman, A. S. (2010). Comparison of mineral concentrations in commercially grown organic and conventional crops – tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) and lettuces (*Lactuca sativa*). *Food Chemistry*, 119, 738-745. doi: 10.1016/j.foodchem.2009.07.022

Kendall, M. G. y Stuart, A. (1967). *The advanced theory of statistics*. Vol 1.

Maldonado-Celis, M. E., Yahia, E. M., Bedoya, R., Landázuri, P., Loango, N., Aguillón, J., Restrepo, B. y Guerrero Ospina, J.C. (2019) Chemical Composition of Mango (*Mangifera indica* L.) Fruit: Nutritional and Phytochemical Compounds. *Frontiers Plant Science*, 10, 1073. doi: 10.3389/fpls.2019.0107

Ministerio de Salud de la Nación (2022) *SARA 2: Tabla de composición química de alimentos para Argentina: compilación para ENNyS 2*. Ministerio de Salud de la Nación. https://bancos.salud.gob.ar/sites/default/files/2022-09/tabla-composicion-quimica-alimentos-argentina_ennys2.pdf

Oltman, A. E., Yates, M. D. y Drake, M. A. (2016). Preference mapping of fresh tomatoes across 3 stages of consumption. *Journal of Food Science*, 81, s1495-s1505.

One Health High Level Expert Panel (2022). *One health theory of change*. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/m/item/one-health-theory-of-change>

One Health High Level Expert Panel (2023). *The One Health Definition and Principles Developed by OHHLEP*. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/m/item/one-health-definitions-and-principles>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2020). *Uso de la tierra en la agricultura según las cifras*. FAO. <https://www.fao.org/sustainability/news/detail/es/c/1279267/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2022). *FAO STAT*. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>

Parelho, C., Bernardo, F., Camarinho, R., Rodrigues, A.S y Garcia, P. (2016) Testicular damage and farming environments—an integrative ecotoxicological link. *Chemosphere*, 15, 135-1134. doi: 10.1016/j.chemosphere.2016.04.043

Popp, J., Pető, K. y Nagy, J. (2013). Pesticide productivity and food security. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33, 243–255 doi: 10.1007/s13593-012-0105-x

Rani, L., Thapa, K., Kanojia, N., Sharma, N., Singh, S. Singh Grewal, A., Srivastav, A. L. y Kaushal, J. (2021). An extensive review on the consequences of chemical pesticides on human health and environment. *Journal of Cleaner Production*, 283, 124657. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.124657.

Richmond, M. E. (2018) Glyphosate: A review of its global use, environmental impact, and potential health effects on humans and other species. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 8, 416–434. doi: 10.1007/s13412-018-0517-2.

Roessler, E. B., Baker, G. A. y Amerine, M. A. (1956) One tailed and two tailed test in organoleptic comparisons. *Journal of Food Science*, 21, 117-121.

Roessler, E. B., Warren J. y Guymon J.F. (1948). Significance in triangular test. *Journal of Food Science*, 13, 503-505.

Röös, E., Mayer, A., Muller, A., Kalt, G., Ferguson, S., Erb, K. H, Hart, R., Matej, S., Kaufmann, L., Pfeifer, C., Frehner, A., Smith, P. y Schwarz, G. (2022) Agroecological practices in combination with healthy diets can help meet EU food system policy targets. *Science of The Total Environment*, 847, 157612, doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.157612.

Saleem, M. F., Ghaffar, A., Rahman, M. H., Imran, M., Iqbal, R., Soufan, W., Danish, S., Datta, R.; Rajendran, K. y EL Sabagh, A. (2022). Effect of Short-Term Zero Tillage and Legume Intercrops on Soil Quality, Agronomic and Physiological Aspects of Cotton under Arid Climate. *Land*, 11(2), 289. doi: 10.3390/land11020289

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (2020) *Producción de tomate en Argentina* <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/produccion-tomate-argentina-diciembre-2020.pdf>

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (2023) *Producción de tomate en Argentina Evolución del cultivo hasta la temporada 2021/22*. <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/produccion-tomate-en-argentina-hasta-2021-2022.pdf>

Sharma, R., Parween, T. y Patanjali, P. K. (2018). Chapter 3-Pesticide Contamination and Human Health Risk Factor. En M. Oves et al. (eds.), *Modern Age Environmental Problems and their Remediation* (49-68). Springer International Publishing AG. doi: 10.1007/978-3-319-64501-8_3

Suciu, N. A., Ferrari, F. y Trevisan, M. (2019) Organic and conventional food: comparison and future research. *Trends in Food Science and Technology*, 84, 49–51. doi: 10.1016/j.tifs.2018.12.008

United States Department of Agriculture (1997) *Standards for Grade of Fresh Tomatoes (7 CFR 51)*. <https://www.ams.usda.gov/grades-standards/tomato-grades-and-standards>

United States Department of Agriculture (2019) *Tomatoes, red, ripe, raw, year round average*. FoodData central. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/170457/nutrients>

Universidad Nacional de Lanús (2021). *Caracterización censal de las y los aspirantes e ingresantes del curso de ingreso*. Secretaría Académica. Área de estadística.

Universidad Nacional de Lanús (2023). *Curso de ingreso 2023: aprobación, desaprobación y datos censales generales, departamentales y por carrera*. Secretaría Académica. Área de estadística.

Van Balen, D., Cuperus, F., Haagsma, W., De Haan, J., Van Den Berg, W., y Sukkel, W. (2023). Crop yield response to long-term reduced tillage in a conventional and organic farming system on a sandy loam soil. *Soil and Tillage Research*, 225, 105553. doi: 10.1016/j.still.2022.105553

van der Ploeg, J. D., Barjolle, D., Bruil, J., Brunori, G., Costa Madureira, L. M., Dessein, J., Drag, Z., Fink-Kessler, A., Gasselin, P., Gonzalez de Molina, M., Grolach, K., Jürgens, K., Kinsella, J., Kirwan, J., Knickel, K., Lucas, V., Marsden, T., Maye, D., Migliorini, P., Milone, P...Wezel, A. (2019). The economic potential of agroecology: Empirical evidence from Europe. *Journal of Rural Studies*, 71, 46–61. doi: 10.1016/j.jrurstud.2019.09.003

Wittig de Penna, E. (2001) *Evaluación Sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos*. Universidad de Chile. http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/wittin ge01/index.html 05/07/07

Yuan X., Pan, Z., Jin, C., Ni, Y., Fu, Z. y Jin, Y. (2019). Gut microbiota: An underestimated and unintended recipient for pesticide-induced toxicity. *Chemosphere*, 227, 2019, 425-434. doi: 10.1016/j.chemosphere.2019.04.088

Fecha de recepción: 23/10/2023

Fecha de aceptación: 4/12/2023