

**Características fisicoquímicas y sensoriales de las fresas (*Fragaria x ananassa Duch*),  
producidas mediante sistemas de agricultura hidropónica y convencional**

Milena Isabel Alzate Diaz<sup>1</sup>, Juliana Lopera Jaramillo<sup>1</sup>, Natalia Andrea Ruiz Castro<sup>1</sup>, Ana María  
Aristizábal Montoya<sup>2</sup>

**Resumen**

La fresa es uno de los productos más rentables en la categoría de frutas en el entorno colombiano, ya que los precios del mercado generalmente son superiores a los costos de producción, además que su precio presenta alta variabilidad durante el año ya que es un producto que goza de la aceptación de los consumidores. El objetivo de este estudio fue evaluar las características fisicoquímicas y sensoriales de la fresa (*Fragaria x ananassa Duch*), producidas mediante sistemas de agricultura hidropónica y convencional. Los frutos de fresa de los cultivos convencional e hidropónico fueron adquiridos en el mercado local del municipio de Rionegro, para el análisis fisicoquímico y sensorial se seleccionaron 700 g de fresas de cada uno, en estado de madurez comercial. En el análisis fisicoquímico se determinó la madurez, peso, diámetro, pH, acidez total e índice de madurez de los frutos. Para el análisis sensorial se convocó un panel conformado por 24 estudiantes de Nutrición y dietética de la Universidad Católica de Oriente interesados en hacer parte del proyecto. En los resultados fisicoquímicos se encontró que el peso y diámetro son mejores en un sistema convencional, grado de madurez es mejor en un sistema hidropónico y en el pH, SST, % acidez y IM no hay diferencia significativa entre los cultivos. En

---

<sup>1</sup>Semillerista, estudiante de Nutrición y Dietética de la Universidad Católica de Oriente.

<sup>2</sup>Ingeniera de Alimentos, Magister en Innovación Alimentaria y Nutrición. Coordinadora del Semillero Alimentación y Nutrición Humana (A&NH), Docente de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Católica de Oriente.

los Resultados del análisis sensorial, los panelistas evaluaron color, sabor, aroma y apariencia, se evidencia que en un cultivo hidropónico presentaron mejor apariencia y color. También se evaluó el nivel de aceptación por el fruto con una escala likert, donde se encuentra que los frutos hidropónicos son más apetecidos.

***Palabras clave:*** *calidad, cultivo convencional, Hidropónica, sensorial.*

## **Introducción**

La fresa (*Fragaria x ananassa Duch*) es una fruta blanda de alto valor económico, a la que millones de personas incluyen en su dieta, gracias a sus propiedades organolépticas y a su contenido fitoquímico, ya que es una fuente sustancial de vitamina C, compuestos fenólicos y antioxidantes (Lopez-Valencia et al., 2018).,

La Producción mundial de Fresa asciende a los 4,8 millones de toneladas, siendo los principales productores China y Estados Unidos, Colombia es el tercer país latinoamericano con mayor área sembrada en cultivos frutales, entre los que se destacan el Mango y la Fresa, en el país se produce fresa todo el año y las variedades que se siembra en Colombia son principalmente Camarrosa, Albión, Camino Real, Monterrey, San Andreas, Portola, Ventana y Palomar (Minagricultura, 2021). Siendo así, uno de los productos más rentables en la categoría de fruta, pues los precios del mercado generalmente son superiores a los costos de producción, el precio se mantiene estable durante el año al gozar de popularidad entre los consumidores, lo que garantiza la venta y buenos precios en el mercado local y nacional (Cadena Padilla, 2017).

Las fresas son cultivadas de diversas maneras, el sistema convencional es una técnica antigua y la principal, en la cual la planta va directamente al suelo, donde toma la mayor

parte de nutrientes; requiriendo un análisis de la composición del suelo, para realizar una fertilización óptima para lograr un adecuado crecimiento del fruto; entre las desventajas de este sistema de cultivo se encuentra el manejo de las plagas y enfermedades, que causan deterioro y podredumbre del fruto y por ende genera pérdidas significativas, además que el uso de agroquímicos ocasiona resistencia de plagas y parásitos que obligan a aumentar la potencia y cantidad de los insumos empleados, que conllevan a la destrucción en la vida microbiana subterránea, así como una posible residualidad de sustancias en los frutos que afecta el valor nutricional e inocuidad de los productos cosechados (Guzmán Jua, 2021).

La producción bajo el sistema hidropónico es una técnica por medio de la cual las plantas obtienen los nutrientes en una solución nutritiva a través de un sustrato que contiene fibra de coco y aserrín, entre otros, para proveer un soporte mecánico. Este tipo de cultivo representa una oportunidad para aumentar el rendimiento y la calidad del fruto sobre los sistemas tradicionales, debido al proceso de producción que se lleva a cabo; lo cual le brinda a la planta los nutrientes y condiciones necesarias para su desarrollo, rendimiento y mejor calidad de los frutos (Hernández Pérez, 2017a).

Para los distribuidores comerciales, las características de las fresas en cuanto a su apariencia como la firmeza y grado de madurez son muy importantes, ya que esto determina su vida de almacenamiento, además la demanda del producto finalmente depende de una buena apariencia, firmeza, color y sabor agradable, y un adecuado valor nutritivo (Hernández Pérez, 2017a). Dependiendo el tipo de cultivo las características sensoriales pueden variar.

Algunas investigaciones sugieren que el sistema hidropónico es una alternativa de solución viable y sostenible frente a la disponibilidad de suelo donde se cultiva cada vez menos, porque directamente en el suelo implica desventajas como reducción en la eficiencia en el uso de nutrientes, esto puede conducir a exceso de iones, por fertilizaciones frecuentes

lo que causa desbalance entre el crecimiento vegetativo, origina reducción del rendimiento y menor calidad sensorial de las fresa (Ibadango Ruiz, 2017).

El sistema de cultivo hidropónico mostró una mejor condición para la conservación que el convencional, con una menor actividad respiratoria y menores pérdidas por podredumbres, aunque con una reducción en el sabor. En algunos estudios se llegó a la conclusión de que se debe investigar más ya que se conoce muy poca información sobre el sistema hidropónico o el sistema convencional en la evaluación sensorial en los cultivos de fresas (Ibadango Ruiz, 2017).

Desde el rol que desempeña el nutricionista dietista es importante orientar al consumidor sobre la forma correcta de adquirir, almacenar, preparar, conservar o combinar los alimentos para minimizar las pérdidas de nutrientes, garantizar su inocuidad, mantener o mejorar sus características sensoriales y dependiendo del campo de acción debe analizar y garantizar la calidad nutricional y sensorial de los alimentos (Liévano F et al., 2013). Es por ello, que desde este estudio se buscó evaluar las características fisicoquímicas y sensoriales de la fresa (*Fragaria x ananassa Duch*) producidas mediante sistemas de agricultura hidropónica y convencional.

## **Metodología**

El material vegetal de la variedad de fresa (*Fragaria x ananassa Duch*) cultivada por mediante cultivo convencional e hidropónico, en diferentes estados de madurez, fueron adquiridos en el mercado local del Municipio de Rionegro Antioquia, provenientes del Municipio de la Unión, uno de los principales productores de fresa del oriente antioqueño por sus características agronómicas óptimas, como altitud de 2.500 m s. n. m., con una temperatura promedio de 17°C.

Los frutos del cultivo convencional provenían de plantaciones a campo abierto, con separación entre ellas de 0.5 m, cada plantación ubicada en camas de 45 m de largo y 1 m de ancho, cubiertas por una película de polietileno de color negro, de tres capas, liso, con calibre 1.2 mm. El cultivo recibió fertilización al momento de plantación e inicio de la cosecha, dicha fertilización contenía calcio, fósforo, nitrógeno y potasio, fueron aplicados los pesticidas Oberon® y Daconil® para el control de las plagas mediante un sistema de goteo.

Los frutos hidropónicos provenían de plantas sembradas bajo una estructura techada tipo invernadero, sobre soportes piramidales en tubos de PVC de 2 m de largo e inclinados para drenaje y perforados cada 20 cm, el sustrato de cultivo constituido por fibra de coco y cascarilla de arroz, y dosificación de solución nutritiva por técnica de goteo discontinuo (2 min\*1 h), brindando por este medio elementos menores (2 mL\* 1 L) y mayores (2 mL\* 1 L) (Guerrero Guerrero, 2020)



**Figura 1.** Muestras de frutos seleccionadas para el análisis fisicoquímico

Para el análisis fisicoquímico y sensorial, se seleccionaron 700 gramos de fresas por cada cultivo, con diferentes estados de maduración y dentro de las categorías A y B según el peso y diámetro del fruto, según la NTC 4103 (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [Icontec], 1997), equivalen a las categorías comerciales denominadas “de segunda” los frutos cuyo diámetro sea  $\geq 34$  mm y con un peso promedio de 21.8 g, y “de

tercera” frutos con diámetro de 30 a 33 mm, y peso promedio de 16,1 g dichas categorías son las comercializadas con mayor frecuencia en el mercado local.

### *Análisis de las características fisicoquímicas*

La madurez de los frutos se estableció mediante la tabla de color que propone la NTC 6284, donde 1 es fruto pálido (blanco -verdoso) con mínimo color rojo, hasta 6 donde el fruto tiene un rojo intenso brillante uniforme en todo el fruto, lo anterior mediante un consenso entre los analistas después de una inspección sensorial.

El peso de los frutos se determinó utilizando una balanza electrónica digital calibrada y tarada en el momento de la toma del dato, esta variable se estableció con la fresa completa (incluido el pedúnculo). (NTC 4103, 1997)

El diámetro de los frutos se obtuvo con la medición del calibre empleando un pie de rey, con la toma del diámetro máximo (cercano al cáliz) por fruto, tomado por cada analista y promediado el resultado. (NTC 4103, 1997)

La determinación del pH de las fresas se efectuó con pH-metro digital calibrado, sumergiendo el electrodo de vidrio en el macerado del fruto, el valor fue tomado una vez se estabilizó la lectura del equipo.

Los sólidos solubles totales (SST) o grados Brix (°Brix) se tomaron empleando el refractómetro digital al depositar una gota del macerado de las fresas.

La acidez total titulable (ATT) expresada en porcentaje de ácido cítrico (%AC), se determinó por el método de volumetría propuesto por Nunes et al. (2006) Se tomó 5 g de muestra de la fresa macerada, diluida en 50 mL de agua destilada y adicionando 3 gotas de fenolftaleína, a partir de esta solución se tituló con hidróxido de sodio (NaOH) al 0,1 N, hasta obtener un cambio de tonalidad en la muestra notorio y constante, el dato del hidróxido gastado se reemplazó en esta fórmula (Julio-González et al., 2018):

$$\% AC = \frac{mL NaOH * 0.1 * 0.0064}{5mL} * 100$$

***Ecuación 1. Porcentaje de acidez (% ácido cítrico)***

Donde mL NaOH el volumen utilizado de NaOH, 0.1 la Normalidad de NaOH y 0.0064 los miliequivalentes del ácido cítrico, debido a que es el principal ácido presente en la fresa (Aguayo et, 2006).

Para determinar el índice de madurez (IM), se estableció la relación entre el contenido de Sólidos solubles totales (SST) expresados en °Brix y valor de la acidez total titulable ATT (% de ácido cítrico) como lo propone la NTC 6284, 2018.

***Análisis y perfil sensorial de las Fresas***

Para la selección del panel sensorial se realizó una convocatoria donde se reclutaron 24 estudiantes de Nutrición y dietética de la Universidad Católica de Oriente interesados en hacer parte del proyecto, el proceso de inscripción se realizó bajo un formato digital Microsoft forms® en el cual se realizó un cuestionario sobre información sociodemográfica como edad, sexo, ocupación, entre otros y datos relevantes para el análisis sensorial como alergias, gustos alimentarios, entre otros. También se realizó un consentimiento informado para participar en el proyecto, para lo cual se obtuvo previo aval del Comité de Ética.

De los participantes inscritos se seleccionaron los que cumplieron con los siguientes criterios: No presentación de alergias, no consumo de alcohol, cigarrillo, ni ají y los participantes que señalaron gusto por las fresas. Además, se realizó prueba de gustos primarios (ácido, dulce, salado, amargo y umami) con diferentes niveles de intensidad, así como reconocimiento de aromas.

Con los estudiantes que conformaron el panel sensorial, se procedió al entrenamiento y levantamiento de términos para el análisis sensorial de las fresas, de acuerdo con la Guía

técnica colombiana (GTC 232) que contempla la metodología para establecer el perfil sensorial, así como la Norma Técnica Colombiana NTC 3932 de 2022 con la cual se permite la identificación y selección de los descriptores para establecer un perfil sensorial total cuantitativo, donde se asignaron términos descriptivos de los atributos de la muestra y un puntaje según la intensidad de cada atributo, para una aproximación multidimensional, para lo cual se procedió de la siguiente manera; se realizó una reunión con los aspirantes al panel sensorial que aceptaron el consentimiento informado (estudiantes de nutrición y dietética con gusto por las fresas sin alergias). De acuerdo con la habilidad para reconocer atributos sensoriales de sabor, color y aroma, creatividad y habilidad para expresarse, además con un amplio vocabulario y moderado uso de este para dar una descripción simple y entendible del producto se seleccionaron los 10 panelistas que obtuvieron un mejor desempeño.

Dichos panelistas fueron citados en un salón adecuado teniendo en cuenta la Guía Técnica Colombiana 226, propiciando un lugar cómodo y fresco, alejado del ruido, donde se separaron por mesas para no interferir entre ellos y lograr una adecuada concentración, al momento de realizar la valoración de las fresas perfil sensorial y aceptación de las mismas.

Los participantes siguieron las indicaciones de la NTC 3932 de 2022 que prohíbe el uso de perfume, jabones perfumados y lociones de mano, evitando así confundir el olor y sabor del producto evaluado.

El grupo de panelistas recibió los frutos de fresa para la evaluación sensorial con un grado de maduración entre 3 y 6 según el análisis fisicoquímico y como comercialmente se encuentran en el mercado, estas fueron presentadas con una codificación aleatoria para los frutos provenientes de cultivos convencional e hidropónico en platos desechables, junto con un código QR de un formulario en Microsoft Forms® para realizar la calificación. En el primer momento se evaluaron los atributos de color, sabor, aroma y apariencia para establecer



el perfil sensorial previamente se había establecido los descriptores y escala de valoración, y posteriormente el grado de aceptación a través de una escala likert. Para realizar un barrido entre cada evaluación se dispuso una botella de agua para cada panelista para enjuagarse la boca, con el fin de evitar confundir los sabores.

### **Análisis estadístico**

Para la evaluación de las características fisicoquímicas de los frutos se realizó un análisis descriptivo cuantitativo unifactorial donde el factor de estudio fue el tipo de cultivo (convencional e hidropónico), las variables de respuesta fueron masa, calibre, pH, sólidos solubles totales (SST), acidez total titulable (ATT) e índice de madurez. Para el análisis estadístico de los datos y las figuras de los valores obtenidos se utilizó el programa Jamovi 2.2.5 y los resultados fueron analizados mediante ANOVA, con un nivel de confianza del 95% (The jamovi project, 2021).

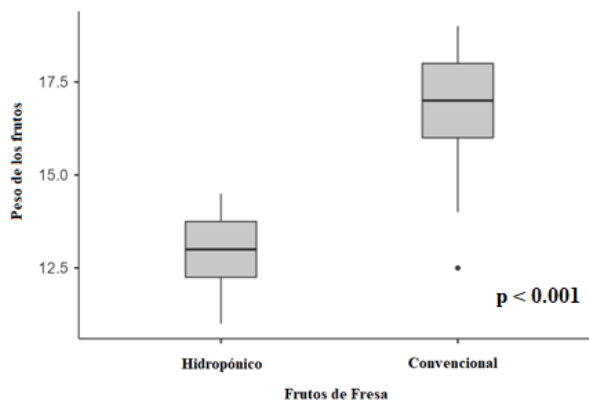
Para establecer el perfil sensorial y aceptabilidad del fruto se realizó un análisis descriptivo cualitativo donde el factor de estudio fue el tipo de cultivo (convencional e hidropónico), las variables de propuesta fueron aroma, color, sabor, apariencia y aceptabilidad; para el análisis de datos se utilizó el programa de Excel, en el perfil sensorial se utilizó la gráfica de tipo radial, y para mirar el nivel de aceptabilidad se realizó una figura de barras, todos los datos obtenidos fueron a partir del promedio de cada característica.

### **Resultados**

La clasificación de los frutos de fresa para comercialización se realiza a través de una categorización por variables como el peso y el calibre, dejando de lado otros parámetros fisicoquímicos y sensoriales que en la producción primaria son difíciles de determinar, pero

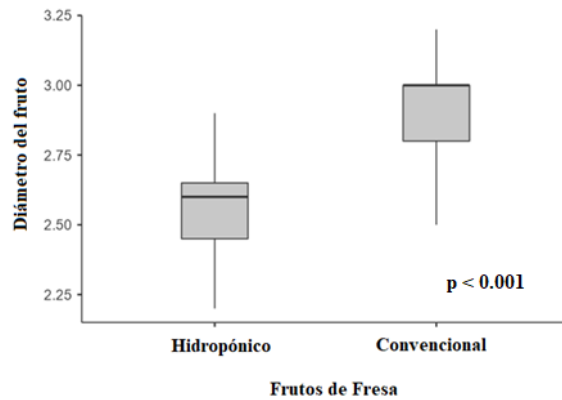
que son un factor clave en determinar la calidad del fruto. Los resultados promedio del análisis fisicoquímico con los parámetros peso, diámetro, grado de madurez, pH, sólidos solubles – SST (°Brix), % de acidez (% de ácido cítrico) e índice de madurez establecidos por la Norma Técnica Colombiana para las fresas de los frutos, evidencian la variabilidad entre los frutos evaluados según el tipo de cultivo.

Los frutos de fresa cultivados bajo el sistema convencional pesaron en promedio 16.6 g, mientras las fresas del cultivo hidropónico presentaron un peso promedio de 12.9 g, como lo muestra la Figura 2 existe una diferencia significativa ( $p < 0.001$ ) en el peso de los frutos según el tipo de cultivo.



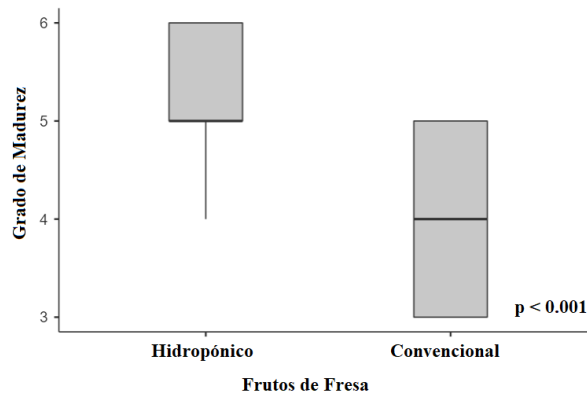
**Figura 2.** Peso de los frutos según el tipo de cultivo

De igual manera el tamaño de las fresas según el cultivo presenta una variabilidad pasando de 2.55 cm en los frutos del cultivo hidropónico a 2.92 cm en los frutos del cultivo convencional, como se evidencia en la figura 3 hay diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.001$ ) para el diámetro del fruto de fresa respecto al tipo de cultivo del cual se produce.



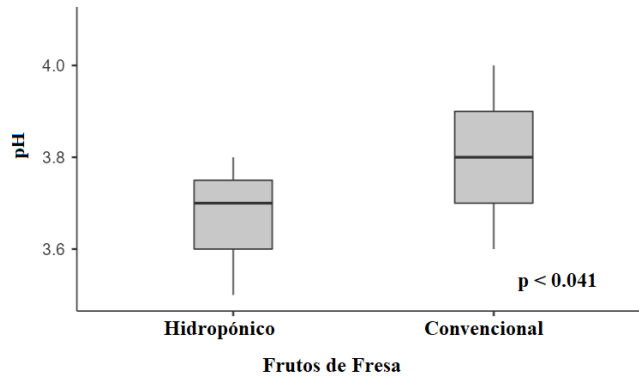
**Figura 3.** Diámetro de los frutos según el tipo de cultivo

Los frutos de fresa cultivados bajo el sistema de hidroponía presentaron mayor grado de madurez a comparación de los convencionales teniendo presente que hay una variabilidad muy alta en el cultivo convencional. Se logra evidenciar en la Figura 4 existe una diferencia significativa ( $p < 0.001$ ) entre el grado de madurez de los frutos comercializados de acuerdo con el tipo de cultivo del cual provienen.



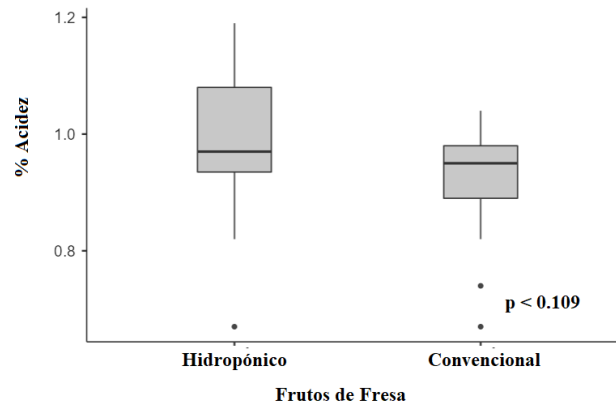
**Figura 4.** Grado de Madurez de los frutos según el tipo de cultivo

El pH de los frutos de fresa cultivados en sistema hidropónico fue en promedio de 3.71, mientras que en los frutos del cultivo convencional fue de 3.82. Como puede observarse en la Figura 5 no hay diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.041$ ) para esta variable en los frutos independiente del tipo de cultivo del cual se obtengan.



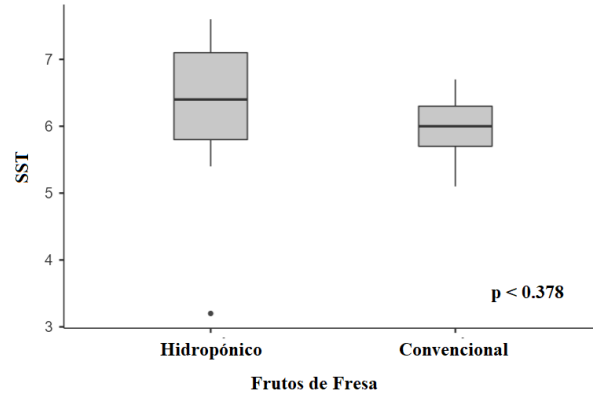
**Figura 5.** pH de los frutos según tipo de cultivo

La acidez total titulable expresada como porcentaje de ácido cítrico para los frutos de fresa cultivados en sistema hidropónico fue en promedio de 0.987%, mientras que para el cultivo convencional de 0.909% como se muestra en la Figura 6. No existe una diferencia estadísticamente significativa entre los frutos según el tipo de cultivo.



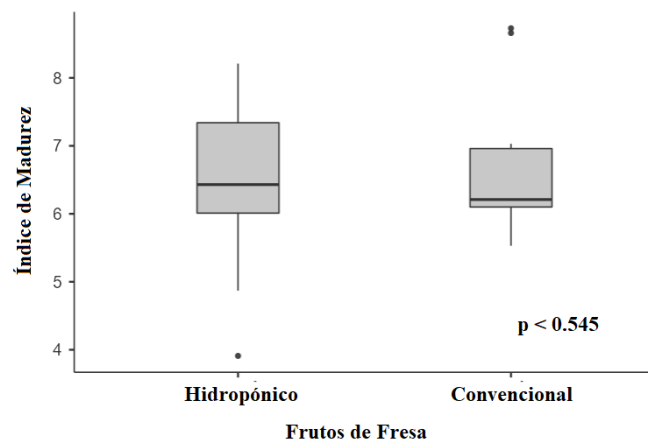
**Figura 6.** Porcentaje de acidez de los frutos según el tipo de cultivo

El contenido de Sólidos Solubles Totales – SST en los frutos de fresa provenientes de cultivos hidropónicos osciló entre 5.26 y 7.5 °Brix, mientras que en los frutos convencionales entre 5.63 y 7.62 °Brix, como puede apreciarse en la Figura 7 no muestra una diferencia estadísticamente significativa para los frutos de fresa cultivado bajo los dos sistemas productivos.



**Figura 7.** Sólidos solubles totales de los frutos según tipo de cultivo

El índice de madurez es una relación entre el contenido de sólidos solubles y el porcentaje de acidez de los frutos, para las fresas cultivadas bajo el sistema hidropónico fue de 6.38 en promedio y para los frutos bajo el sistema convencional de 6.63, como se muestra en la Figura 8 no hay diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.545$ ) entre este indicador y el tipo de cultivo bajo el cual se cosechan los frutos.

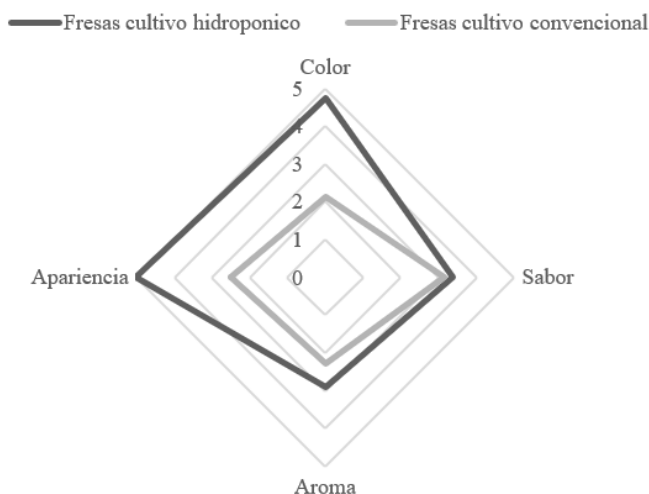


**Figura 8.** Índice de madurez de los frutos según el tipo de cultivo

### **Análisis sensorial**

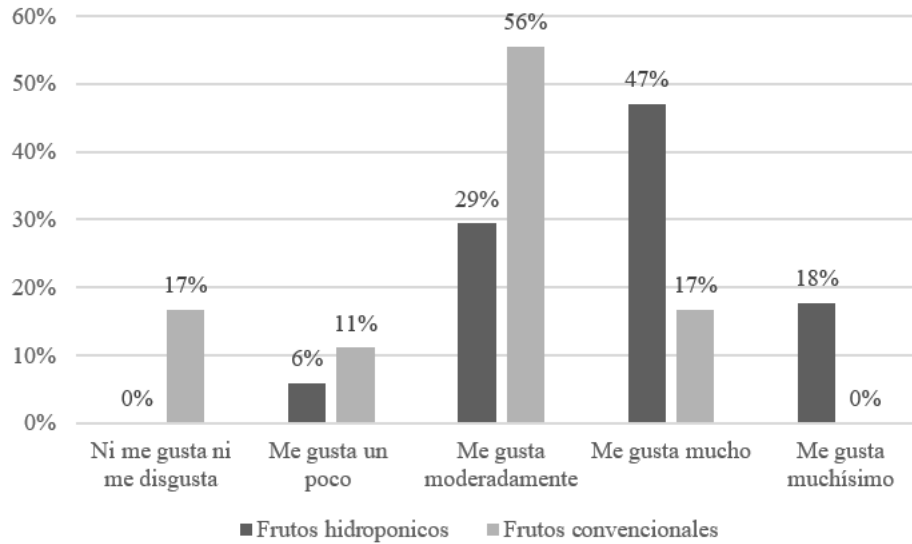
Para establecer el perfil sensorial los panelistas seleccionados establecieron los atributos de mayor relevancia para las fresas y su respectiva escala de valoración. Para el

color la escala inicio en 1 equivalente a frutos rojos claros y con una porción clara a verdosa y terminaba en 5 con una tonalidad roja intensa, para el sabor la puntuación en 1 se asignaba a los frutos simples y muy ácidos, y la máxima calificación de 5 a los frutos dulces y con el ácido característico de fresa madura, el aroma se valoró en 1 para tropical suave hasta 5 para tropical a fresa característico y para la valoración de la apariencia una calificación de 1 para poco apetitoso y de 5 para muy apetitoso. Los resultados son presentados en la Figura 9, dónde se evidencia que las fresas de cultivo hidropónico presentaron mejor apariencia y color que las fresas de cultivo convencional, en cuanto al sabor y al aroma no presentó una diferencia significativa siendo estos muy similares.



**Figura 9.** Perfil sensorial de los frutos de fresa evaluados

De igual manera, los jueces evaluaron la aceptabilidad de los frutos indicando en nivel de aceptación general con una escala likert, donde los frutos de fresa convencionales tuvieron un porcentaje mayor en “me gusta moderadamente” y los frutos de fresa cultivados bajo el sistema hidropónico en “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho”, por ende, estos tuvieron mayor aceptabilidad y se puede evidenciar en la figura10.



**Figura 10.** Aceptabilidad de los frutos de fresa evaluado

### Discusión

Al comparar características de los frutos de fresa cultivados bajo dos sistemas de cultivo se encuentra una diferencia significativa en el peso donde el cultivo convencional es mayor al hidropónico. Según Guzmán Jua, 2021a, en su estudio obtuvo mayor peso de frutos/planta en el tratamiento en suelo, frente al tratamiento en sustrato, estos datos coincidiendo con los resultados obtenidos. El peso de frutos/planta se debe principalmente que son frutos desarrollados a partir de la precocidad de las primeras flores, haciendo que el fruto sea pequeño y, por ende, tenga menos peso en un cultivo semi-hidropónico.

En cuanto al diámetro de fruto las fresas del cultivo convencional presentaron mayor diámetro que las provenientes del cultivo hidropónico, esto concuerda con lo reportado en el estudio mencionado anteriormente, donde se evidenció que el tratamiento de cultivo convencional en suelo los frutos presentaban el mayor diámetro siendo el mejor, frente a los tratamientos de cascarilla de arroz, fibra de coco y compost de corteza de pino. Esta

diferencia se debe posiblemente a la temprana formación de frutos con fertilización tardía realizada en todos los tratamientos. El estudio de Fischer et al., 2017, reportó que en estado de plena madurez es notoria la reducción del tamaño y el peso de los frutos en un cultivo hidropónico, en paralelo con la disminución de la firmeza. Respecto a las dos primeras variables fue confirmado ya que los frutos de fresa de cultivo convencional tuvieron mayor peso y diámetro en comparación con los hidropónicos.

Los componentes de la calidad pueden ser sensoriales y nutricionales, lo que implica la evaluación de las características físicas y químicas del fruto para determinar la madurez (Fischer et al., 2017). Se ha encontrado que en un cultivo hidropónico el grado de madurez es mayor gracias a sus soluciones nutritivas (Morales Lasso, 2022), y esto concuerda con los hallazgos en esta investigación, donde se presentó un mayor grado de madurez en los frutos de cultivo hidropónico a comparación de los frutos convencionales.

Por otra parte, los valores de pH encontrados en este estudio para ambos cultivos no presentan diferencia estadísticamente significativa. Al compararlo con los hallazgos de Julio-González et al., 2018, donde la muestra control obtuvo 3,55 de pH y presente estudio se adquirió un promedio cercano a este en las fresas hidropónicas con un pH de 3.71, mientras en el cultivo convencional fue de 3.82 el promedio del pH, se encuentran comportamientos muy similares.

El contenido de azúcares en los frutos, que además le imparten el sabor característico de la fresa se expresan como SST, se encontró en promedio los frutos del cultivo hidropónico aportaban 6.24 °Brix y de 5.95 °Brix en las fresas del cultivo convencional, estas variables no presentaron diferencia estadística significativa para este estudio. Aunque dista de los



hallazgos de Julio-González et al., 2018, que en muestra control de fresa reportó un promedio de 7.33 °Brix. De acuerdo con Hernández Pérez, 2017b el aporte mínimo es de 7 °Brix y valores cercanos a 10°Brix serían los óptimos. Lo que implicaría un mayor control para el momento de cosecha y seguimiento al grado de madurez de los frutos.

El ácido cítrico es el principal ácido presente en los frutos de fresa, su contenido varía de acuerdo al estado de madurez. Los frutos evaluados en este estudio independiente del cultivo de procedencia no presentaron diferencias estadísticamente significativas. Similar a lo encontrado por Hernández Pérez, 2017b quien realizó un estudio para evaluar el rendimiento y calidad de fresa 'Safari' en ambos tipos de cultivos, reportando una acidez promedio de 0.95% para fresas hidropónicas y de 0.96% para fresas de cultivo convencional, lo que demuestra que la menor cantidad de luz recibida por los frutos de hidropónico no influye negativamente en esta variable.

Para el índice de madurez se ha evidenciado que no hay diferencia estadísticamente significativa entre los cultivos y eso se debe a que está relacionado con la cantidad de sólidos solubles totales (SST), y % de acidez. Como se relaciona previamente, entre la concentración de SST y % de ácido cítrico de los frutos no se encuentran diferencias. Para Solórzano et al., 2015, el índice de madurez se ve afectado por factores ambientales principalmente por la temperatura, la radiación solar, la lluvia, la sombra, el contenido de nitrógeno del suelo y también tiempo de cosecha. De acuerdo con Solís Llerena, 2015, en cultivo hidropónicos también se puede ver afectado cuando se le agregan las soluciones nutritivas con mucha cantidad el fosforo y el zinc interviene en la síntesis de la clorofila que en ausencia causa enanismo en la planta y maduración retardada en el fruto.

En los frutos de fresa el color y la apariencia se ve afectado por las variables ambientales precosecha, los factores nutricionales como la vitamina c, ácidos orgánicos, la capacidad antioxidante y flavonoides , afectan la síntesis de antocianinas y el desarrollo del color de la fruta fresca. En el cultivo hidropónico pueden controlarse fácilmente el suministro de nutrientes, ajustando la concentración de la solución nutritiva, mientras que en el cultivo convencional hay una reducción la eficiencia del uso de nutrientes por el exceso de iones aportado por los fertilizantes lo que causa un menor rendimiento y calidad de las fresas (Hernández Pérez, 2017a). De acuerdo con la valoración de los panelistas las fresas obtenidas bajo el sistema hidropónico son mejor calificadas en cuanto a color apariencia respecto al cultivo convencional.

El sabor y el aroma son dos de las propiedades más importantes que dan el valor comercial a las frutas en general e influye en la aceptación por parte del consumidor. De acuerdo con Hernández Pérez, 2017, el cultivo de fresas en sistema hidropónico permite incrementar la calidad y obtener cosechas constantes durante todo el año. Dentro de los factores de calidad de la fresa aumenta su contenido de vitaminas y minerales, además de componentes sensoriales que le dan aroma y sabor. Pese a que no hubo una marcada diferencia para estos dos atributos en el perfil sensorial, se puede evidenciarse que el sistema hidropónico tiene, aunque leve, mayor calificación que los frutos de fresa provenientes del cultivo convencional. Lo que puede explicarse por el control de las variables agronómicas y el control del suministro de las soluciones nutritivas en el cultivo hidropónico.

En cuanto a la aceptabilidad de la fresa de acuerdo con el panel sensorial, los frutos que proviene del cultivo hidropónico tienen una mayor aceptación, que puede sumarse a las bondades que ofrece este sistema que contribuye a la producción de cultivos inocuos, al tener

un mayor control de la nutrición, que puede contribuir a la disminución de la contaminación del suelo, por el uso excesivo e irracional de plaguicidas y fertilizantes (Olvera, 2016). Y respecto a la posibilidad de mejoras a nivel productivo para garantizar la disponibilidad de los frutos en el mercado de acuerdo con Cadena Ardilla, 2017, el sistema de cultivo en invernadero de manera hidropónica ofrece producciones constantes además de un producto de excelente calidad y garantiza la aceptación por los consumidores debido a que satisface las necesidades del mercado.

## Conclusiones

La evaluación de las características fisicoquímicas y sensoriales de la fresa (*Fragaria x ananassa Duch*), producidas mediante sistemas de agricultura hidropónica y convencional permitió evidenciar que bajo la producción hidropónica se obtienen frutos que al comercializarlos tienen una uniformidad en el grado de madurez mayor, que se relaciona con las características sensoriales de color y apariencia las cuales fueron mejor valoradas en dichos frutos y que conllevan a una mayor aceptabilidad de los panelistas evaluadores. Si bien los frutos de la fresa cosechados bajo el sistema convencional presentaron un aumento en el peso y diámetro no fueron determinantes para la evaluación y preferencia del panel.

Para las variables de calidad fisicoquímicas evaluadas en el estudio como el pH, Sólidos Solubles Totales, la acidez total, e Índice de Madurez, así como los atributos sensoriales de sabor y aroma no mostraron variabilidad estadísticamente significativa en relación al sistema de cultivo del cual provienen los frutos.

Dentro del rol como nutricionistas dietistas es posible recomendar el consumo de fresas de acuerdo con la preferencia de los consumidores y de la disponibilidad de los frutos en el mercado. Sin embargo, hace falta estudios en la región que permitan identificar si existe una variación en compuestos fitoquímicos como los antioxidantes que representan un potencial benéfico para la salud en frutos de cultivos convencional e hidropónico.

## Referencias bibliográficas

- Albregts, E. E., C. M. Howard, and C. K. Chandier. 1991 Strawberry responses to K rate on a fine sand soll. Hortscience, Volumen: 138-.
- Cadena Padilla, M. D. P. (2017). Estudio de factibilidad para el cultivo hidropónico de fresa (*Fresa x ananassa D*), en Facatativá Cundinamarca.
- Caruso, G., G. Villari., G. Melchionna, and S. Conti. 2011. Effects of cultural cycles and nutrient solutions on plant growth, yield and fruit quality of alpine strawberry (*Fragaria vesca L.*) grown in hydroponics. *Sci. Hortic.* 479p
- Fischer, G., López-Valencia, D., Sánchez-Gómez, M., & Acuña-Caita, J. F. (2017). Propiedades fisicoquímicas en frutos de siete variedades de fresa (*Fragaria x ananassa Duch.*) durante su maduración. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 19(1).  
[https://doi.org/10.21930/rcta.vol19\\_num1\\_art:528](https://doi.org/10.21930/rcta.vol19_num1_art:528)
- Guzmán Jua, A. R. (2021). Evaluación de un sistema semi hidropónico utilizando dos tipos de sustrato frente a un sistema convencional en el cultivo de frutilla *Fragaria x ananassa* (var. Albión) bajo condiciones de invernadero.
- Hernández Pérez, B. V. (2017). *Evaluación del rendimiento y calidad de fresa en dos sistemas hidropónicos.*
- Ibadango Ruiz, F. D. (2017). Eficiencia y rentabilidad del sistema hidropónico vertical frente al convencional en la producción de tres variedades de fresa (*fragaria vesca L.*), en la granja experimental Yuyucocha, Imbabura.
- ICONTEC Internacional. (2018). Norma Técnica Colombiana NTC 6284. Bogotá. Recuperado de <https://e-collection-icontec-org.bdigital.sena.edu.co/default.aspx>

ICONTEC Internacional. (2020). Análisis sensorial. Método de prueba para la estimación de la magnitud unipolar de atributos sensoriales NTC 6377. Recuperado de <https://e-collection-icontec-org.bdigital.sena.edu.co/default.aspx>

Julio-González, L. C., Matas, A. J., & Mercado, J. A. (2018). Caracterización de indicadores de la calidad del fruto en líneas de fresa transgénicas con genes silenciados que codifican para enzimas pectinolíticas. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 20(1), 42–50. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v20n1.73673>.

Liévano F, M. C., Arismendi J, J., Barriga M, G., Correa de Ruiz, L., Montoya M, C. H., Guzmán de Aristizábal, E., Pinto de Blanco, R., Ochoa C, L. A., Pertuz C, S., Bilbao, E., Puerto S, R., Oliveros, M., Fernández, A., Contreras, M., Lemos, M. L., Gaviria Gómez, B., Morales, L. M., Prada, G., Rueda, E. V., & Vargas Bennett, Y. (2013). perfil y competencias profesionales del nutricionista dietista en colombia-2013.

Lopez-Valencia, D., Sanchez-Gomez, M., Acuna-Caita, J. F., & Fischer, G. (2018). Physicochemical properties of seven outstanding strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) varieties cultivated in Cundinamarca (Colombia) during maturation. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 19(1), 163–178. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol19\\_num1\\_art:848](https://doi.org/10.21930/rcta.vol19_num1_art:848)

Julio-González, L. C., Matas, A. J., & Mercado, J. A. (2018). Caracterización de indicadores de la calidad del fruto en líneas de fresa transgénicas con genes silenciados que codifican para enzimas pectinolíticas. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 20(1), 42–50. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v20n1.73673>.

Liévano F, M. C., Arismendi J, J., Barriga M, G., Correa de Ruiz, L., Montoya M, C. H., Guzmán de Aristizábal, E., Pinto de Blanco, R., Ochoa C, L. A., Pertuz C, S., Bilbao, E., Puerto S, R.,

Oliveros, M., Fernández, A., Contreras, M., Lemos, M. L., Gaviria Gómez, B., Morales, L. M., Prada, G., Rueda, E. V., & Vargas Bernett, Y. (2013). perfil y competencias profesionales del nutricionista dietista en colombia-2013.

Lopez-Valencia, D., Sanchez-Gomez, M., Acuna-Caita, J. F., & Fischer, G. (2018). Physicochemical properties of seven outstanding strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) varieties cultivated in Cundinamarca (Colombia) during maturation. *Corpoica Ciencia y Tecnologia Agropecuaria*, 19(1), 163–178.  
[https://doi.org/10.21930/rcta.vol19\\_num1\\_art:848](https://doi.org/10.21930/rcta.vol19_num1_art:848)

Morales Lasso, M. A. (2022). *Respuesta de la fresa (Fragaria x ananassa) a la aplicación de té de estiércol equino bajo condiciones semi hidropónicas en 4 tipos de sustrato.*

Minagricultura. (2021). *Cadena de la Fresa.* Consultado de:  
<https://sioc.minagricultura.gov.co/Fresa/Documentos/2021-03-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf>

Miszczak, A., Forney, C. F. y Prange, R. K. 1995. Development of aroma volatile and color during ripening of “Kent” strawberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120 (4): 650-655.

Nunes, C., Brecht, B., Morais, A., Sargent, S. (2006). Physicochemical changes during strawberry development in the field compared with those that occur in harvested fruit during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(2), 180-190.

Solís Llerena, J. G. (2015). *Respuesta del suelo y del cultivo de fresa (fragaria x ananassa) a la aplicación de la lactofermentos enriquecidos en el sector Querochaca Cantón Cevallos.*

Solórzano, A. C., Martín, A, Salazar, ; S M, Sandoval, ; J S, Kirschbaum, ; D S, & Autor, \*. (2015). Correlación entre la medida del color del fruto y la concentración de sólidos solubles

totales en frutilla o fresa (*Fragaria ananassa* Duch.) Correlation between fruit color measurement and total soluble solids concentration in strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.). In *Rev. Agron. Noroeste Argent* (Vol. 35, Issue 1).

Roussos, P. A. N\_K. Denaxa, and T Damvakaris. 2009. Strawberry fruit quality attributes after application of plant growth stimulating compounds. *Sci. Horttic.* 138-146.

Olvera, L., 2016. Evaluación agronómica y fisiológica de fresa en un sistema hidropónico innovador tipo revólver. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México.

Guerrero Guerrero, E. M. (2020). Evaluación de sustratos bajo un sistema hidropónico en un cultivo de fresa con variables de calidad. *Informador Técnico*, 85(1), 52–63. <https://doi.org/10.23850/22565035.2922>

ICONTEC (1997). Norma Técnica Colombiana NTC 4103. Frutas frescas. Variedad Chandler. Especificaciones. Bogotá. Recuperado de <https://ecollection-icontec-org.udea.lookproxy.com/normavw.aspx?ID=3146>