

# **Características fisicoquímicas de la fresa (*Fragaria x ananassa Duch*), producidas mediante sistemas de agricultura hidropónica y convencional**

Jésica López Aristizábal<sup>1</sup>, Mariana Cardona Patiño<sup>1</sup>, Ana María Aristizábal Montoya<sup>2</sup>

## **Resumen**

El modelo de producción ha cambiado en los últimos años, para proveer los suministros requeridos por el mundo, con esto se ha evidenciado el aumentado progresivo en la producción de fresas de los últimos años tanto a nivel nacional como mundial, sin embargo, la siembra convencional ha traído consigo el deterioro del planeta, alterando la calidad del aire, agua y suelo; al mismo tiempo es una producción de alimentos poco sustentable. Además, es requerido indagar sobre las diferencias nutricionales en los nuevos métodos de cultivo, con el fin de saber más acerca de esto se ha decidido sembrar un cultivo hidropónico y uno convencional de *Fragaria x ananassa Duch*. y, a partir de estos, se busca analizar los parámetros de calidad fisicoquímicos de masa con la balanza electrónica, el calibre con un calibrador Vernier, el pH por medio de un pH-metro, los sólidos solubles totales (SST) por refractometría, acidez total titulable (ATT) y el índice de madurez a partir de los resultados anteriores; y se clasificó la madurez de cada una de las muestras con la NTC 6284, siendo esta una variable del estudio. La muestra se hizo a tres grupos de 10 frutos por cada tipo de cultivo, obteniéndose 60 ejemplares, con las cuales, se obtuvieron diferencias significativas en las variables de masa, calibre, sólidos solubles totales en los sistemas de producción hidropónico y convencional.; mientras el pH, la acidez total titulable y el índice de madurez se hallaron los datos similares en ambos tipos de cultivo. Se requieren más estudios a nivel regional.

<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.

*Palabras clave:* *Sistemas de producción, hidroponía, parámetros fisicoquímicos, agricultura convencional.*

## **Introducción**

La situación del desarrollo mundial está cambiando a gran velocidad y la sostenibilidad agrícola suscita gran controversia en la comunidad internacional, sobre cómo lograr un crecimiento sostenible, al existir una creciente conciencia para mejorar los sistemas alimentarios (FAO, 2017). La producción actual de alimentos es poco sustentable, cuya incidencia en el deterioro del medio ambiente es reflejada a través de la emisión de gases de efecto invernadero, pérdida de la biodiversidad y alteración de la calidad del aire, agua y suelo (Ingram, 2011).

La situación medioambiental afectada negativamente los modelos de producción y el consumo de recursos no sostenible pone en peligro la salud del planeta y limita la posibilidad de acceder a alimentos de alta calidad nutricional en la población, pues del 60 al 70% de los ecosistemas a nivel mundial se están degradando más rápido de lo que pueden recuperarse (Banco Mundial, 2019). Adicionalmente, esto repercute en un estado de inseguridad alimentaria, donde 820 millones de personas padecen hambre y más de 2000 millones sufren de sobrepeso y obesidad (OMS, 2019, 2020).

Para afrontar los desafíos ambientales, políticos y económicos más urgentes, en el 2012 se trazaron los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), en donde según la (FAO, 2017), la evolución del sistema agroalimentario hacia un modelo más sostenible se apoyaría a muchas de las metas, mediante una contribución indirecta o parte principal; entre sus beneficios más notorios resalta probar y adaptar sistemas que aumenten la productividad y resiliencia, teniendo en cuenta la preservación de los recursos naturales a través de enfoques participativos mejoraría los ingresos de los productores y los precios de la canasta familiar (ODS1).

Apelando al manifiesto de los ejes y determinantes de la política de seguridad alimentaria y nutricional, estructurado por la disponibilidad, acceso físico y económico, consumo, aprovechamiento biológico y calidad e inocuidad de los alimentos. Teniendo en cuenta que la influencia de la estructura productiva afecta directamente la posibilidad de alcanzar una alimentación adecuada y sostenible, y al mismo tiempo el aprovechamiento del organismo, la cultura medioambiental y la garantía de calidad (CONPES 113, 2007).

Como contribución al mejoramiento del medio ambiente y crecimiento de la agricultura se establece como nueva medida el cultivo hidropónico con una mayor demanda mundial de alimentos sanos, mayor control de plagas y menor uso de agentes químicos, optimización de recursos, entre otros beneficios para los productores y consumidores de este tipo de fresas. Además, el rendimiento en cultivos hidropónicos es mayor que en cultivos convencionales por espacio y tiempo (Guerrero Palacio, Arguello Gómez, & Merchan Cepeda, 2019).

De los cerca de 9 millones de toneladas anuales de fresas que se producen en el mundo, la República popular China es el principal productor con cerca de 3.8 millones de toneladas, seguido por los Estados Unidos con 1.4 millones, México por su parte con cerca de 500 mil toneladas ocupa el tercer lugar, mientras que Colombia se encuentra en el puesto 18 con un aporte inferior a las 60 mil toneladas anuales (FAO STAT, 2022).

De acuerdo con los datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), entre el 2010 y el 2018 la fresa aumentó su producción en un 35% (FAO, 2020). Colombia para el 2016 destinó 1602 hectáreas para la siembra de fresas, con un rendimiento de 37 ton/ha (Agrosavia, 2020), en 2018 las hectáreas cultivadas alcanzaron las 2141.68, con un rendimiento de 39 ton/ha. Antioquia se sitúa dentro de los principales productores por debajo de Cundinamarca con un área cultivada de 385 ha y un rendimiento de 42 ton/ha (Agronet, 2022).

Durante 2020, se registraron exportaciones de fresa por 18,8 toneladas, que corresponden a volúmenes de muestra, que tuvieron como principal destino Panamá, y Curazao en el Caribe. Para el final del mismo año gracias a la reactivación económica del país, la fresa alcanzó un mayor costo (\$5.500), aumentando así su comercialización (Minagricultura, 2021).

La fresa (*Fragaria x ananassa Duch.*) es una planta perteneciente a la familia de las rosáceas, altamente consumidas en fresco o en productos procesados. Este híbrido fue el resultado del cruce de *Fragaria chiloensis* y *Fragaria virginiana* (Ferriol Marchena, 2010). Su fruto es una baya jugosa altamente apetecida, reconocida por su color rojo intenso opaco, firmeza y dulzor, cuya calidad se determina por variables fisicoquímicas, estos atributos pueden verse afectados por los sistemas de producción conllevando a la pérdida de la calidad del fruto (Alvarado, Mendoza, Sandoval, Vega y Gaytán. 2020).

En cuanto al valor nutricional de estos frutos se puede decir que este alimento tiene un alto valor nutritivo, es pobre en carbohidratos como la fructosa (2,3 g) y sacarosa (1,3 g), pero posee un alto contenido de vitamina C (60 mg en 100 g) como también de flavonoides, responsables de su color y sus efectos antioxidantes y antiinflamatorios aumentando la oxidación de lípidos plasmáticos y reduciendo la respuesta a la insulina (Tarazona Roch & García Martínez, 2020).

Si bien los parámetros fisicoquímicos de la fresa han sido documentados y se cuenta con una norma técnica, no se encuentran estudios a nivel regional acerca de las diferencias en parámetros de calidad de frutas producidas de manera convencional y en sistemas hidropónicos y Por esto, que en esta investigación se busca analizar los parámetros de calidad fisicoquímicos de fresas producidas mediante sistemas de producción hidropónicos y convencionales.

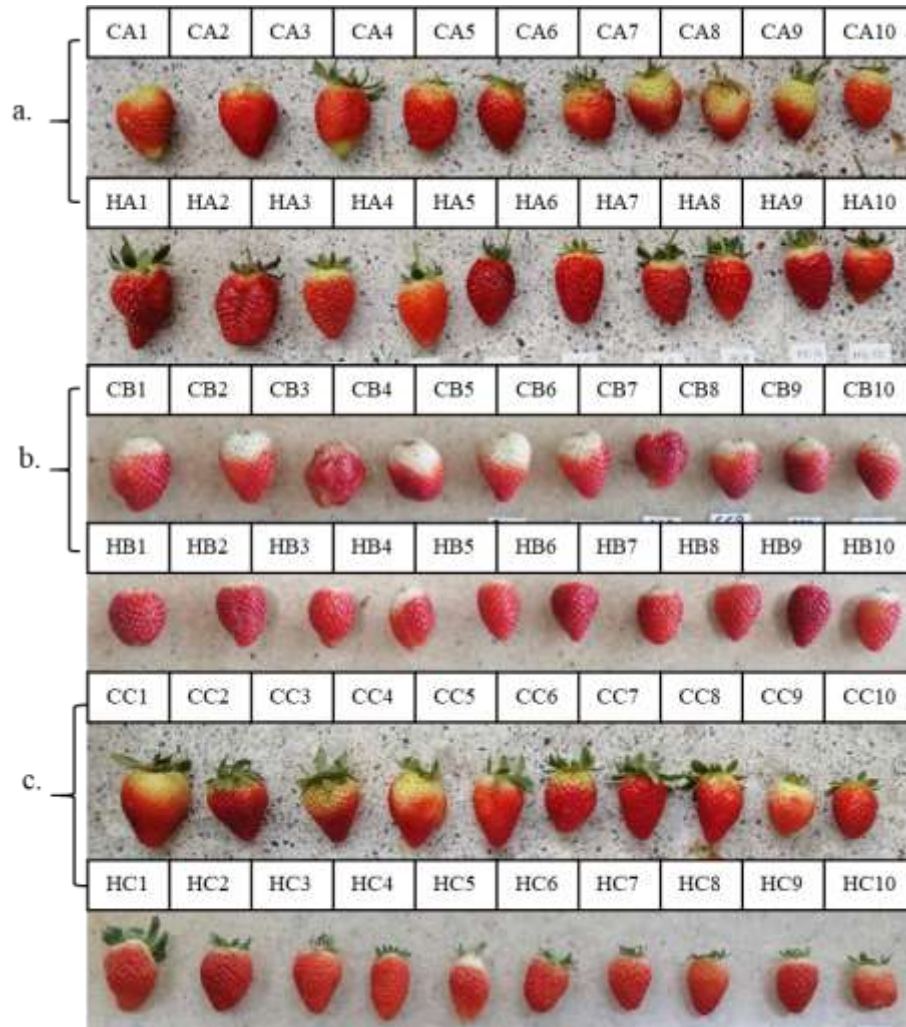
## **Metodología**

### ***Material vegetal - cultivo***

Los cultivos de fresas fueron establecidos bajo los sistemas productivos convencional e hidropónico para la obtención de frutos de este estudio en el municipio de Rionegro, en la Universidad Católica de Oriente. El cultivo convencional se dispuso en camas a campo abierto y se cubrió con Mulch plástico; en el caso del cultivo hidropónico se empleó la infraestructura de invernadero, se escogieron recipientes plásticos de vivero con drenajes y el mantenimiento de la solución nutritiva de Beltrano & Gimenez, 2015, por técnica de goteo y en sustrato. El suelo para ambos cultivos fue elegido bajo las siguientes características: ácido, arenoso, suelto, aireado, drenado e iluminado; excluyendo suelos pesados. Ambos procesos de siembra fueron realizados por estudiantes de Agronomía pertenecientes al semillero de Biotecnología Vegetal y con la participación de los investigadores del semillero de Alimentación y Nutrición Humana – A&NH del programa de Nutrición y Dietética.

### ***Muestreo***

Una vez la fresa alcanzaba el grado de madurez esperado, perteneciendo a un grado de madurez entre 3 a 6, sin pudriciones y en buen estado, se procedió a hacer la recolección del fruto, fraccionando el laboratorio en tres etapas con diferencia de una semana cada muestra. Del total de la población que seleccionaron 60 fresas que cumpliera con las condiciones, los laboratorios se realizaron con 10 muestras de cada tipo de cultivo, nombrado de la siguiente forma: H para hidropónico y C para convencional, seguido de A, B y C según el laboratorio correspondiente y finalmente el número de muestra.

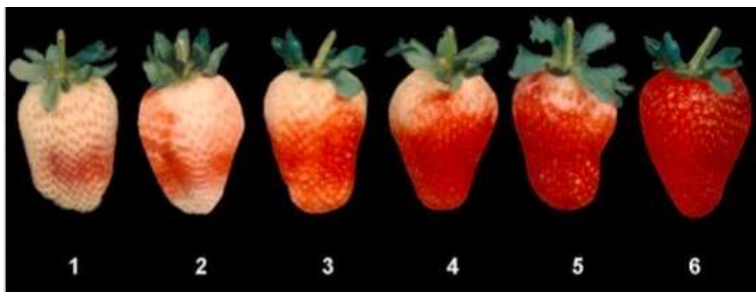


**Figura 1.** Muestras de frutos cosechados para el análisis. (C - convencionales y H - hidropónicas; a. Muestreo 1, b. Muestreo 2, c. Muestreo 3). Fuente: Elaboración propia

### ***Procedimiento***

Para la determinación de las características fisicoquímicas en ambos tipos de siembra se llevaron a cabo los siguientes procesos:

a) La madurez se clasificó según la NTC 6284 por medio de observación de acuerdo con la coloración representativa de la figura 2, se estipulaba cual grado de madurez era correspondiente a las muestras.



**Figura 2.** Clasificación de los frutos según el grado de madurez (NTC 6284, 2018)

b) La masa de los frutos se determinó mediante una balanza electrónica digital calibrada y tarada en el momento de la toma, esta variable se llevó a cabo sin el pedúnculo de la fresa.

c) El calibre de los frutos se midió con calibrador Vernier o pie de rey, era determinado por el diámetro máximo (cercano al cáliz) de cada fruto, verificando la medida en tres ocasiones y promediando el resultado.

d) El pH se efectuó con pH-metro digital a partir de la fresa macerada se sumergía completamente el electrodo de vidrio hasta asegurar que la lectura se estabilizara.

e) Se empleó el refractómetro digital para la detección de sólidos solubles totales (SST) o grados Brix, por medio de una gota del líquido de la fresa macerada, sin los residuos sólidos de la misma.

f) La acidez total titulable (ATT), se estableció con el método de volumetría y se expresó como porcentaje de ácido cítrico (%AC). Se ejecutó tomando 5 g de muestra de la fresa macerada, diluida en 50 mL de agua destilada y adicionando 0,5 mL de fenolftaleína, a partir de esta solución se realizaba la titulación con hidróxido de sodio (NaOH) al 0,1 N, hasta obtener una tonalidad rosada homogénea y constante, adquiriendo el dato de gasto del hidróxido para ser aplicado a la siguiente fórmula (Julio-González, Matas, & Mercado, 2018):

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

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

Siendo mL NaOH el volumen utilizado de NaOH, 0.1 la Normalidad de NaOH y 0.064 los miliequivalentes del ácido cítrico, debido a que es el principal ácido presente en la fresa (Aguayo et, 2006).

g) el índice de madurez (IM), se estableció como el cociente entre el valor de los SST expresados en °Brix y ATT (% de ácido cítrico), como lo muestra la ecuación 2 se obtuvo a partir de la división entre los sólidos solubles totales y el porcentaje de acides, exactamente la siguiente formula (NTC 6284, 2018):

$$IM = \frac{^{\circ}Brix}{\% AC}$$

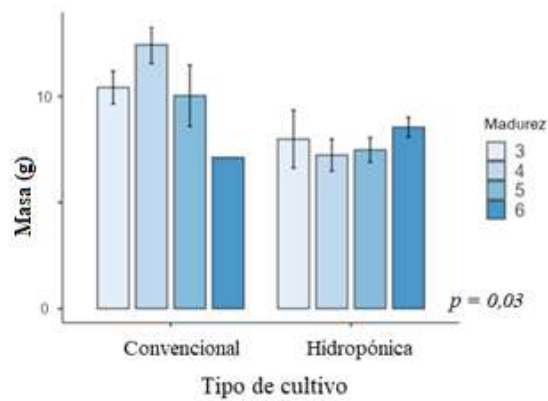
*Ecuación 2. Índice de Madurez de los frutos (NTC 6284/2018)*

### ***Análisis estadístico***

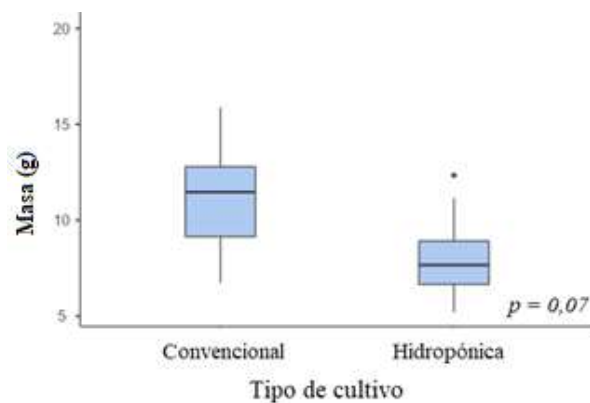
El estudio es descriptivo cuantitativo unifactorial donde el factor de estudio fue el tipo de cultivo (convencional e hidropónico), las variables de respuesta fueron masa, calibre, pH, sólidos solubles totales, acidez total titulable e índice de madurez. Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el programa Jamovi 2.2.5 y fueron analizados mediante ANOVA, el nivel de confianza utilizado fue del 95% (The jamovi project, 2021).

## Resultados

Para darle un valor a la fresa en Colombia se utilizan los parámetros de masa y calibre, desestimando puntos importantes como las características nutricionales y fisicoquímicas, de las cuales se trabajó en el estudio el pH, los SST, la ATT y el IM. De acuerdo con estos datos, la figura 3 muestra que la masa de la fresa tiene gran diferencia según el grado de madurez en el cultivo convencional, presentando mayor masa en el grado de madurez cuatro, mientras en el cultivo hidropónico se evidencia menor variación entre los grados de madurez teniendo mayor masa el grado seis de maduración; en ambos cultivos se obtiene diferencias significativas (*valor - p 0,07*) (figura 4).

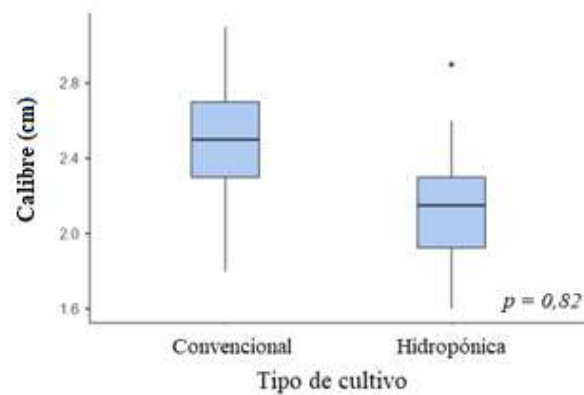


**Figura 3.** Masa de las muestras según tipo de cultivo y grado de madurez.

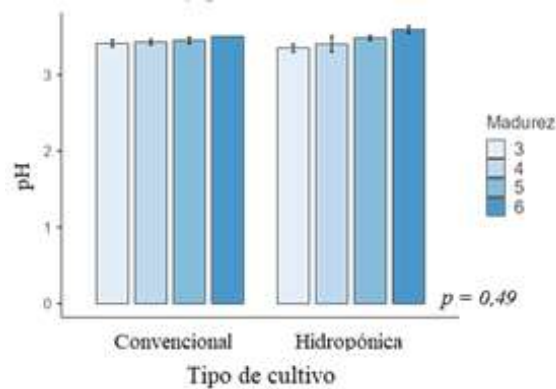


**Figura 4.** Masa de la muestra según tipo de cultivo

En el caso del calibre la figura 5 determina que no se tiene diferencia significativa entre ambos cultivos con una diferencia de 0,33 cm (*valor - p* 0.82) entre ambos sistemas productivos. Referente al pH se obtuvo un promedio de 3,51 cm en el cultivo hidropónico y 3,43 cm en el cultivo convencional (*valor - p* 0.64) con poca diferencia significativa, el pH mínimo fue de 3,2 cm en el convencional y el máximo fue en el hidropónico de 4,0 cm; teniendo en cuenta que a en la figura 6 se muestra un aumento del pH simultáneo al grado de madurez.

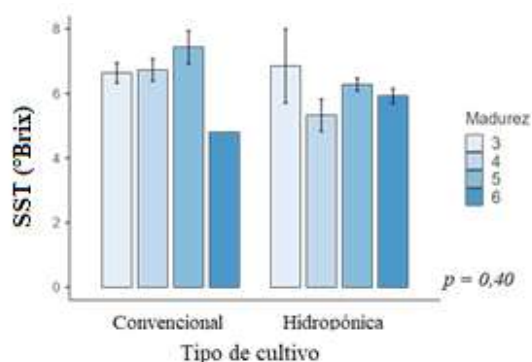


**Figura 5.** Calibre de la muestra según tipo de cultivo

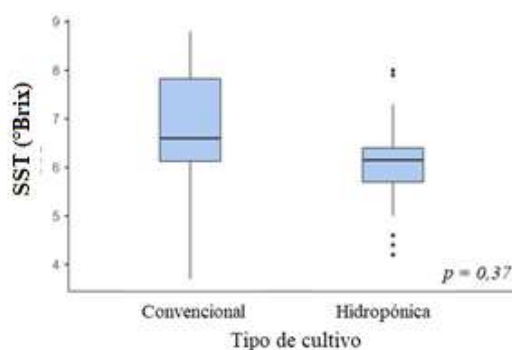


**Figura 6.** pH de las muestras según tipo de cultivo y grado de madurez

Como se muestra en la figura 7, los SST tienen una diferencia significativa en el grado 6 de madurez para el cultivo convencional al disminuir notoriamente, por el contrario, en el cultivo hidropónico a partir del grado de madurez 3 disminuyeron los SST (*valor - p 0.37*). Así mismo, en la figura 8 se constata la diferencia significativa entre ambos cultivos.



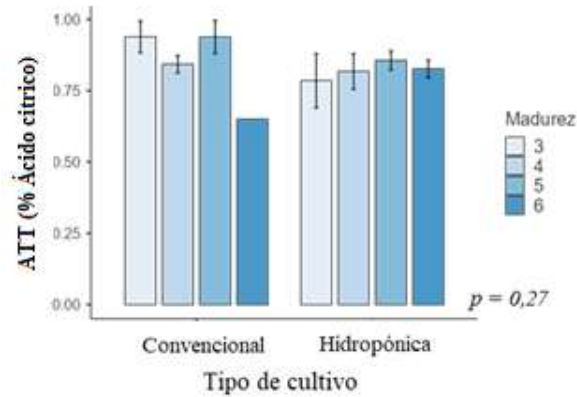
**Figura 7.** Sólidos solubles totales de las muestras según tipo de cultivo y grado de madurez de los frutos.



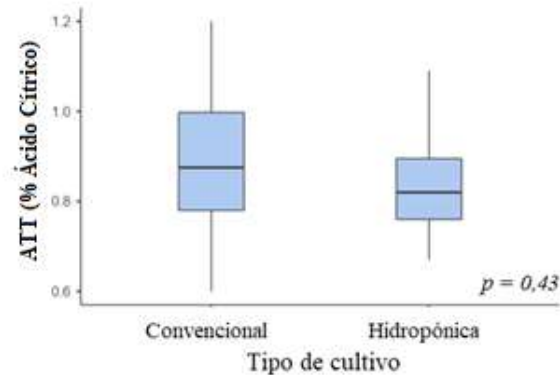
**Figura 8.** Sólidos solubles totales de la muestra según tipo de cultivo

La Acidez Total Titulable comparada en la figura 9, muestra el aumento de la acidez en los grados de madurez 3 a 5 en el cultivo hidropónico, con un posterior descenso de este. Sin embargo, el convencional presenta disminución en los grados 4 y 6 pero un aumento característico en el grado 5 de madurez (*valor - p 0,43*). En la figura 10 no se presentan

diferencias significativas, sin embargo, se observa menor porcentaje de ácido cítrico en las fresas hidropónicas.

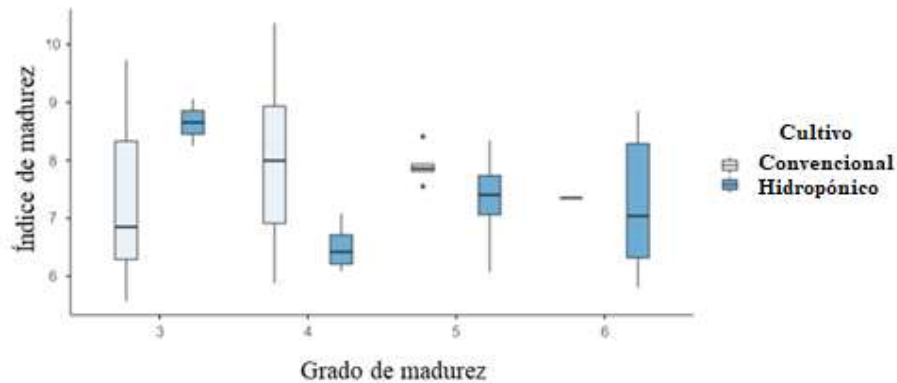


**Figura 9.** Porcentaje de ácido cítrico de las muestras según tipo de cultivo y grado de madurez



**Figura 10.** Porcentaje de ácido cítrico de las muestras según tipo de cultivo

El índice de madurez entre los tipos de cultivo mostro diferencias significativas en los estados de madurez 3, 4 y 5, exceptuando el 6, el cual se encuentran el convencional dentro del rango del hidropónico. No obstante, diverge al disminuir desde los estados de madurez 4 en el convencional y desde el 3 del hidropónico.



**Figura 11.** Índice de madurez según grado de madurez y tipo de cultivo.

### Discusión

Acorde a los resultados descritos para la masa y el calibre, estos parámetros dependen de factores endógenos como la genética y exógenos, como el clima y el manejo agronómico del cultivo (Fischer, Ramírez, & Almanza-Merchán, 2012), dando a entender que el tratamiento dado fue influyente en las diferencias de crecimiento en las fresas.

En función de la masa se establece una similitud con los resultados arrojados en el estudio de (López, Davit. Et al. 2017) donde se encuentran diferencias significativas principalmente en el cultivo convencional siendo la fresa en grado de madurez 4 la de mayor masa en ambos estudios (20,1 g vs 21,2 g) y un valor de 11,2 g para el cultivo hidropónico siendo este el peso máximo en dicho cultivo.

Las fresas a su vez poseen una capacidad de absorción nutricional diferente; siendo las fresas de mayor calibre las que tienen una mayor capacidad para realizar esta actividad (Alvarado, Mendoza, Sandoval, Juárez. 2016), considerando para efectos de este estudio que las fresas de ambos tipos de cultivo poseen una alta probabilidad de conservar la misma cantidad de nutrientes, ya que en el calibre no tienen diferencia significativa entre ellos.

En referencia al pH se evidencia que no tiene diferencias estadísticas en ambos tipos de cultivo con la muestra control del estudio adelantado por Julio-González et al., 2018, la cual se encontraba en 3,55 de pH estando más cerca de este dato las fresas hidropónicas con 3,51 y consecuente el de las convencionales con 3,43; siendo este resultado consecuente a la capacidad antioxidante del fruto (Rosique G., Restrepo C., Manjarrés C., Gálvez A., & Santa M., 2010) (Restrepo D, Cortes R, & Rojano, 2010).

En el caso de la fresa, el principal ácido es el cítrico, que muestra una concentración máxima en los estados más verdes del fruto y que disminuye a medida que se produce una ganancia de SST, por su conversión en azúcares (Wills, R., McGlasson, B., Graham, D. & Joyce, D. 2007). Teniendo en cuenta esta teoría, para el caso del cultivo hidropónico se obtienen resultados similares con los siguientes valores de 7.25%, caso contrario para el cultivo convencional; en donde a mayor madurez mayor es el porcentaje de ácido cítrico de la fresa (7.35%).

El resultado de SST de las fresas hidropónicas ( $6,05^{\circ}\text{Bx}$ ) discrepa de los registrados por Julio-González et al., 2018, quienes hallaron en la muestra control de  $7,33^{\circ}\text{Bx}$ , mientras el cultivo convencional sí es acorde con este dato (Figura 7). En el mismo estudio se menciona que los SST de la fresa tienden a incrementarse durante la maduración del fruto en planta, al ser un fruto climatérico; sin embargo, no concuerda con la figura 8, que solo del grado madurez 3 al 5 aumentan el cultivo convencional y en el hidropónico se encuentra mayor en el grado de madurez 3.

A partir del estado de madurez 3, el índice de madurez según la NTC 4103 es mayor a 7,1 y en el grado de madurez 6 alcanza hasta 8,9; lo cual se ajusta con los datos del estudio en ambos tipos de cultivo exceptuando el grado de madurez 4 en el que se adquirió un IM de 6,9. Esta relación de madurez al estar relacionada con los azúcares y ácidos orgánicos, se

vincula con el momento óptimo de cosecha, por ser un índice de calidad (López, Sanchez, Acuña y Fischer. 2018).

## **Conclusiones**

Se encontraron diferencias significativas en las variables de masa, calibre, sólidos solubles totales en los sistemas de producción hidropónico y convencional, siendo evidente que los resultados fueron superiores en las variables del cultivo convencional; las mayores dimensiones de masa se alcanzaron en el estado de madurez cuatro de las convencionales y en el cinco de las hidropónicas y el mayor calibre se obtuvo en las fresas convencionales en el estado de madurez tres, en los SST se presenta mayor cantidad de grados Brix en estado de madurez 3 en el convencional.

Mientras el pH, la acidez total titulable y el índice de madurez se hallaron resultados similares en ambos tipos de cultivo, teniendo un comportamiento análogo en los datos de pH en ambos sistemas productivos; por el contrario, la conducta en la ATT fue anormal en los grados 3 y 4 del cultivo convencional y en el 3, 4 y 5 del hidropónico, al seguir aumentando, a pesar de estar en proceso de maduración. El IM mostró diferencias significativas entre los estados de madurez 3, 4 y 5; además, tuvo el mayor índice de madurez en el estado de madurez 3 de las fresas hidropónicas y en el 4 del convencional.

Se requiere seguir analizando las variables en las diferentes regiones de Antioquia, para poder comparar los resultados en los diferentes tipos de climas.

## **Agradecimientos**

Este proyecto fue posible gracias a la financiación del Sistema de Investigación, Desarrollo e Innovación (SIDi) de la Universidad Católica de Oriente como parte del proyecto de Menor cuantía “Análisis de los parámetros de calidad fisicoquímicos y organolépticos de fresas (*Fragaria x ananassa Duch.*) producidas mediante sistemas de agricultura hidropónica y convencional” con el objetivo de hacer una investigación interdisciplinar entre Nutrición y Dietética con el programa de Agronomía.

Agradecemos el compromiso y apoyo de los estudiantes Semillero de Biotecnología Vegetal y al docente Nelson de Jesús Montoya Pérez que con su conocimiento, tiempo y dedicación brindada al cuidado del cultivo en ambos sistemas de producción. De igual manera reconocemos la contribución de los investigadores del Semillero de Alimentación y Nutrición Humana (A&NH) vinculados al proyecto y en especial a la docente coordinadora Ana María Aristizábal Montoya, quien fue pieza fundamental para la ejecución y elaboración de la presente investigación.

## Referencias bibliográficas

- Agronet (2022). Estadísticas cultivo de fresa en Colombia. Recuperado de:  
[https://www.agronet.gov.co/Documents/34-FRESA\\_2017.pdf](https://www.agronet.gov.co/Documents/34-FRESA_2017.pdf)
- AlShrouf, A. (2017). Hydroponics, Aeroponic and Aquaponic as Compared with Conventional Farming. *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology and Sciences (ASRJETS)*, 27(1), 247–255. Retrieved from  
[https://asrjetsjournal.org/index.php/American\\_Scientific\\_Journal/article/view/2543/1028](https://asrjetsjournal.org/index.php/American_Scientific_Journal/article/view/2543/1028)
- Alvarado-Cepeda, Y.A., Mendoza-Villarreal, R., Sandoval-Rangel, A., Vega-Chávez J.L., Franco-Gaytán, I. (2020). Physicochemical and sensory quality of strawberries fruits obtained in two cultivation systems. *Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica*, 8(43), 18–29. Retrieved from <http://www.scielo.org.mx/pdf/riiit/v8n43/2007-9753-riiit-8-43-18.pdf>
- Alvarado, Y., Mendoza, R., Sandoval, A., & Juárez, A. (2016). Comparación de diferentes sistemas de producción sobre crecimiento, rendimiento y calidad postcosecha de fresa Cv. San Andreas. *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias*, 3(9) 26-35).
- Angulo, R. (2009). *Fresas Fragaria ananassa*. Bogotá: Bayer CropScience S. A.
- Banco Mundial. (2019). Medio ambiente - Panorama general. Retrieved March 14, 2020, from  
<https://www.bancomundial.org/es/topic/environment/overview>
- Beltrano, J., & Gimenez, D. O. (2015). *Cultivo en hidroponía*. (E. de la U. de la Plata, Ed.), *Cultivo en hidroponía*. Buenos Aires, Argentina. <https://doi.org/10.35537/10915/46752>
- Cárdenas-Mazón, N. V., Cevallos-Hermida, C. E., Salazar-Yacelga, J. C., Romero-Machado, E. R., Gallegos-Murillo, P. L., & Cáceres-Mena, M. E. (2018). Uso de pruebas afectivas, discriminativas y descriptivas de evaluación sensorial en el campo gastronómico. *Dominio*

de Las Ciencias, 4(3), 253. <https://doi.org/10.23857/dc.v4i3.807>

Clark, M. (2018). Changing dietary patterns as drivers of changing environmental impacts.

In *Encyclopedia of Food Security and Sustainability* (pp. 172–177). Elsevier.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.21992-6>

FAO. (2017). Trabajo estratégico de la FAO para una alimentación y una agricultura sostenible.

ROMA. Retrieved from [www.fao.org/sustainability](http://www.fao.org/sustainability)

FAO. (2018). Transformar la alimentación y la agricultura para alcanzar los ODS - 20 acciones

interconectadas para guiar a los encargados de adoptar decisiones. ROMA.

FAOSTAT. (2020). Datos mundiales de la producción de fresa. Recuperado de:

<http://www.fao.org/faostat/en/?#home>

Ferriol Marchena, X. (2010). Propiedades nutritivas y otras curiosidades de la fresa. *Revista*

*CitriFrut*, 27(2), 72–74. Retrieved from

[http://www.actaf.co.cu/revistas/revista\\_citrifruta/Citrus\\_2\\_2010/RCA11\\_27\\_2\\_2010.pdf](http://www.actaf.co.cu/revistas/revista_citrifruta/Citrus_2_2010/RCA11_27_2_2010.pdf)

Guerrero Palacio, G., Arguello Gómez, D., & Merchan Cepeda, D. (2019). *Plan de negocio para*

*la producción y comercialización de fresa hidropónica*. Universidad Piloto de Colombia.

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-](https://e-collection-icontec-org.bdigital.sena.edu.co/default.aspx)

<https://e-collection-icontec-org.bdigital.sena.edu.co/default.aspx>

Ingram, J. (2011). A food systems approach to researching food security and its interactions with

global environmental change. *Food Security*, 3(4), 417–431. [https://doi.org/10.1007/s12571-](https://doi.org/10.1007/s12571-011-0149-9)

[011-0149-9](https://doi.org/10.1007/s12571-011-0149-9)

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>

Lacaze, M. (2011). La calidad de los alimentos y la implementación de estrategias de regulación: reflexiones a partir de un caso de estudio. *Nexos*, 18(28), 32–37.

López, Sánchez, Acuña, Fischer. (2017). Propiedades fisicoquímicas de siete variedades destacadas de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) cultivadas en Cundinamarca (Colombia), durante su maduración. Colombia.

Magwaza, S. T., Magwaza, L. S., Odindo, A. O., & Mditshwa, A. (2020, January 1). Hydroponic technology as decentralised system for domestic wastewater treatment and vegetable production in urban agriculture: A review. *Science of the Total Environment*. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134154>

Martínez-Bolaños, M., Nieto-Angel, D., Téliz-Ortiz, D., Rodríguez-Alcazar, J., Martínez-Damian, M. T., Vaquera-Huerta, H., & Carrillo, O. (2008). Comparación cualitativa de fresas (*Fragaria x ananassa* Duch.) de cultivares mexicanos y estadounidenses. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, 14(2). Retrieved from [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1027-152X2008000200003](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2008000200003)

Oliva, M., & Trauco, C. (2018). Determinación de parámetros fisicoquímicos y productividad de cinco variedades de fresa (, 2(3), 30–38. <https://doi.org/10.25127/aps.20183.401>

OMS. (2019). El hambre en el mundo lleva tres años sin disminuir y la obesidad sigue creciendo. Retrieved March 16, 2020, from <https://www.who.int/es/news-room/detail/15-07-2019-world-hunger-is-still-not-going-down-after-three-years-and-obesity-is-still-growing-un-report>

- OMS. (2020). Obesidad y sobrepeso. Retrieved March 16, 2020, from <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- PNUD. (2020). Objetivos de Desarrollo Sostenible | PNUD. Retrieved March 19, 2020, from <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
- PUND. (2020). Antecedentes | Objetivos de Desarrollo Sostenible. Retrieved March 18, 2020, from <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/background.html>
- Restrepo D, A. M., Cortes R, M., & Rojano, B. (2010). Potenciación de la capacidad antioxidante de fresa (*Fragaria ananassa* Duch.) por incorporación de vitamina E utilizando la técnica de impregnación a vacío. *Vitae. scieloco*.
- Rosique G., J., Restrepo C., M. T., Manjarrés C., L. M., Gálvez A., A., & Santa M., J. (2010). Estado nutricional y hábitos alimentarios en indígenas embera de Colombia. *Revista Chilena de Nutricion*.
- R Core Team (2021). R: A Language and environment for statistical computing. (Version 4.0) [Computer software]. Retrieved from <https://cran.r-project.org>. (R packages retrieved from MRAN snapshot 2021-04-01).
- Tarazona Roch, A., & García Martínez, E. (2020). *Estudio de la actividad antioxidante y antiinflamatoria de la fresa *Fragaria x ananassa* y su relación con la composición de compuestos bioactivos*. Universitat Politècnica de València.
- The jamovi project (2021). jamovi. (Version 2.2) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.
- UNEP. (2019). Global Environment Outlook 6 | UNEP - UN Environment Programme. Retrieved March 14, 2020, from <https://www.unenvironment.org/resources/global-environment-outlook-6>

Xenia Ferriol Marchena. (2010). Propiedades nutritivas y otras curiosidades de la fresa.

Diciembre 2010. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical

Westhoek, H., Ingram, J., Van Berkum, S., Özay, L., & Hajer, M. (2016). Food Systems and Natural.

Wills, R., McGlasson, B., Graham, D. and Joyce, D. (2007) Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit, Vegetables and Ornamentals. 2nd Edition, University of New South Wales Press, Sydney

Zárate, M. (2014). Manual de hidroponia. México, Distrito Federal