

1 Centro de Formación Agroindustrial La Angostura, regional Huila. Correo correspondencia leidymachadocuellar@gmail.com

Caracterización físico - química de accesiones de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *Flavicarpa*) en el Centro de Formación Agroindustrial.

Physicochemical characterization of passion fruit accessions passion fruit (Passiflora edulis var. Flavicarpa) at the Centro de Formación Agroindustrial.

Valentín Murcia Torrejano¹, Leidy Machado Cuellar¹, David Saavedra Mora¹, Yudy Paola Artunduaga Cuellar¹, Marco Fidel Flórez Rojas¹

Resumen

El Maracuyá es un fruto con alto potencial agroindustrial en el mercado de productos, en este sentido el objetivo de este estudio fue caracterizar físico y químicamente accesiones de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *Flavicarpa*) en el Centro de Formación Agroindustrial, se seleccionaron cuatro accesiones redonda, ovalada, pequeña y grande, se evaluaron un total de doce variables físicas (Diámetro del fruto, Longitud del fruto, Peso del fruto, Firmeza del fruto, Diámetro del pericarpio del fruto, Peso de la pulpa más semilla, Porcentaje de la pulpa más semilla, Peso del jugo, Porcentaje del jugo, Peso de la cáscara, Peso de la semilla, Índice de semilla, cuatro químicas (Sólidos solubles, Ácido cítrico, pH, Actividad acuosa) y el rendimiento del jugo. El análisis de los resultados se realizó mediante un análisis de varianza con la prueba de Tukey ($p<0,05$) y un análisis multivariado, análisis de componentes principales (PCA). Se halló alta variabilidad de los caracteres fenotípicos y agronómicos de los

frutos en las accesiones grande, ovalada, pequeña y redonda, con las siguientes cifras: peso del jugo 41,13%, peso de la semilla 39,12%, índice de semilla 37,46%, diámetro del pericarpio del fruto 24,41% y peso de la pulpa más semillas 31,42%. La cantidad de °Brix presentó los mayores valores en la accesión categorizada como pequeña con 18,05, la cual mostró diferencias significativas en relación con las otras accesiones. En este sentido, estos valores permiten determinar el uso potencial de cada accesión, ya sea para la comercialización de la fruta fresca o aprovechamiento agroindustrial.

Palabras Claves: Accesiones, grados Brix, *Passiflora*, Caracterización físico-química.

Summary

Passion fruit is a fruit with high agroindustrial potential in the product market. Therefore, the objective of this study was to physically and chemically characterize passion fruit accessions (*Passiflora edulis* var. *Flavicarpa*) at the Centro de Formación Agroindustrial, where four accessions were selected: round, oval, small and large, a total of twelve physical variables were evaluated (fruit diameter, fruit length, fruit weight, fruit firmness, fruit pericarp diameter, pulp plus seed weight, percentage of pulp plus seed, juice weight, juice percentage, peel weight, seed weight, seed index, four chemical variables (Soluble solids, Citric acid, pH, Water activity) and juice yield. The analysis of the results was carried out by analysis of variance with Tukey's test ($p<0.05$) and multivariate analysis, principal component analysis (PCA). High variability of phenotypic and agronomic characters of fruits was found in the large, oval, small and round accessions, with the following figures: juice weight 41.13%, seed weight 39.12%, seed index 37.46%, fruit pericarp diameter 24.41% and pulp plus seed weight 31.42%. The amount of Brix produced the highest values in the accession categorized as small with 18.05, which showed significant differences in relation to the other accessions. In this sense, these values allow us to determine the potential use of each accession, either for the commercialization of fresh fruit or agroindustrial use.

Key Words: Accessions, Brix degrees, *Passiflora*, Physicochemical characterization.

Introducción

El cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *Flavicarpa*) tiene un amplio crecimiento mundial, pero es originario de Brasil; además ese país es el principal productor, se cultiva principalmente en zonas tropicales que comprenden países de Sudamérica como Colombia, Bolivia, Perú, Ecuador y Venezuela; a estos se le suman Australia, Nueva Zelanda, Hawái, Suráfrica e Israel (Agostinho, 2017; Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2021).

En Colombia la producción de maracuyá está alrededor de 165.893 (ton/año), con un estimado de 9.571 (ha) sembradas y un rendimiento 308.47 (ton/ha). El departamento del Huila ocupa en el ámbito nacional el tercer lugar con una producción de 17.188 (ton/año), un área sembrada de 1.040 (ha) y un rendimiento de 16.52 (ton/ha. Específicamente el departamento del Meta tiene el primer lugar con una producción de 44.967 ton/año y área de 2.010 ha; el segundo lugar es de Antioquia con una producción 43.482 ton/año y área 2.343 ha (Agronet, 2022).

Actualmente en los cultivos hay una alta diversidad genética que ofrece diversas características morfoganómicas y físico-químicas; esta variabilidad conlleva un aumento de los costos de sostenimiento de las plantaciones y producción, debido a que requiere que los productores seleccionen los frutos que cumplen con las especificaciones del mercado (Campo et ál., 2009). Asimismo, la producción es un factor importante para el consumo y procesamiento agroindustrial del maracuyá; entonces, la pulpa, la cáscara y las semillas son la principal materia prima en los procesos industriales y, en esa medida, aportan un alto valor agregado (Gelape, 2017).

Por su parte, la calidad de la fruta de maracuyá depende principalmente de las características de tamaño, forma, coloración, rendimiento de pulpa, aroma, sabor, contenido de sólidos solubles totales, acidez, pH; además el color de la cáscara, grosor de la cáscara y peso son propiedades importantes que determinan el valor comercial y la aceptación del producto en el mercado (Siqueira, 2013).

El cambio de color es una etapa que culmina en la maduración de los frutos, al generar modificaciones en la textura, el sabor y la composición química del producto (Orjuela-Baquero et ál., 2011). Es fundamental contar con un fruto de buen aspecto, coloración homogénea, tamaño, forma y conservación de poscosecha, con lo cual se garantice el almacenamiento y transporte al consumidor final (Siqueira, 2013).

En este contexto, la forma de cultivar debe estar encaminada al mejoramiento de la calidad del producto, el establecimiento del manejo agronómico y fitosanitario, que permitan resaltar características físico-químicas importantes que cumplan con las exigencias del mercado y consumidor. En este sentido el objetivo de este estudio fue caracterizar física y químicamente accesiones de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *Flavicarpa*), en el Centro de Formación Agroindustrial, lo cual es un insumo para determinar el uso agroindustrial de la fruta de maracuyá.

Materiales y métodos

Área de estudio

El estudio se realizó en el Centro de Formación Agroindustrial SENA Regional

- Huila, ubicado en el municipio de Campoalegre, localizado en el kilómetro 38 vía al sur Neiva, Latitud 2°41'06,30" N, Longitud -75°19'35,91" W y altitud de 612 m s. n. m. Las condiciones climáticas de la zona son: temperatura promedio de 25,9° C, humedad relativa promedio de 65 a 75%, precipitación promedio anual de 1,300 a 1,800 mm con dos periodos de lluvia de marzo a junio y noviembre a enero (Saavedra et ál., 2019).

Selección del material

Se seleccionó un cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *Flavicarpa*) de dos años de edad, con 400 plantas, sembradas a una distancia de 1 metro entre planta y 1,5 metro entre surco. Luego se identificaron cuatro accesiones según la forma del fruto que fueron producto de la polinización cruzada o constituida por genotipos de hermanos medios (Ocampo et ál., 2013); se tomaron cuatro plantas de cada accesión, redonda (Rd), ovalada (Ov), Pequeña (Pñ) y Grande (Gd); se recolectaron un total de 50 frutos de cada accesión para la determinación de las características físicas y químicas.

Análisis físico-químico

En cada fruto se analizaron variables físico-químicas como el diámetro del fruto (cm), longitud del fruto (cm), peso del fruto (g), firmeza del fruto (lb), diámetro del pericarpio del fruto (mm), peso de la pulpa más semilla (g), número de semillas, porcentaje de la pulpa (%), peso del jugo (g), porcentaje del jugo (%), peso de la cáscara (g), peso de la semilla (g), peso de la pulpa, índice de semilla, rendimiento del jugo, contenido de sólidos solubles utilizando un (medidor de

grados Brix), pH (potenciómetro) y acidez cítrica (medidor de acidez cítrica) (Alexandre et ál., 2018).

Análisis de datos

Los datos de cada una de las accesiones y variables físico-químicas de los frutos de maracuyá se evaluaron, mediante un análisis de varianza con la prueba de Tukey (p<0,05), empleando el paquete estadístico InfoStat (Di Rienzo et ál., 2020). En esa forma, se es estableció la diferencia entre las accesiones; asimismo, se hizo un análisis multivariado, mediante el *software R*, usando el paquete estadístico, análisis de componentes principales (PCA) (R, Core Team, 2022), y, finalmente, se determinó el rendimiento del jugo concentrado mediante la fórmula $R = (\%jugo \times ^\circ Brix)/50^\circ Brix$ (Ocampo et ál., 2013).

Resultados y discusión

Análisis físico en accesiones de maracuyá

En total se analizaron 12 variables físicas de los distintos frutos de las cuatro accesiones de maracuyá; los resultados de análisis de varianza presentaron diferencias estadísticamente significativas entre las accesiones caracterizadas (p<0.05) con un coeficiente de variación (CV) promedio de 24,78 de las 12 variables (Tabla 1. Ello demuestra una alta variabilidad de los caracteres fenotípicos y agronómicos de los frutos en las accesiones grande, ovalada, pequeña y redonda. Las variables que aportaron a esta variación están asociadas con el peso del jugo (41,13%), el peso de la semilla (39,12%), el índice de semilla (37,46%), el diámetro del pericarpio del fruto (24,41%)

y el peso de la pulpa más semillas (31,42%). Estos valores permiten determinar el uso potencial de cada fruto y/o accesión, ya sea para el aprovechamiento agroindustrial o para la comercialización de fruta fresca en mercados locales. Por otro lado, las variables como diámetro del fruto (DFR) y longitud del fruto (LFR) contribuyeron con menos del 9% de la variabilidad de los datos observados. Ocampo et ál. (2021) reportaron que la alta heterogeneidad en

las variables de rendimiento de la fruta se debe al resultado de la polinización cruzada entre las diferentes accesiones en el sistema productivo; además, influencia por la oferta agroclimática y por la interacción genotipo x ambiente. Así mismo, la variación de los frutos de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *Flavicarpa degener*), en cuanto al tamaño y forma, está en función del ambiente del sitio definitivo del cultivo (Scorza et ál., 2017).



Tabla 1. Análisis de varianza de variables físicas en accesiones de maracuyá

Accesión	Variables físicas											
	DFR	LFR	PFR	FFR	DPFR	PPS	%PPS	PJU	%PJU	PCS	PSE	IS
Pñ	6,90 a	11,72 a	113,18 a	24,79 b	7,48 a	45,56 a	31,89 a	27,69 a	24,25 a	63,45 a	9,36 a	1,89 a
Ov	7,62 b	13,7 b	155,77 b	23,85 b	6,07 a	63,28 ab	32,67 a	37,85 ab	23,82 a	90,53 b	11,97 ab	2,23 a
Rd	7,84 b	13,35 b	165,06 b	23,46 b	6,19 ab	71,30 b	32,83 a	42,90 b	24,13 a	90,16 b	14,83 bc	2,4 ab
Gd	8,76 c	15,02 c	203,00 c	19,51 a	,96 a	99,17 c	40,98 b	66,79 c	32,2 b	99,74 b	17,26 c	3,20 b
CV (%)	7,88	8,36	21,68	14,79	24,41	31,42	20,92	41,13	20,92	29,31	39,12	37,46

a. DFR: Diámetro del fruto (cm); LFR: Longitud del fruto (cm); PFR: Peso del fruto (g); FFR: Firmeza del fruto (lb); DPFR: Diámetro del pericarpio del fruto (mm); PPS: Peso de la pulpa más semilla (g); %PPS: Porcentaje de la pulpa más semilla; PJU: Peso del jugo; %PJU: Porcentaje del jugo; PCS: Peso de la cáscara (g); PSE: Peso de la semilla (g); IS: Índice de semilla [(100semillas/g) sólidos solubles totales =]°Brix. Accesoión: Grande (Gd); ovalada (Ov); Pequeña (Pñ) y redonda (Rd).
b. Letras distintas presentan diferencias estadísticamente significativas, según la prueba de rango múltiples Tukey (p<0.05).

La accesión Grande presentó un diámetro longitudinal y ecuatorial del fruto superior, en comparación con las accesiones Pequeña, Ovalada y Redonda con valores de 15,02 cm y 8,76 cm (Tabla 1). En cuanto a la variable del peso de la fruta por su composición y tamaño de la fruta, la accesión de maracuyá Grande difiere estadísticamente de las demás, con resultado de peso promedio de 203,00 g, seguido de la redonda (165,06 g), ovalada (155,77g) y pequeña (113,18g). En este sentido Negreiros et ál. (2008) mencionan que el tamaño y el peso de los frutos son características apetecidas por el consumidor,

al momento de adquirir el producto en los mercados locales. Por otra parte, la longitud y el diámetro del fruto se relacionan con el número de total de semillas (Nascimento et ál., 1999) y con el rendimiento del jugo (Fortaleza et ál., 2005); por lo que aquellas se consideran características importantes en los procesos de comercialización de fruta fresca y procesos de transformación agroindustrial.

Sobre la variable de firmeza de la fruta (FFR), las accesiones categorizadas como pequeña, ovalada y redonda no difieren estadísticamente, con valores de 24,79,

23,85 y 23,46 lb respectivamente, pero sí se presentó diferencia significativa en la grande (19,51 lb) (p<0.05). Por otro lado, el diámetro de pericarpio del fruto (DPFR) presentó diferencias significativas (p<0.05), en la accesión pequeña con valor superior promedio de 7,48 mm con respecto a las ovalada, redonda y grande. En un estudio hecho por D’Abadia et ál. (2021) en *Passiflora cincinnata* bajo dos diseños de establecimiento (tutorado) observaron valores de espesor de la cáscara entre 2,96 mm a 3,49 mm respectivamente, valores cercanos al presente estudio para *Passiflora edulis*. En términos generales la accesión pequeña presenta características deseables para los procesos de exportación, comercialización en mercados especializados y uso agroindustrial, teniendo en cuenta que para el proceso de almacenamiento la cáscara debe tener grosor y/o diámetro del pericarpio para una buena conservación del fruto; este aspecto es fundamental en la reducción por deshidratación de la fruta por pérdida de agua. No obstante, Espitia-Camacho et ál. (2008) argumentan que el peso de la cáscara está asociado al peso del fruto, por lo que se deberían seleccionar frutos de cáscara compacta y delgada, parámetros encontrados en las accesiones categorizadas como ovalada y grande.

Los parámetros de rendimiento del fruto de las accesiones de maracuyá, es decir, peso de pulpa más semillas (PPS), porcentaje de pulpa (%PPS), peso del jugo (PJU) y porcentaje de jugo (%PJU) presentan diferencias significativas (p<0.05), donde la accesión grande presentó los mejores

resultados en comparación con la ovalada, redonda y pequeña; donde las características morfológicas del fruto en cuanto al tamaño y forma tienen una relación directa en los valores superiores del porcentaje de pulpa (40,98%) y porcentaje de jugo (32,52%), siendo destacada de las demás accesiones caracterizadas. Estas características son atractivas para la agroindustria, debido a que se pueden elaborar distintos productos como jugos, mermeladas y néctares (Espitia-Camacho et ál., 2008).

Análisis químico en accesiones de maracuyá

La cantidad de sólidos solubles totales (SST) presentó los mayores valores en la accesión categorizada como pequeña con 18,05 °Brix, la cual, mostró diferencias significativas en relación con las accesiones ovalada, redonda y grande con valores 17,50; 17,07 y 16.62 °Brix, respectivamente (Tabla 2). Estos resultados fueron superiores a los reportados por Ocampo et ál (2013) en la exploración de la variabilidad genética de maracuyá con valores mínimo de 14.50 °Brix y máximo de 16.98 °Brix; y en accesiones comerciales de maracuyá de la costa Pacífica ecuatoriana con resultados promedio de 14°Brix (Viera et ál., 2020). Respecto a las variables de acidez cítrica y pH no presentaron diferencias estadísticas en las accesiones estudiadas, donde los valores para ACC y pH en las accesiones caracterizadas presentan una similitud en los datos observados. De acuerdo con los criterios establecidos por la agroindustria nacional señalado por Roa (2011), las accesiones presentan resultados

desfavorables para pH y acidez cítrica; sin embargo, son favorables para el contenido de sólidos solubles totales. En este sentido, los rangos óptimos para las variables químicas para uso agroindustrial son: STT mayor a 14; acidez total entre 2,5 a 3,5 y pH entre 2,8 a 4,0 (Roa, 2011).

Tabla 2. Análisis de variables químicas en accesiones de maracuyá

Accesión	Variables químicas		
	°Brix	ACC	pH
Pñ	18,05 b	2,14 a	2,63 a
Ov	17,50 ab	2,34 a	2,59 a
Rd	17,07 ab	2,33 a	2,55 a
Gd	16,62 a	2,16 a	2,62 a
CV (%)	14,71	25,07	4,53

a. °Brix: contenido de sólidos solubles; ACC: acidez cítrica; pH: potencial del hidrógeno
b. Letras distintas presentan diferencias estadísticamente significativas según la prueba de rango múltiples Tukey (p<0.05).

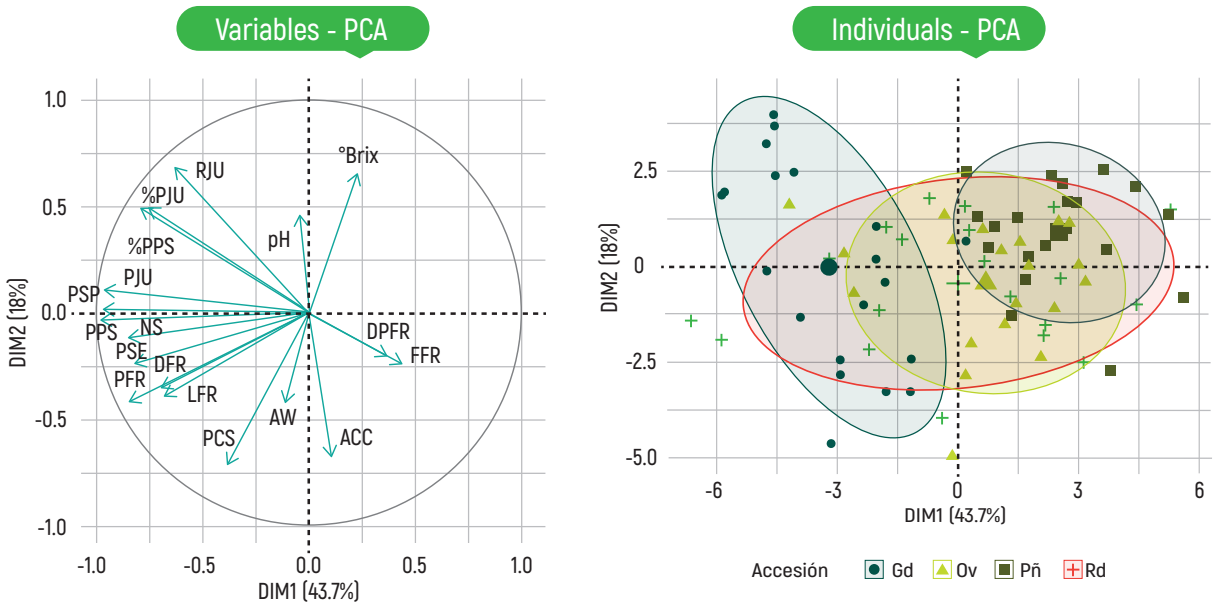
Correlación entre variables físico-químicas

El análisis de componentes principales mostró que los dos primeros ejes explican

el 61,7 de la variabilidad de los datos (Figura 1). Se evidencia una relación entre las variables PPS: Peso de la pulpa más semilla, NS: Número de semillas, PSE: Peso de la semilla, DFR: Diámetro del fruto, PFR: Peso del fruto, LFR: Longitud del fruto, las cuales se asocian directamente con la accesión grande. Asimismo las características AW, ACC, DPFR y FFR se relacionan con la accesión ovalada y los °Brix con la pequeña. Resultados similares los reportan Espitia-Camacho et ál. (2008), quienes mencionan una correlación entre las variables físicas peso de la pulpa, número de semillas, peso de las semillas en un estudio realizado en *Passiflora edulis var. flavicarpa*, sobre las correlaciones de algunas propiedades físicas y químicas del fruto. Asimismo, es importante resaltar que las prácticas de manejo integral del cultivo, en especial, asociadas a la fertilización equilibrada y la fenología de la planta en los sistemas productivos de maracuyá, presentan una incidencia significativa en las variables químicas y físicas de la fruta (Rodríguez-Yzquierdo et ál., 2020).



Figura 1. Proyección en plano factorial Dim1/Dim2, del análisis de componentes principales de las características físico-químicas de las accesiones de maracuyá.

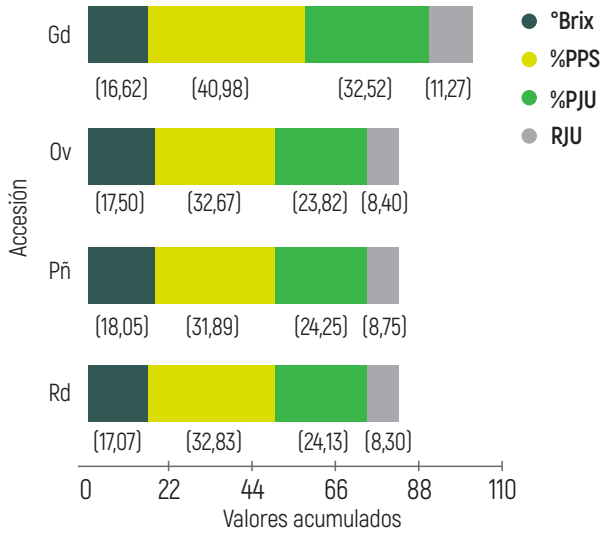


a. círculo de correlación entre las variables físico-químicas: DFR: Diámetro del fruto (cm); LFR: Longitud del fruto (cm); PFR: Peso del fruto (g); FFR: Firmeza del fruto (lb); DPFR: Diámetro del pericarpio del fruto (mm); PPS: Peso de la pulpa más semilla (g); NS: Número de semillas; %PPS: Porcentaje de la pulpa más semilla; PPU: Peso del jugo; %PJS: Porcentaje del jugo; PCS: Peso de la cáscara (g); PSE: Peso de la semilla (g); PSP: Peso de la pulpa; IS: Índice de semilla [(100semillas/g) sólidos solubles totales ÷]°Brix; RJU: Rendimiento del jugo; °Brix: Contenido de sólidos solubles; ACC: Acidez cítrica; AW: Actividad acuosa. b. Accesiones de maracuyá: Grande (Gd); ovalada (Ov); Pequeña (Pñ) y redonda (Rd).

En el análisis físico-químico del fruto de las cuatro accesiones, las variables de calidad sólidos -solubles (°Brix) estuvieron en un rango de (16,62 a 18,05 °Brix), el porcentaje de pulpa más semilla y porcentaje del jugo con valores de 31,89% a 40,98% y 24,13 a 33,52 respectivamente y el rendimiento de jugo entre 8,30 a 11,27 (Figura 2). Estos parámetros permitieron evidenciar que las accesiones catalogadas como grande y ovalada tienen un alto potencial para el uso agroindustrial. Asimismo, autores como Ocampo et ál. (2013), en un estudio realizado para la exploración de la variabilidad genética del maracuyá, evaluaron variables físico-químicas y encontraron resultados similares a los de este estudio en los porcentajes de grados Brix, porcentaje de pulpa y rendimiento de jugo.



Figura 2. Comparación de las principales características de calidad del fruto en las cuatro accesiones de maracuyá.



°Brix: Contenido de sólidos solubles; %PPS: Porcentaje de la pulpa más semilla; %PJS: Porcentaje del jugo; RJU: Rendimiento del jugo. Accesiones de maracuyá: Grande (Gd); ovalada (Ov); Pequeña (Pñ) y redonda (Rd)

En general, el porcentaje de grados brix encontrado en las cuatro accesiones evaluadas está en un rango cercano; entonces, es óptimo para la formulación de procesos agroindustriales. Este contenido de sólidos solubles son en general una acumulación de azúcares entre los que se destacan la sacarosa, fructosa y glucosa; al presentarse un porcentaje adecuado de estos grados brix contribuye a una disminución de los costos de producción, debido a que el aporte de otros ingredientes como azúcares puede ser en menor cantidad (Torres et ál., 2013).

Conclusiones

- En este contexto, la evaluación de las cuatro accesiones representa un gran interés para el mejoramiento genético de maracuyá y para el uso agroindustrial; allí se encontraron parámetros de altos rendimiento de pulpa y contenido de sólidos solubles que pueden contribuir a disminuir los costos de producción.
- Al realizar una comparación entre las principales características de calidad de fruto, se puede evidenciar que las accesiones catalogadas como grande y ovalada tienen un alto potencial para el uso agroindustrial.
- La cantidad de sólidos solubles totales (SST) presentó los mayores valores en la accesión categorizada como pequeña con 18,05 °Brix, la cual mostró diferencias significativas en relación con las accesiones ovalada, redonda y grande, siendo esta característica atractiva para la agroindustria.

Agradecimientos

Al Centro de Formación Agroindustrial SENA - Regional Huila, en donde se llevó a cabo la ejecución del proyecto a través de un proyecto de investigación aplicada financiado por el Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (SENNOVA).

Referencias bibliográficas

Agostinho, S. C. (2017). Local production arrangements for industrial production and processing of passion fruits - a case study in Rio de Janeiro, Brazil. En: Memorias Congreso Latinoamericano y Mundial de Passifloras. Neiva (Huila). ISSN: 2590-910X. 54 p.

D'Abadia, A. C. A., Costa, A. M., Faleiro, F. G., Malaquias, J. V., & Araújo, F. P. D. (2021). Yield and physical characterization of *Passiflora cincinnata* in the Brazilian Savanna. Pesquisa Agropecuária Tropical, 51. DOI: 10.1590/1983-40632021v5165795

Alexandre, R. S., Junior, K. R. M., Chagas, K., Siqueira, A. L., Schmiltdt, E. R., & Lopes, J. C. (2018). Physical and chemical characterization of sweet passion fruits genotypes in Sao Mateus, Espírito Santo State, Brazil. Comunicata Scientiae, 9(3), 363-371

Campo, J., Coppens d'Eeckenbrugge, G., y Jaramillo, N. (2009). Caracterización agro-morfológica del Maracuyá amarillo (*P. edulis* f. *flavicarpa* Degener) y la Gulupa (*P. edulis* f. *edulis* Sims). El cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: Maracuyá, Granadilla, Gulupa, y Curuba, Seminario Nacional de Pasifloráceas, Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas. 345 p.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. (2020), InfoStat versión 2020. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

Espitia-Camacho, M., Araméndiz-Tatis, H., & Cardona-Ayala, C. (2008). Correlaciones para algunas propiedades físicas y químicas del fruto y jugo de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener). Agronomía Colombiana, 26 (2), pp. 292-299.

Fortaleza, J. M., Peixoto, J. R., Junqueira, N. T. V., Oliveira, A. T. D., & Rangel, L. E. P. (2005). Características físicas e químicas em

nove genótipos de maracujá-azedo cultivado sob três níveis de adubação potássica. Revista Brasileira de Fruticultura, 27, 124-127.

Gelape, F.F. (2017). Genetic breeding and biotechnology of the *Passiflora* species: En: Memorias congreso latinoamericano y mundial de passifloras. Neiva (Huila). ISSN: 2590-910X. 54 p.

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, (2021). Análisis de mercado maracuyá 2015-2020. Unidad de Inteligencia Comercial. 100 pág. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2071639/An%C3%A1lisis%20de%20Mercado%20-%20Maracuy%C3%A1%202015%20-%202020.pdf>

Nascimento, T. B. D., Ramos, J. D., & Menezes, J. B. (1999). Características físicas do maracujá-amarelo produzido em diferentes épocas. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 34, 2353-2358.

Negreiros, J. R. D. S., Araújo Neto, S. E. D., Álvares, V. D. S., Lima, V. A. D., & Oliveira, T. K. D. (2008). Caracterização de frutos de progênes de meios-irmãos de maracujazeiro-amarelo em Rio Branco-Acre. Revista Brasileira de Fruticultura, 30, 431-437.

Ocampo, J.; y Coppens d'Eeckenbrugge, G. 2009. Recursos genéticos de las Passifloraceae cultivadas en Colombia. El cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: Maracuyá, granadilla, gulupa y curuba, Seminario Nacional de Pasifloráceas. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas. 345 p.

Ocampo, J., Urrea, R., Wyckhuys, K., & Salazar, M. (2013). Exploración de la variabilidad genética del maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) como base para un programa de fitomejoramiento en Colombia. Acta Agronómica, 62(4), pp. 352-360.

Ocampo, J., Marín, V., & Urrea, R. (2021). Agro-morphological characterization of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) reveals elite genotypes for a breeding program in Colombia. Agronomía Colombiana, 39(2), 156-176.

Orjuela-Baquero, N. M., Moreno-Chacón, L., Hernández, M. S., & Melgarejo, L. M. (2011). Caracterización fisicoquímica de frutos de gulupa (*Passiflora edulis* Sims) bajo condiciones de almacenamiento. Capítulo, 3, 33-44.

Red de información y comunicación del sector agropecuario Colombiano [Agronet]. (2022, 10 de octubre). Módulo de estadística. <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=1>

R CORE TEAM. (2022). A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, Available at: <http://r-project.org>

Saavedra-Mora, D., Murcia-Torrejano, V., Machado-Cuéllar, L., Sánchez-Cerquera, J., Estrada-Quintero, L. F., & Ordóñez-Espinosa, C. M. (2019). Propiedades físicas y químicas de suelos y su relación con sistemas de producción en el municipio Campoalegre, departamento del Huila, Colombia. Bioagro, 31(2)

Siquería, K. F. (2013). Análise física e físico-química do maracujá-azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) na forma in natura do município de Buritis-ro. Faculda de de educação e meio ambiente. 42. Pag.

Scorza, L. C., Hernandez-Lopes, J., Melo-de-Pinna, G. F., & Dornelas, M. C. (2017). Expression patterns of *Passiflora edulis* APETALA1/FRUITFULL homologues shed light onto tendril and corona identities. EvoDevo, 8(1), 1-15.

Rodríguez-Yzquierdo, G. A., Pradenas-Aguila, H. E., Basso-de-Figuera, C. A., Barrios-García, M., León-Pacheco, R. I., & Pérez-Macias, M. (2020). Efecto de dosis de nitrógeno en la agronomía y fisiología de plantas de maracuyá. Agronomía Mesoamericana, 31(1), 117-128.

Roa, D. (2011). Exigencias del mercado de la parchita maracuyá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener) en los Estados Aragua y Carabobo. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Tesis pregrado.

Torres, R., Montes, E. J., Pérez, O. A., & Andrade, R. D. (2013). Relación del color y del estado de madurez con las propiedades fisicoquímicas de frutas tropicales. Información tecnológica, 24(3), pp. 51-56.

Viera, W., Brito, B., Zambrano, E., Ron, L., Merino, J., Campaña, D., & Álvarez, H. (2020). Genotype x environment interaction in the yield and fruit quality of passion fruit germplasm grown in the Ecuadorian Littoral. International Journal of Fruit Science, 20(sup3), S1829-S1844.