



Gulupa (*Passiflora edulis* Sims), su potencial para exportación, su matriz y su firma de maduración: una revisión

Gulupa fruit (*Passiflora edulis* Sims), its export potential, matrix and ripening signature: a review

Ricardo Joaquín De Armas Costa¹
Pedro Fernando Martín Gómez²
Jorge Eliecer Rangel Díaz³



DOI: <https://doi.org/10.19053/01228420.v19.n1.2022.13822>

RESUMEN: Se realizó una revisión bibliográfica sobre la fruta Gulupa (*Passiflora edulis* Sims) en los tres temas que se indican a continuación. Primero sobre los estudios científicos relacionados con la exportación de estas frutas desde los municipios o zonas productoras del país hacia mercados internacionales; mismos que muestran el potencial de este negocio agrario. Segundo sobre los estudios científicos relacionados con los procesos y los cambios que se producen en estas frutas durante la etapa de maduración como, por ejemplo, el cambio en la coloración del exterior de su epidermis y en las variables de maduración (físicas, químicas, componentes volátiles, contenidos nutricionales e intensidades respiratorias entre otras); estudios que permiten conservar y prolongar su vida útil durante las exportaciones. Tercero sobre los estudios científicos relacionados con la matriz de maduración, la firma de maduración de estas frutas y su relación con las exportaciones; conceptos que permiten el desarrollo de herramientas de asistencia para los productores de frutas como, por ejemplo, aplicativos para determinar su estado de maduración durante la cosecha. Se espera que esta información recopilada, organizada y analizada en este trabajo sea de interés y de valor para la comunidad interesada tanto en los negocios agrarios de exportación de gulupas como en la investigación de dichos agroecosistemas productores de estas frutas.

PALABRAS CLAVE: cultivos, fruta, negocio agrícola, exportación, Colombia.

ABSTRACT: A bibliographic review of the Gulupa fruit (*Passiflora edulis* Sims) was carried out on the following three topics. First on the scientific studies related to the export of these fruits from the municipalities or producing areas of the country to international markets; these studies show the potential of this agricultural business. Second on the scientific studies related to the processes and changes that occur in these fruits during the ripening stage such as, for example, the change in the coloration of the exterior of its epidermis and in the ripening variables (physical, chemical, volatile components, nutritional contents and respiratory intensities among others); studies that allow preserving and prolonging its shelf life during exports. Third, scientific studies related to the ripening matrix, the ripening signature of these fruits and their relationship with exports; concepts that allow the development of assistance tools for fruit producers, such as, for example, applications to determine their ripening status during harvest. It is hoped that the information gathered, organized and analyzed in this work will be of interest and value to the community interested in the agribusiness of gulupa exports as well as in the research of agroecosystems producing these fruits.

KEYWORDS: crops, fruit, agribusiness, export, Colombia.

FECHA DE RADICACIÓN: 09 de diciembre de 2021 **FECHA DE APROBACIÓN:** 12 de febrero de 2022

CITAR CÓMO: De-Armas-Acosta, R. J., Martín Gómez, P. F., & Rangel Díaz, J. E. (2022). The Gulupa fruit (*Passiflora edulis* Sims), its export potential, matrix and ripening signature: a review. *Ciencia y Agricultura*, 19(1): 15-27. <https://doi.org/10.19053/01228420.v19.n1.2022.13822>

- 1 M.Sc. Profesor de Cátedra de la Universidad de La Salle (Bogotá-Distrito Capital, Colombia). rdearmas@unisalle.edu.co
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0587-7093>
- 2 Ph.D. Profesor de planta de la Universidad de La Salle (Bogotá-Distrito Capital, Colombia). pmartin@unisalle.edu.co
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6928-9090>
- 3 Ph.D. Profesor de planta de la Universidad de La Salle (Bogotá-Distrito Capital, Colombia). jorangel@unisalle.edu.co
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7746-8232>

INTRODUCCIÓN

La gulupa, cuyo nombre científico es *Passiflora edulis* Sims y pertenece a la familia *Passifloraceae* del género *Passiflora*. También es conocida como maracuyá morada o fruta de la pasión púrpura (*purple passion fruit*). Tiene una forma esférica u ovoide; su cáscara (pericarpio) es lisa y firme en el exterior con colores verdes claros a púrpura oscuros (según los grados de maduración) mientras que en el interior es blanca y de textura medulosa o porosa (Ocampo y Wyckhuys, 2012). El interior de esta fruta se compone de semillas negras ovaladas recubiertas con arilo de color amarillo a naranja que constituye la pulpa. El fruto después de ser separado de la planta continúa su proceso de maduración, siempre y cuando haya alcanzado su maduración fisiológica para producir etileno; comportamiento característico de las frutas climatéricas (Ocampo y Wyckhuys, 2012). Fue descrita taxonómicamente por el botánico inglés John Sims a comienzos del siglo XVIII (Ocampo y Wyckhuys, 2012; Cámara De Comercio, 2015).

La gulupa es originaria de América (sur de Brasil y norte de Paraguay y Argentina). En Colombia existen reportes de herbarios de más de 70 años (década de 1950) que muestran que esta planta crece de forma silvestre tanto en las montañas del país como en la Amazonía descartándose que su ingreso haya sido como semilla comercial (Ocampo y Wyckhuys, 2012). Los agroecosistemas productores de gulupas como negocios agrícolas son relativamente nuevos en Colombia extendiéndose desde hace unos 20 años por los departamentos del país (Villanueva, 2018). Los de mayor producción, durante el año de 2017, de acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural son: Antioquia, Cundinamarca, Boyacá, Huila y Tolima siendo el principal productor Antioquia con el 36% del aporte a la producción nacional seguido de Cundinamarca con el 28% del aporte y Boyacá con el 14% del aporte (MADR, 2020; MADR, 2018).

Para obtener productos hortícolas tipo exportación se recomienda ubicar los cultivos de gulupas en zonas entre los 1800 a los 2400 m.s.n.m., temperaturas entre los 16 y los 20°C, requerimiento hídrico de 900 a 1200 mm al año bien distribuidos; humedad relativa entre 70% a 80%; suelos de textura liviana, franco-arenosos a franco-arcillosos con pendientes moderadas entre 15 y 30% con rango de pH entre los 6,5 y 7,5. Es un cultivo sensible al exceso de agua y al encharcamiento (Cámara De Comercio, 2015; Fischer et al., 2018; Fischer y Miranda, 2021).

Este documento se estructuró de la siguiente manera: en la sección dos se presenta la metodología empleada para recopilar la información de interés; en la sección tres se revisan los estudios científicos desarrollados que dan cuenta del potencial exportador de la gulupa; en la sección cuatro se revisan los estudios científicos que tratan sobre la maduración de la gulupa; en la sección cinco se presenta una matriz de maduración con un ejemplo de firma

de maduración de la gulupa y en la última sección, es decir en la sección seis se concluye este trabajo de revisión bibliográfica con el cual se pretende solucionar el problema que existe sobre la falta de documentos con estas características para el análisis, información o consulta de dicha fruta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar la búsqueda de información se definieron los tres temas de investigación: “exportación de las frutas gulupas (*Passifloras edulis* Sims)”, “los estados de maduración de las gulupas” y “las matrices con las firmas de maduración de estas frutas”. Se utilizó, además de *Google*, su buscador especializado *Google Académico* y las siguientes bases de datos científicas: *Agris, Scopus, Springer, Sciencedirect, Scielo, Redylac, CABI-Horticulture Compendium, Elsevier, Dialnet, Web of Science y Wiley online library*. Para observar las frutas y conocer de primera mano las experiencias de los productores con dichas frutas, se realizaron visitas técnicas a los cultivos. Por último, se organizó toda la información encontrada y se analizaron los documentos más relevantes para los tres temas de investigación (Gómez et al., 2014).

LA GULUPA UN NEGOCIO AGRÍCOLA DE EXPORTACIÓN

La producción y exportación de gulupas es un agronegocio que se consolida cada vez más en el país como lo evidencian los estudios científicos desarrollados por parte de la academia, referenciados en esta sección (Tabla 1), desde hace aproximadamente unos quince años. Además, el portafolio que ofrece esta fruta exótica es amplio y presenta ventajas con respecto a otras passifloras; su sabor no es tan ácido como el del maracuyá, pero tampoco es tan dulce como el de la granadilla lo que la vuelve atractiva en los mercados internacionales (Cubides, 2020; Laura and Laura, 2016).

En culinaria, la pulpa la usan para hacer jugos, zumos y ensaladas; en la agroindustria la pulpa cernida la utilizan como materia prima para hacer mermeladas, gelatinas, salsas, helados y bases de yogures entre otros valores agregados (Ocampo y Wyckhuys, 2012); en lo medicinal el jugo del fruto ayuda a disminuir la presión arterial, como antiespasmódico, sirve como tranquilizante y para los problemas de sueño; en lo nutricional sirve como suplemento alimenticio dado que es fuente de: vitamina A, B3, B12 (para el normal desarrollo del sistema nervioso y el crecimiento de la persona), C, ácido ascórbico, minerales, carbohidratos, calorías, proteínas y antioxidantes (para los envejecimientos prematuros) (Orjuela et al., 2011; de Bogotá, 2015; Cubides, 2020; Jaramillo and Marín, 2020; Pinzón y Rodríguez, 2015); en la cosmética la cáscara la usan para obtener colorantes para tinturas naturales (Bermeo, 2021).

En la Tabla I se referencian algunos de los estudios más relevantes desarrollados en las Escuelas y Facultades nacionales de: Administración, Economía, Negocios Agrícolas y Negocios Internacionales entre otras ciencias empresariales sobre la exportación de gulupas desde los municipios y empresas de Colombia hacia distintos mercados internacionales.

TABLA I. Estudios sobre exportaciones de gulupas desarrollados desde la academia.

Estudios desarrollados desde la academia	Zonas productoras	Destino
En Barreto (2007) facilitan y aportan a empresarios con formación jurídica, una guía para acceder al mercado de la Unión Europea.	Regiones productoras de Gulupas	Unión Europea
En Sierra <i>et al.</i> (2013) determinan la viabilidad financiera para producir y exportar gulupa (<i>Passifloras edulis</i> Sims) hacia el mercado español.	Villeta de San Miguel en Cundinamarca	España
En Pinzón and Rodríguez (2015) caracterizan la Gulupa desde su proceso de cosecha hasta su poscosecha para convertirlo en producto exportador.	Finca San Bernardo en Cundinamarca	Alemania
En Pinzón Virviescas (2016) formulan un modelo de producción de gulupa en el Municipio de Puente Nacional en Santander con los estándares de exportación hacia el continente europeo.	Municipio de Puente Nacional en Santander	Europa
En Guarnizo <i>et al.</i> (2017) incursionan como una empresa productora, comercializadora y distribuidora de pulpa de fruta exótica (Gulupa, Mangostino y Aguacate Hass) en el mercado canadiense.	Departamentos productores como: Cundinamarca, Tolima y Antioquia	Canadá
En Ravelo (2017) determinan las condiciones para comercializar la Gulupa en el mercado alemán, por parte de los productores de Pacho en Cundinamarca.	Pacho en Cundinamarca	Alemania
En Osorno and Ocampo (2017) analizan el proceso de cosecha de la gulupa y de la uchuva para determinar qué características tienen como frutas exóticas, ampliar el conocimiento de los agricultores y determinar el valor agregado que más se acople a la demanda de Alemania y Holanda como consumidores.	Departamentos productores como: Cundinamarca y Antioquia entre otros.	Alemania y Holanda
En Rodríguez and López, (2017) analizan la producción y capacidad exportadora de cada una de las frutas exóticas (Uchuva, Gulupa, Granadilla y Pitahaya) en Colombia.	Departamentos productores como: Antioquia, Boyacá y Cundinamarca.	Países Bajos, Alemania, Bélgica, Canadá y Francia
En Colorado (2018) identifican la oportunidad comercial de la fruta Gulupa (<i>Passiflora pinnatistipula</i>), en el desarrollo de un proceso que permita la asociación y exportación del producto hacia Holanda.	Municipio de Samaca en Boyacá	Holanda
En Contreras <i>et al.</i> (2019) analizan dentro de los mercados potenciales Austria y Arabia Saudita la oportunidad de exportación de la gulupa, examinando cada país específico para una futura adopción de este fruto en estos países.	Departamentos como: Antioquia y Cundinamarca.	Austria y Arabia Saudita
En Montaña (2019) diagnostican un plan de exportación sobre la Gulupa como fruta exótica, para generar un punto de partida que permita determinar factores de ventajas y desventajas para lograr un progreso en el mercado internacional.	Departamento del Huila	Mercados Internacionales
En Jaramillo and Marín (2020) determinan la prefactibilidad para la exportación de Gulupa producida en el Valle de San Nicolás hacia Alemania.	El Valle de San Nicolás en Antioquia	Alemania
En Montenegro and Mejía (2020) identifican una oportunidad comercial para la exportación de Gulupa colombiana al mercado internacional.	Zonas productoras de Gulupas	España, Francia, Italia, Holanda y Alemania

Continúa

CONTINUACIÓN TABLA I. Estudios sobre exportaciones de gulupas desarrollados desde la academia.

Estudios desarrollados desde la academia	Zonas productoras	Destino
En Vergara and Dimaté (2020) identifican las oportunidades que tiene la empresa Tukaneta S. A. en el mercado internacional de la Gulupa.	Departamentos productores de Gulupas: Tolima, Santander y Quindío.	Canadá, Estados Unidos, Unión Europea.
En Alvarado <i>et al.</i> (2020) analizan las condiciones para la comercialización y la exportación de la gulupa desde Colombia hacia Alemania.	Regiones productoras de Gulupas	Alemania
En Pinilla, (2021) realizan un plan exportador de gulupa fresca originaria del municipio de Buenavista en Boyacá hacia Alemania, mediante el acompañamiento de la empresa Fruxport Colombia S.A.S. a los productores de la fruta en la región.	Buenavista en Boyacá	Alemania
En Bernal and Cansimanse (2021) identifican los mercados potenciales para la exportación de mermelada de gulupa endulzada con Sirope de Agave.	Regiones productoras de Gulupas.	Estados Unidos, Alemania.

El diseño de recubrimientos, de empaques y los ensayos mecánicos permiten conservar las frutas y prolongar su vida útil durante las operaciones de clasificación, almacenamiento y transporte. Por ejemplo: en Duran (2016) evaluaron la implementación de recubrimientos de biopolímeros comestibles a base de diferentes polisacáridos en el fruto de gulupa; en Gutiérrez (2010) desarrollaron un empaque polimérico con propiedades anti-empañantes apropiados para la comercialización de gulupas; en Montes (2019) realizaron una revisión de literatura científica y de campo para analizar el transporte y el almacenamiento de las variedades de *Passifloras* maracuyás amarillas, gulupas, granadillas y curubas; en Salazar (2019) caracterizaron las propiedades mecánicas y cualitativas de un material compuesto (gulupa) a partir del ensayo de punzonado.

Para obtener certificaciones de calidad en las exportaciones de las frutas gulupas se requieren de estudios sobre Buenas Prácticas Agrícolas y sobre los impactos económicos que producen las enfermedades en dichos cultivos como, por ejemplo: en Orjuela et al. (2011) presentaron un manual para el manejo poscosechas de las gulupas; en de Bogotá (2015) analizaron las prácticas de cosechas y poscosechas, los principales usos, las condiciones de acceso para las gulupas en China, EU, Asia y Canadá, las Buenas Prácticas, guías y normas de etiquetado y los requerimientos generales para exportación de normas fitosanitarias y en Lugo y Fischer (2007) determinaron e interpretaron los parámetros para la implementación de buenas prácticas en gulupas con énfasis en EUREGAP.

La consolidación de este negocio agrícola de exportación de frutas de gulupa lo respaldan también las cifras de tendencias de exportación de *Passifloras* en los mercados internacionales del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2018); cifras que muestran como los países de la Comunidad Europea, importarán cada vez más *Passifloras* provenientes de Colombia, pasando de

exportar 5000 toneladas en el año de 2014 hasta exportar 9000 toneladas en el año 2018. Por el contrario, las cifras de las importaciones decrecieron constantemente en ese intervalo de tiempo (MADR, 2018).

LA ETAPA DE MADURACIÓN DE LA GULUPA

Los conocimientos sobre los procesos y los cambios que sufren las frutas después de desprenderse o ser desprendidas de la planta, juegan un papel fundamental en los agronegocios de exportación de las gulupas; conocimientos que se aplican al diseño de empaques y recubrimientos especiales para conservarlas y prolongarles su vida útil, disminuyendo las pérdidas poscosechas (Durán, 2016; Gutiérrez, 2010). Todos los cambios son regulados por el etileno. El etileno es un compuesto gaseoso (fitohormona natural) que acelera el metabolismo y afecta: el crecimiento, el desarrollo, la maduración y la senescencia de las plantas. Sus efectos en las frutas durante el proceso de maduración son: ablanda la textura, las vuelve comestibles con más sabor y mejor aroma. Esta hormona incrementa la permeabilidad de las membranas de maneras diferentes en las frutas denominadas climatéricas y no climatéricas (Cara y Giovannoni, 2008). El control de las cantidades de etileno se aplica para madurar las frutas durante su almacenamiento y transporte (periodo poscosecha) reduciendo las pérdidas. La gulupa es del tipo climatérica; después de haber sido desprendida de la planta sigue madurando por causa de las altas cantidades de etileno producidas.

En la literatura científica el término maduración no presenta una única definición, por ejemplo: para Jiménez et al. (2011) “es el conjunto de cambios internos y externos que un fruto experimenta cuando completa su crecimiento” y para White (2002) “es un proceso que se caracteriza por los cambios bioquímicos, fisiológicos y estructurales que se reflejan en las propiedades organolépticas del fruto como su sabor, aroma y textura”; cambios que son percibidos por el consumidor (Bermeo, 2021). Estos cambios marcan unas etapas (grados, estadios o estados) diferenciadas para cada fruta. No existe una unificación o estandarización de las etapas (grados, estadios o estados) de maduración de la fruta gulupa en la literatura científica como se verá a continuación.

- En del Pilar Pinzón (2007) establecieron seis grados de maduración de la gulupa de acuerdo con el color de la cáscara: el estado cero (verde medio), el estado uno (verde medio y púrpura), el estado dos (verde medio y púrpura medio no traslúcido), el estado tres (verde medio y púrpura intenso), el estado cuatro (púrpura claro traslúcido, verde medio), el estado cinco (púrpura rojizo oscuro) y el estado 6 (púrpura oscuro, intenso brillo); para cada estado caracterizaron cuantitativamente las variables físico químicas de maduración.

- En Jiménez et al. (2011) establecieron tres estadios de maduración con sus respectivas características fisicoquímicas: estadio I (verde), estadio II (pintón) y estadio III (madura).
- En Flórez et al. (2012) presentaron una caracterización fisicoquímica, fisiológica y bioquímica del fruto gulupa como indicadores para reconocer el punto óptimo de cosecha estableciendo cinco estados de maduración: estado uno (0% de madurez fisiológica), estado dos (30% de madurez fisiológica), estado tres (50% de madurez fisiológica), estado cuatro (70% de madurez fisiológica) y el estado cinco (100% de madurez fisiológica).

Teniendo en cuenta los resultados de estos estudios algunas distribuidoras clasifican las gulupas para exportación en el grado 50% verde – 50% púrpura y en el grado 50% - 80% púrpura, para el consumo nacional frutos 80 – 100% púrpura (Orjuela et al., 2011). Los estudios de Buenas Prácticas para la cosecha y poscosechas en general, sugieren recolectarlas cuando presenten un 65% de maduración y a los productores les recomiendan no recoger del suelo los frutos sobremaduros que caen dado que pueden estar contaminados por microorganismos edáficos (inocuidad).

LA MATRIZ DE MADURACIÓN DE LA GULUPA

La matriz de maduración es una nueva manera de organizar la información sobre los estados de maduración y los valores de las variables de maduración de las frutas climatéricas tropicales que permite lecturas no fragmentadas y la visualización de nuevos patrones de maduración no explorados hasta el momento como se puede revisar y ampliar en (De-Armas-Costa et al., 2020).

La matriz de maduración de las medias de los valores de las variables de maduración, se denota y se define como los arreglos rectangulares de filas y columnas, en donde, cada fila indica un estado de maduración de las frutas y cada columna indica las medias de los valores que toman las respectivas variables de maduración, organizadas de acuerdo con los comportamientos naturales que exhiben las frutas durante la etapa de maduración. En este documento los datos para construir la matriz de maduración de la gulupa que se ilustran en (1) fueron obtenidos del estudio científico desarrollado por del Pilar Pinzón et al., (2007).

$$M_{e\mu} = \begin{pmatrix} 0,62 & 2,99 & 4,40 & 5,73 & 27,61 & 2,08 & 55,70 & 53,68 & 11,89 & 25,10 & 55,86 & 29,39 \\ 0,64 & 2,99 & 3,79 & 5,14 & 25,64 & 2,68 & 54,83 & 52,50 & 13,79 & 23,59 & 51,51 & 27,95 \\ 0,64 & 2,97 & 3,44 & 4,99 & 26,32 & 3,04 & 54,70 & 52,30 & 15,17 & 24,57 & 52,12 & 26,80 \\ 0,68 & 3,00 & 3,38 & 4,65 & 26,67 & 3,42 & 54,60 & 52,40 & 15,90 & 27,26 & 55,26 & 26,18 \\ 0,65 & 3,10 & 3,03 & 3,97 & 26,69 & 4,01 & 54,55 & 52,05 & 15,92 & 27,72 & 55,67 & 25,29 \\ 0,65 & 3,37 & 3,11 & 3,92 & 27,08 & 4,14 & 54,12 & 52,11 & 16,21 & 25,95 & 54,31 & 25,28 \\ 0,64 & 3,60 & 3,02 & 3,72 & 25,46 & 4,34 & 53,40 & 50,54 & 16,14 & 23,30 & 50,30 & 21,85 \end{pmatrix} \quad (1)$$

En la matriz (1), la fila uno corresponde al estado (verde 100%), la fila dos corresponde al estado (verde 90% y púrpura 10% translúcida), la fila tres corresponde al estado (verde 70 – 80% y púrpura 20 – 30%), la fila cuatro corresponde al estado (verde 40 – 50% y púrpura 40 – 50%), la fila cinco corresponde al estado (púrpura 85 – 95% y verde 5 – 15%), la fila seis corresponde al estado (púrpura 100%) y la fila seis corresponde al estado (púrpura muy oscura 100% presencia de brillo y a veces arrugas).

Las columnas que contienen las medias de los valores de las variables de maduración se organizan de acuerdo con los propósitos que se tengan para la matriz; en la matriz (1) aparecen organizadas de acuerdo con los rangos de manera ascendente como lo ilustra la tabla II.

TABLA II. Organización de las columnas de la matriz de maduración (1).

Columnas	Variables de maduración	Rangos
1	Densidad	0,06
2	<i>pH</i>	0,63
3	Grosor de la cáscara	1,38
4	Acidez Total Titulable	2,01
5	Peso total de la cáscara	2,15
6	Índice de maduración	2,26
7	Diámetro longitudinal	2,30
8	Diámetro ecuatorial	3,14
9	Sólidos Solubles Totales	4,25
10	Peso fresco total de la pulpa	4,42
11	Peso fresco total	5,50
12	Firmeza	7,45

Para los desarrollos computacionales se normaliza la matriz (1) como se indica en la matriz (2).

$$\|M_{e\mu}\| = \begin{pmatrix} 0,36 & 0,36 & 0,48 & 0,47 & 0,39 & 0,23 & 0,39 & 0,39 & 0,30 & 0,37 & 0,39 & 0,42 \\ 0,37 & 0,36 & 0,41 & 0,42 & 0,37 & 0,29 & 0,38 & 0,38 & 0,35 & 0,35 & 0,36 & 0,40 \\ 0,37 & 0,35 & 0,37 & 0,41 & 0,38 & 0,33 & 0,38 & 0,38 & 0,38 & 0,37 & 0,37 & 0,39 \\ 0,40 & 0,36 & 0,37 & 0,38 & 0,38 & 0,37 & 0,38 & 0,38 & 0,40 & 0,41 & 0,39 & 0,38 \\ 0,38 & 0,37 & 0,33 & 0,32 & 0,38 & 0,44 & 0,38 & 0,38 & 0,40 & 0,41 & 0,39 & 0,36 \\ 0,38 & 0,40 & 0,34 & 0,32 & 0,39 & 0,45 & 0,37 & 0,38 & 0,41 & 0,39 & 0,38 & 0,36 \\ 0,37 & 0,44 & 0,33 & 0,30 & 0,36 & 0,47 & 0,37 & 0,37 & 0,40 & 0,35 & 0,35 & 0,32 \end{pmatrix} \quad (2)$$

La representación gráfica bidimensional de las filas de la matriz de maduración es lo que se denomina las firmas de maduración. Por ejemplo, en la gráfica de la figura (1) se presentan las firmas de maduración de las filas cuatro y siete de la matriz (2).

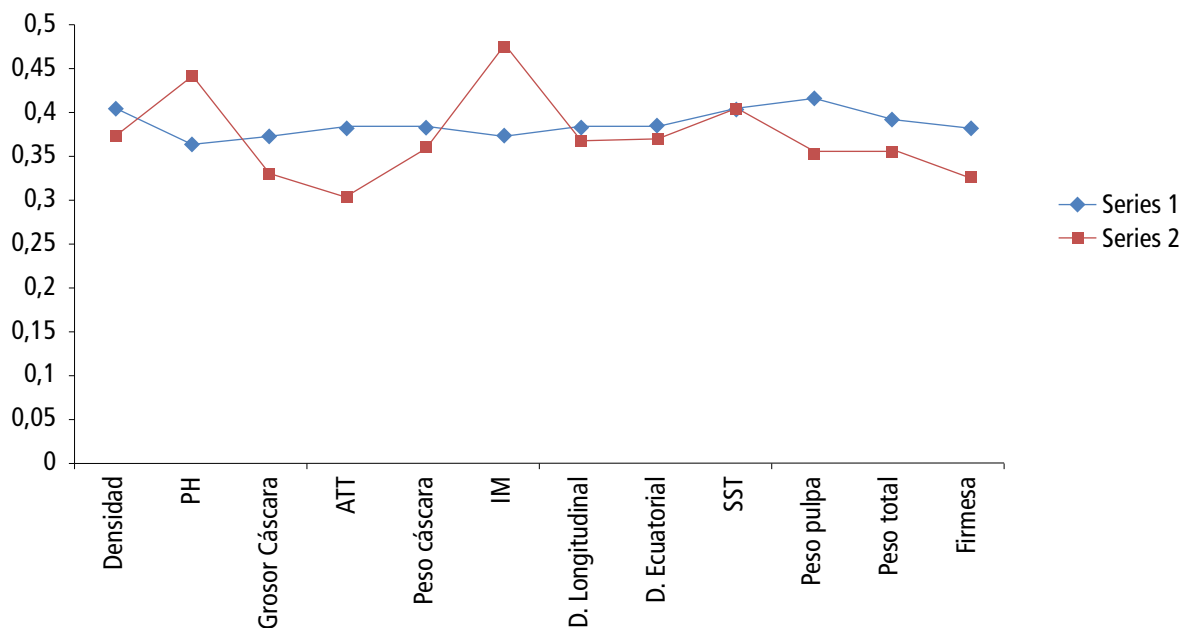


FIGURA 1. Firmas del estado de madurez (Series1: cuarta fila de la matriz) y (Series2: séptima fila de la matriz) de las medias normalizadas.

Estos nuevos conceptos permiten entre otras cosas el desarrollo de aplicativos para determinar en tiempo real, los estados de maduración de las gulupas en las ramas de las plantas usando imágenes digitales, minimizando la manipulación de las frutas y modernizando las tareas de cosechar. Este tipo de herramientas de asistencia para los productores permiten que la clasificación de los productos de exportación inicie de manera objetiva desde el momento mismo de la recolección disminuyendo las pérdidas en este tipo de negocios agrícolas de exportación.

CONCLUSIONES

En este artículo primero se realizó una revisión bibliográfica sobre los estudios científicos desarrollados sobre la exportación de gulupas desde los municipios y zonas productoras del país hacia los mercados internacionales, mostrando el potencial de este negocio agrario. El destino que mayor frecuencia presentó para exportar esta fruta es Alemania. Después se recopiló información sobre los estudios científicos relacionados con la maduración de las gulupas; mismos que permiten el diseño de empaques y recubrimientos para conservarlas y prolongarles su vida útil, fundamental para el sostenimiento de los negocios agrícolas. Por último, se presentaron los términos de matriz de maduración y de firmas de maduración asociados a las frutas gulupas; conceptos que permiten nuevas organizaciones de la información de las variables de maduración de las frutas tropicales climatéricas como las gulupas. Con las matrices de maduración y las firmas de maduración se podrán desarrollar aplicativos para determinar los estados de maduración

de este tipo de frutas, modernizando la tarea de cosechar. Se espera que la información compilada y organizada en este documento sobre las gulupas sea útil para la comunidad interesada en los agronegocios de exportación de estas frutas y en las investigaciones científicas de dichos agroecosistemas.

REFERENCIAS

- Alvarado, C. F., Fuentes, P. K., Restrepo, A. V., & Sierra, R. L. (2020). Cumplimiento del marco legal para la gulupa en el mercado alemán. <https://alejandria.poli-gran.edu.co/bitstream/handle/10823/2953/Grupo%202.pdf?sequence=1>
- Barreto Schmedling, G. J. (2007). Exportación de frutas exóticas a la Unión Europea. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/56522/tesis02.pdf?sequence=1>
- Bermeo Escobar, L. P. (2021). Evaluación de la influencia del grado de madurez de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims) sobre la aceptación sensorial en productos alimenticios. *Enfoque UTE*, 12(1), 29-43. <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/enfoqueute/v12n1/1390-6542-enfoqueute-12-01-00029.pdf>
- Bermeo, H., Tocora, F., Zambrano, C., & Sandoval, C. (2017). Protocolo de buenas prácticas para poscosecha de Gulupa (*Passiflora edulis* Sims). Universidad de Ibagué: Tolima. file:///C:/Users/Daniela%20De%20Armas/Downloads/ProtocoloPoscosecha_Gulupa.pdf
- Bernal Muñoz, I. D., & Cansimanse Papamija, Y. T. (2021). Identificación de mercados potenciales para la exportación de mermelada de gulupa endulzada con sirope de agave. <http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/1914/2/2020IvanDarioBernalMu%C3%B1oz.pdf>
- Cámara de Comercio, B. (2015). Manual gulupa. Bogotá: programa de apoyo agrícola y agroindustrial vicepresidencia de fortalecimiento empresarial Cámara de comercio de Bogotá. <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/14314/Gulupa.pdf?sequence=1>
- Cara, B., & Giovannoni, J. J. (2008). Molecular biology of ethylene during tomato fruit development and maturation. *Plant Science*, 175(1-2), 106-113. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168945208000897>
- Colorado Ramírez, J. A. (2018). Estudio de viabilidad para la exportación de la gulupa producida Samaca–Boyacá. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/17857/1003764539.pdf?sequence=1>
- Contreras-Marín, J. D., Robelto-Vergara, A. S., & Umbarila-Delgado, L. J. (2019). Oportunidad de negocio para la gulupa en los mercados de Austria y Arabia Saudita. <https://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/handle/123456789/1065/RobeltoVergara-AndresSantiago-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cubides Maldonado, J. V. (2020). Aproximación a un plan de negocios para la exportación de gulupa a la ciudad de Berlín, Alemania. Bachelor's thesis, Fundación Universidad de América. Fundación Universidad de América. <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7856/1/825004-2020-I-NIIE.pdf>
- de Bogotá, C. D. (2015). Manual gulupa. En C. D. de Bogotá. <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/14314/Gulupa.pdf?sequence=1>

- De-Armas-Costa, R. J., Martín-Gómez, P. F., & Rangel-Díaz, J. (2020). Firma o signatura de los estados de madurez de las frutas climatéricas tropicales. *Ciencia y Agricultura*, 17(1), 51-65. file:///C:/Users/Daniela%20De%20Armas/Downloads/jgonzalezsanabria,+Articulo_4%20(4).pdf
- del Pilar Pinzón, I. M., Fischer, G., & Corredor, G. (2007). Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims.). *Agronomía Colombiana*, 25(1), 83-95. <https://www.redalyc.org/pdf/1803/180316240010.pdf>
- Durán, A. D. (2016). Desarrollo de recubrimientos de biopolímeros para su implementación en el fruto de gulupa (*Passiflora edulis* Sims) y sus efectos en la maduración (Bachelor's thesis, Uniandes). <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/18707/u722304.pdf?sequence=1>
- Fischer, G., Melgarejo, L. M., & Cutler, J. (2018). Pre-harvest factors that influence the quality of passion fruit: A review. *Agronomía Colombiana*, 36(3), 217-226. <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v36n3/0120-9965-agc-36-03-217.pdf>
- Flórez, L. M., Pérez, L. V., Melgarejo, L. M., & Hernández, S. (2012). Caracterización fisicoquímica, fisiológica y bioquímica del fruto de gulupa (*Passiflora edulis* Sims) como indicadores para el punto óptimo de cosecha. *Ecofisiología del cultivo de la gulupa*, 53-79.
- Gómez-Luna, E., Fernando-Navas, D., Aponte-Mayor, G., & Betancourt-Buitrago, L. A. (2014). Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización. *Dyna*, 81(184), 158-163. <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v81n184/v81n184a21.pdf>
- Guarnizo Contreras, I. R., Segura Parra, D. H., & Góngora Santos, P. S. (2017). Exportación de pulpa de fruta exótica (mangostino, gulupa y aguacate hass). https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1326&context=finanzas_comercio
- Gutiérrez, C. L. (2010). Desarrollo de un empaque polimérico con propiedades antiempañantes apropiado para la comercialización de Gulupa (*Passiflora edulis* Sims fo. *edulis*). Departamento de Química. https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/8424/197477.2010_pte._1.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Hernández, M. S., & Fischer, G. E. (2009). Cosecha y poscosecha en las frutas pasifloráceas. Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. *Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas* Bogotá, 267-282. <http://fedepasifloras.org/es/wp-content/uploads/2018/01/Cultivo-poscosecha-y-comercializacio%CC%81n-de-las-pasiflora%CC%81ceas-en-Colombia.pdf>
- Hernández, Y. U., González, M. Ó., & Lobo, M. G. (2007). Importancia del grado de madurez en el procesado mínimo de frutas. In V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones (S6-O203). Universidad Politécnica de Cartagena, pp. 837-847.
- Jaramillo López, E., & Marín Gómez, D. (2020). Estudio de prefactibilidad para la exportación de gulupa producida en el valle de San Nicolás hacia Alemania. Estudio de prefactibilidad para la exportación de gulupa producida en el valle de San Nicolás hacia Alemania. Medellín. <http://repositorio.esumer.edu.co/jspui/bitstream/esumer/1563/1/PREFACTIBILIDAD%20PARA%20EXPORTACION%20DE%20GULUPA%20A%20ALEMANIA.pdf>

- Jiménez, A. M., Sierra, C. A., Rodríguez-Pulido, F. J., González-Miret, M. L., Heredia, F. J., & Osorio, C. (2011). Physicochemical characterisation of gulupa (*Passiflora edulis* Sims. fo *edulis*) fruit from Colombia during the ripening. *Food Research International*, 44(7), 1912-1918. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996910004394>
- Laura, R. B., & Laura, M. E. (2016). 10. Gulupa: características y usos tradicionales. Comité científico, 145.
- Lugo, O. J., & Fischer, G. (2007). Parámetros para implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en gulupa (*Passiflora edulis* Sims.) con énfasis en EUREPGAP.
- MADR. (2018). Cadena De Pasifloras Indicadores e instrumentos Mayo - Junio 2018. Bogotá D.C.: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Pasifloras/Documentos/2018-05-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- MADR. (2020). Cadena De Pasifloras Indicadores e instrumentos Segundo Trimestre 2020. Bogotá. D.C.: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Pasifloras/Documentos/2020-06-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- Montaño Urrea, A. D. (2019). Evaluación de la oferta exportable de la gulupa en el departamento del Huila (Bachelor's thesis, Universidad de Ibagué). <https://168.197.69.114/handle/20.500.12313/874>
- Montenegro-Silva, I. L., & Mejía-Veléz, D. A. (2020). Oportunidades comerciales para la gulupa en los mercados internacionales. <https://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/handle/123456789/1095/MontenegroSilva-IvanLeonardo-2019.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Montes, N. B. (2019). Monografía sistemas de almacenamiento y transporte en Passifloras, especies: Maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*), Gulupa (*Passiflora edulis* sims *edulis*), Granadilla (*Passiflora ligularis* juss) Y Curuba (*Passiflora tripartita*). <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/28095/nbrinezm.pdf?sequence=1>
- Montoya, V. E. (2012). Evaluación del impacto económico de las principales enfermedades que afectan el cultivo de Gulupa (*Passiflora edulis* sims.). Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/12187/emmymontoyavelosa.2012.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Ocampo Pérez, J., & Wyckhuys, K. A. (2012). Tecnología para el cultivo de la Gulupa en Colombia. https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/1876/tecnologia_para_el_cultivo_de_la_gulupa.pdf?sequence=1
- Orjuela, B. N., Campos, A. S., Sánchez, N. J., Melgarejo, L. M., & Hernández, M. S. (2011). Manual de manejo poscosecha de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims). Melgarejo LM, Hernández MS, Poscosecha de la gulupa. Bogotá: Universidad Nacional.
- Osorio, B. J. (2014). Requerimientos de seguridad e inocuidad para la exportación de gulupa (*Passiflora edulis* f. *edulis* sim) (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Lasallista). http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1564/1/Requerimientos_seguridad_inocuidad_exportacion_gulupa.pdf

- Osorno Lezcano, J., & Ocampo Ramírez, E. D. (2017). La gulupa y la uchuva frutas potenciales para el mercado europeo. La gulupa y la uchuva frutas potenciales para el mercado europeo. <http://repositorio.esumer.edu.co/bitstream/esumer/2203/1/Trabajo%20Proyecto%20de%20grado%20espa%C3%B1ol.pdf>
- Oviedo, W. V. (1987). Manejo De Frutas Y Hortalizas En postcosecha: la calidad, sus parámetros y clases en frutas y hortalizas. Colombia: Tecnología del Manejo de Postcosecha de Frutas y Hortalizas.
- Pinilla Silva, D. A. (2021). Plan exportador de gulupa originaria del municipio de Buenavista Boyacá por la empresa fruxport Colombia SAS hacia Hamburgo–Alemania. <http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/4548/1/2021DavidArmandoPinillaSilva-JeimyAlexandraRam%C3%ADrezP%C3%A9rez.pdf>
- Pinzón Valbuena, L. M., & Rodríguez Cuta, J. P. (2015). Proceso de comercialización hacia Alemania desde la Finca San Bernardo Cundinamarca. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1663&context=administracion_de_empresas
- Pinzón Virviescas, N. J. (2016). Formulación de un modelo de producción de gulupa en el municipio de puente nacional, Santander bajo estándares de exportación a países europeos. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/13852/52501131.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ravelo Rincón, N. F. (2017). Análisis de condiciones para comercializar gulupa pachuna en el mercado alemán. Análisis de condiciones para comercializar gulupa pachuna en el mercado Alemán. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/17840/1073599165%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodríguez Gomez, I. P., & Lopez Vasquez, D. (2017). Capacidad y potencial exportador de la Uchuva, Gulupa, Granadilla y Pitahaya en Colombia: 2012-2016 (Doctoral dissertation, Universidad del Rosario). Capacidad y potencial exportador de la Uchuva, Gulupa, Granadilla y Pitahaya en Colombia: 2012-2016 (Doctoral dissertation, Universidad del Rosario). <https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/14238/RodriguezGomez-IngridPaola-2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Salazar, P. N. (2019). Caracterización de la gulupa de Colombia a partir de la metodología de punzonado (Bachelor's thesis, Uniandes). <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/45545/u827668.pdf?sequence=1>
- Sierra Cárdenas, J. C., Gómez Rodríguez, C., Sánchez Buendía, E. E., & Pinilla Rivera, M. (2013). Viabilidad financiera para la producción y exportación de gulupa (*Passiflora edulis* Sims) hacia el mercado español. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 14(1), 17-26. <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v14n1/v14n1a03.pdf>
- Vergara-Morales, L. M., & Dimaté-Bolívar, A. P. (2020). Oportunidades para la empresa Tukaneta SAS en el mercado internacional de la gulupa. <https://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/handle/123456789/1090/VergaraMorales-LinaMaria2019.pdf?sequence=1>
- White, P. J. (2002). Recent advances in fruit development and ripening: an overview. *Journal of Experimental Botany*, 53(377), 1995-2000.