

*Monografía*

## *Passiflora edulis f. flavicarpa*

### **Resumen:**

La maracuyá o *Passiflora edulis f. flavicarpa*, es una planta trepadora usada tradicionalmente para tratar la hipertensión, diarrea, estimulante, cólicos de los bebés, síntomas de la menopausia, como sedante, estimulante de la función digestiva, tónico, diurético, antihelmíntico, tratamiento para el cáncer gástrico. Sus principales constituyentes son ácidos grasos saturados; aceites volátiles, carbohidratos, ácidos carboxílicos, aldehídos, aminoácidos, minerales. También, están presentes metabolitos secundarios como flavonoides, compuestos cianogénicos, glucósidos, provitaminas principalmente carotenoides, alcaloides, antocianinas y alcoholes terpénicos; se ha comprobado su actividad antioxidante, antitumoral, anticancerígena, antibacteriana, antiinflamatoria, antifúngica, hepatoprotectora, analgésica, antidiabética, antihipertensiva y cardioprotectora, antiparasitaria, actividad larvicida. Se ha mostrado seguridad en el consumo oral hasta una dosis de 2000 mg/kg; sin embargo, se ha registrado muerte por daño hepático al combinar esta especie con la pimienta intoxicante (*Piper methysticum*).

### **Palabras claves:**

Actividad Antioxidante, Antibacteriana, Antifúngica, Hepatoprotectora, Antiinflamatoria, Antidiabética, antitumoral, Anticancerígena, Analgésica, Antihipertensiva y Cardioprotectora.

### **Abstract:**

The passion fruit or *Passiflora edulis f. flavicarpa*, is a climbing plant traditionally used to treat hypertension, diarrhea, stimulant, baby colic, menopausal symptoms, as a sedative, stimulant of digestive function, tonic, diuretic, anthelmintic, treatment for gastric cancer. Its main constituents are saturated fatty acids; volatile oils, carbohydrates, carboxylic acids, aldehydes, amino acids, minerals. Also, secondary metabolites such as flavonoids, cyanogenic compounds, glycosides, provitamins, mainly carotenoids, alkaloids, anthocyanins and terpenic alcohols are present; Its antioxidant, antitumor, anticancer, antibacterial, anti-inflammatory, antifungal, hepatoprotective, analgesic, antidiabetic, antihypertensive and cardioprotective, antiparasitic, larvicidal activity has been proven. Safety has been shown in oral consumption up to a dose of 2000 mg / kg; however, death from liver damage has been recorded when this species is combined with the intoxicating pepper (*Piper methysticum*).

### **Keywords:**

Antioxidant, Antibacterial, Antifungal Activity, Hepatoprotective, Anti-inflammatory, Antidiabetic, antitumor, Anticancer, Analgesic, Antihypertensive and Cardioprotective

### **1. Nombre científico-sinónimos**

*Passiflora edulis f. flavicarpa* (He et al., 2020)

### **2. Nombre(s) común**

Castellano: "Maracuyá", "Parchita", "Fruta de la pasión", "Grenadelle", "Granadina", "Pasiflora" (Jacas García, Polanco Machado, Pelegrín Monpie, Rodríguez García, & Hechavarría Torres, 2017).

Kichwa: "Tintín", "Apincoya" (Gobierno regional del Cusco, 2005).

Inglés: "Yellow passion fruit" (Konta et al., 2014).

### 3. Descripción botánica

*P. edulis*, planta trepadora de hasta 15 m altura, vigorosa, perenne, herbácea. Sus hojas miden entre 13 cm de largo y 15 cm de ancho, formada por tres lóbulos dispuestos de manera alternada, es de color verde brillante en el haz y un poco más pálidas en el envés; sus tallos son estriados con zarcillos axilares de 10 cm de dimensión, las flores individuales tienen 7 cm de diámetro. Los pétalos blancos, forma de corona con 4 a 5 hileras formadas por filamentos de 2.5 cm de largo color blanco y lila en la base (Taiwe & Kuete, 2017). Esta especie presenta dos variedades, principalmente diferenciadas por el fruto. En la variedad "*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*", el fruto mide entre 6 a 12 cm de largo y entre 4 a 7 cm de diámetro, su cáscara es de color amarillo, dura y gruesa, la pulpa posee un olor característico además de ser ácida, las semillas tienen color Marrón (He et al., 2020).

Mientras que, la variante púrpura denominada como *Passiflora edulis* f. *Edulis* el fruto es más pequeño mide 4 a 9 cm de largo y 3,5 a 7 cm de diámetro, cuya cáscara es de color púrpura y la semilla de color negra **Figura 1** (He et al., 2020).

### 4. Micrografía-caracterización genética

En una evaluación morfo-anatómica de las hojas de 11 especies de *Passiflora*, destacamos las diferencias estructurales encontradas entre las variantes *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* (Maracuyá amarilla) y *Passiflora edulis* f. *Edulis* (Maracuyá morada), observar la **figura 2** (Wosch et al., 2015). Reportándose que las hojas de la *P. edulis* f. *flavicarpa* (maracuyá amarilla), es una lámina con 3 lóbulos oblongos, mide entre 11 a 22.5 cm de ancho, 9 a 17 cm de largo, el apéndice es de agudo a acuminado, de margen serrado, su color es verde oscuro en ambos lados, es brillante en la cara adaxial y opaco sobre la cara abaxial, con el secado se aclara un poco de color, la inervación es palmada.

El peciolo mide entre 2 a 6 cm de largo, ubicada seguido de la hoja; La epidermis, presenta células epidérmicas con estomas al mismo nivel o ligeramente encima, presentan tricomas en

ambas caras, los cuales están rodeados de células similares a otras partes de la epidermis. En la sección transversal se muestra una epidermis uniserada, está cubierta con una cutícula fina y lisa, el mesófilo es dorsiventral con un estrato de empalizada, muestra drusas en el parénquima de la vaina, se observa una convexidad en ambos lados, la nervadura central presenta en la cara adaxial de 7 a 9 estratos de colénquima, mientras que el sistema vascular está compuesto por haces vasculares colaterales (Wosch et al., 2015).

Mientras que, en las hojas de *P. edulis* f. *Edulis* (maracuyá morada) se evidenció una lámina con 3 lóbulos oblongos lanceolados, mide entre 4.5 a 6 cm de ancho y de 4 a 6 cm de largo, el apéndice es acuminado; y el peciolo mide 5 a 6 cm. las otras características son muy similares a la variante amarilla, como la estructura de la epidermis vista desde la sección transversal, se observa una convexidad en ambos lados, y se diferencia porque la nervadura central de esta variante presenta en la cara adaxial en esta variante de 7 a 14 estratos y en la cara abaxial presentan de 2 a 5 estratos de colénquima, el sistema vascular está también formado por haces vasculares colaterales (Wosch et al., 2015). Se puede observar Morfología de las hojas de *P. Edulis* en la **Figura 2**.

Un estudio estableció marcadores cromosómicos específicos para maracuyá amarilla *Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*, utilizando secuencias repetitivas y de copia única como sondas en hibridaciones fluorescentes *in situ* o FISH por sus siglas en inglés. Empleando 33 clones BAC positivos para ser identificados correspondientes a los genes: CHI-B (Pe20N03; Pe108P03 clones), LHCB (Pe86H07; Pe95P11; Pe103L12), CYS3 (Pe61D03; Pe70N03; Pe88O02; Pe96N23), CESA (PeF25C16722); (Pe658C22) COX2(Pe27O13), KTI (Pe55J16; Pe58C13), GOX (Pe64C12), NDHJ (Pe85L08) y STP13 (Pe24G19); validados mediante PCR para identificar secuencias de genes mediante cebadores específicos (Sader et al., 2019).

También, se utilizaron diez clones validados en anteriores estudios, correspondientes a los genes ACO1, CYCD1, EMB2765, ERS2, G3PD, LOX, MIPS y NDID. Por otro lado, se mapearon la ubicación cromosómica de copia única los cuales mostraba señales únicas, representados en la **figura 3** con pseudocolores en amarillo, azul y rojo, ordenados según su

localización a lo largo de los brazos cortos y largos de arriba abajo en los cromosomas de diferentes células, esta identificación cromosómica contribuye a un futuro análisis del genoma completo (Sader et al., 2019). En la **Figura 3** se encuentra la ubicación cromosómica de copia única.

## 5. Usos tradicionales

Los usos más comunes asignados a esta especie son la elaboración de helados, mermeladas, yogur, bebidas, pasteles, gelatinas, té, vino, vinagre, salsa de condimentos (He et al., 2020).

Desde un enfoque medicinal, *P. edulis* se ha utilizado para tratar la hipertensión, diarrea, estimulante, cólicos de los bebés, síntomas de la menopausia, como sedante, estimulante de la función digestiva, tónico, diurético, antihelmíntico, tratamiento para el cáncer gástrico, (Dhawan, Dhawan, & Sharma, 2004).

Actualmente, también se extrae la pectina de la cáscara del fruto mediante extracción por microondas, un producto de gran interés industrial para la elaboración de salsas, jaleas, mermeladas entre otros alimentos (Urango-Anaya, Ortega-Quintana, Vélez-Hernández, & Pérez-Sierra, 2018). Otra posible aplicación de la especie en la industria, es en forma de aditivo cárnico, ya que el extracto en polvo de la cáscara exhibió un efecto antioxidante y antibacteriano (Ramli, Manap, Bhuyar, & Azelee, 2020).

## 6. Principales constituyentes

El análisis bromatológico de la pulpa de *P. edulis* demuestra un contenido de acidez 3,24 % ácido cítrico, carbohidratos 16,04 %, sólidos solubles totales expresados en 13,48° Brix, pH 2,89, ceniza 0,58 %, proteína 1,2 %, humedad 81,66 %, grasa 0,53 %, fibra cruda 2,15 %, y vitamina C 25,50 mg y minerales como el fósforo con 265,45 mg (Conde, Guardo, Llamas, Pájaro-Castro, & Milano, 2017).

Entre los compuestos identificados están los ácidos grasos saturados; aceites volátiles, carbohidratos, ácidos carboxílicos, aldehídos, aminoácidos, minerales. También, están

presentes metabolitos secundarios como flavonoides, compuestos cianogénicos, glucósidos, provitaminas principalmente carotenoides, alcaloides, antocianinas y alcoholes terpénicos (Dhawan et al., 2004). Los principales grupos funcionales de la especie *P. Edulis* se encuentran en **Tabla 1** (Dhawan et al., 2004).

El extracto acuoso de las hojas está compuesto por hexadecanoic acid, cis-13-octadecenoic acid, Oleanitrile y en menor proporción butanedioic acid 2TMS, tetradecanoic acid, 7,9-ditert-butyl-1-oxaspiro(4,5)deca-6,9-diene-2,8-dione y 2-piperidinecarboxylic acid (Fondevila, Manzano, & Choez, 2019).

El aceite de las semillas obtenido con CO<sub>2</sub> supercrítico, está constituido en un 67 % por ácido linoleico, 16.6 % por ácidos oleico, 14.5 % palmítico; además de ácidos esteárico, palmítico y linolénico presente en menor proporción. También se identificó  $\beta$ -sitosterol, estigmasterol, campesterol, lanosterol y en mayor concentración escualeno (Pantoja-Chamorro, Hurtado-Benavides, & Martinez-Correa, 2017).

Mediante una caracterización química por CG-MS, se determinó que el aceite esencial de la cáscara está constituido por Ionol (13.15 %), Palmitaldehyde (6.24 %), Ethyl Palmitate (3.56%), Heptadecane (3.29 %), y en menor proporción el Pentacosane, Linalool, Ethyl Linoleate, Ehtyl Oleate, 9-Tricosene, Octadecane, Heneicosane, d-Nerolidol, Docosane, Benzeneacetaldehyde,  $\alpha$ -Terpineol. Mientras que, el aceite esencial de las semillas está constituido por Ionol (12.10 %), Ethyl Palmitate (5.79 %), Heptadecane (5.13 %), Palmitaldehyde (2.18 %); además de otros compuestos en menor proporción: Pentacosane, Benzeneacetaldehyde, Heneicosane, 9-Tricosene, Docosane, Hexyl caproate, Octadecane, Ethyl Linoleate, Ehtyl Oleate, Linalool, Methyl Palmitate, Ethyl 9-Hexadecenoate, 1-Nonadecene (Chóez-Guaranda, Ortega, Miranda, & Manzano, 2017).

## 7. Actividad farmacológica

El extracto de hojas de la maracuyá exhibe efectos antibacterianos, hepatoprotectores, antioxidante, anticonvulsivo, antihipertensivo, antiinflamatorios, sedante, estimulante, tónico, diurético, ansiolíticos, antifúngico, antihelmíntico, anticancerígeno, antidiarreico, actividad neurofarmacología, reducción de la presión arterial en mamíferos (Fondevila et al., 2019).

Todo esto se le atribuye a su composición fitoquímica, se ha identificado los principales compuestos bioactivos presentes en las hojas, el más abundante el ácido hexadecanoico caracterizado por su acción antibacteriana, antioxidante y antifúngica; seguido del ácido cis-13-octadecenoico con propiedad antiinflamatoria, combate temblores de enfermedad de Parkinson y previene el cáncer (Fondevila et al., 2019).

También contiene otros compuestos bioactivos como, el oleanitrilo con propiedades inhibitoras de oxidasa, antileishmaniasis, anticoagulante, antitumoral, antioxidantes, antimicrobianas, antidiabético, antihipertensivo y anti-inflamatorias; el ácido butanodioico es un potenciador cognitivo, previene el estrés (Fondevila et al., 2019).

#### *Actividad antioxidante*

Posee una elevada capacidad los extractos de las semillas, cáscaras, corteza, hojas, frutas, para inhibir el efecto de los radicales libres, mediante ensayos diversos ensayos *in vitro* (**Tabla 2**). Los diversos valores de actividad antioxidante están relacionados con la concentración de moléculas bioactivas de las diferentes partes de la especie, como el alto contenido en polifenoles (Conde et al., 2017), posibles responsables de la captura de radicales libres (He et al., 2020).

Por otro lado, el extracto acuoso de las hojas y el extracto etanólico de la cáscara, de la pulpa fresca y de las semillas también contribuyen a la acción de la enzima antioxidante, protegiendo del estrés oxidativo a los órganos de animales con diabetes inducida. Mediante la inducción del incremento de la enzima superóxido dismutasa (SOD) y reduciendo el nivel de catalasa (CAT) y TBARS en los órganos (Kandandapani, Balaraman, & Ahamed, 2015).

#### *Actividad antibacteriana*

Mediante diversos estudios se ha evidenciado la efectividad de los extractos *P. edulis* para inhibir el crecimiento bacteriano. Las nanopartículas de plata sintetizadas a partir del extracto acuoso de las hojas en una concentración de 25 y 50  $\mu\text{g}$  inhibe el crecimiento de *E. coli* y *S. aureus* respectivamente (Thomas et al., 2019). En otro estudio que evaluó la actividad antibacteriana de nanopartículas de Ag, Fe y la combinación de ambas mostró actividad frente a *Escherichia coli* y *Bacillus subtilis* (Sandupatla, Dongamanti, & Koyyati, 2021).

La extracción metanólica del pericarpio en una concentración entre 128 a 1024  $\mu\text{g} / \text{ml}$ , inhibe la proliferación de *P. stuartii*, *E. aerogenes*, *K. pneumoniae*, *E. coli*, *P.aeruginosa* y, postulando como responsable de dicho efecto a la presencia de metabolitos secundarios del grupo de triterpenos, esteroides y polifenoles (Dzotam, Touani, & Kuete, 2016). También, el extracto en polvo de la cáscara de maracuyá exhibió un efecto inhibitor del crecimiento de *E. coli*, *Serratia* y *S. aureus* (Ramli et al., 2020).

El extracto de aceite de las semillas demostró efectividad contra *E. coli*, *S. enteritidis*, *S. aureus* y *B. cereus* (Pereira et al., 2019). Mientras que, se reporta actividad antibacteriana del aceite extraído en las semillas de la variante morada contra *P. acnes* con una CMI del 20 % (Jusuf, Putra, & Dewi, 2020).

#### *Actividad antifúngica*

Son diversos los constituyentes de *P. edulis* que exhiben propiedades antifúngicas, lográndose encontrar en diversos órganos de la planta. El péptido obtenido de las frutas presenta estructura similar a las albúminas 2S, concediendo así la propiedad inhibitoria de las especies *T. harzianum*, *F. oxysporum*, *A. fumigatus*, *C. lindemuthianum*, *M. Kluyveromyces*, *C. albicans*, *C. parapsilosis* y *S. cerevisiae* (Agizzio et al., 2003; Jagessar, Hafeez, Chichester, & Crepaul, 2017; Pelegrini et al., 2006; Ribeiro et al., 2012). También las semillas concentran proteínas con propiedades antifúngicas, como el Passiflin que inhibe el crecimiento de *R. solani* con una CI<sub>50</sub> de 16 mM (Tzi-Bun et al., 2011).

Por otro lado, del extracto metanólico de la hoja de la variante *Passiflora Edulis* Sims, se aisló la Nistatina constituyente bioactivo de la especie, el cual mostró una significativa eficacia inhibitoria contra cepas de *Candida albicans* y *Aspergillus niger* (Kannan, Devi, & Jayakar, 2010).

Además, Las nanopartículas de plata, hierro y la combinación de ambos, sintetizadas a partir del extracto acuoso las hojas inhibe el crecimiento de *Aspergillus flavus* (hongo patógeno en humanos), *Sclerotium rolfsii* y *Rhizoctonia solani* (hongo patógeno en plantas) (Sandupatla et al., 2021).

#### *Actividad antiinflamatoria*

El efecto antiinflamatorio de esta especie ha sido evidenciado mediante pruebas *in vivo* como la inflamación en el tracto digestivo provocado por sulfato sódico dextrano, fue combatida con el consumo de harina la cual redujo la expresión de la expresión de citocinas proinflamatorias y mejoró barrera protectora intestinal (Cazarin et al., 2016). También, se ha registrado que el extracto acuoso reduce la inflamación en la monocapa de células Caco-2 y mejora la disfunción del tejido epitelial intestinal (Cristina Lopes do Carmo, Mateus Martins, Elisa Ramos Magalhães, Roberto Maróstica Júnior, & Alves Macedo, 2020).

Además, mediante una evaluación de la capacidad antiinflamatoria *in vitro*, se exhibió que la decocción de las hojas al vapor incrementa la desnaturalización de las proteínas e inhibe la hemólisis en un 44 %, la lipoxigenasa en 50 %, la proteinasa en un 100 % (K. D. P. P. Gunathilake, Ranaweera, & Rupasinghe, 2018). La capacidad antiinflamatoria del extracto metanólico depende directamente de la concentración, teniendo que en una concentración de 25 y 100 µg/mL inhibe un 15 % y 23.1 % de la hemólisis respectivamente, inhibe la desnaturalización de proteínas en un 36.0 % a 75.0 % en concentraciones que van de 25–100 µg / mL; también se probó que existía una correlación significativa entre los polifenoles, flavonoides y carotenoides y las propiedades antiinflamatorias estudiadas (K. Gunathilake, Ranaweera, & Rupasinghe, 2018).

Además, la fracción de polisacárido obtenida de las cáscaras secas de *P. edulis* inhibe la respuesta inflamatoria de la carragenina en un estudio *in vivo*, disminuyendo el edema, la permeabilidad vascular, la actividad mieloperoxidasa, glutatión, el nivel de IL-1β (Silva et al., 2015).

Incluso, mediante un estudio con simulaciones moleculares, sugirió a los mejores ligandos acoplados con en interacción con la proteasa principal del SARS-CoV-2, estos son quercetina



(-8,2 kcal / mol), crisina (-8,0 kcal / mol), kaempferol (-7,9 kcal / mol) y luteolina (-7,7 kcal / mol). Este mecanismo podría inhibir la producción de citocinas proinflamatorias y por ende reducir la inflamación causada por el SARS-CoV-2 (Matondo et al., 2020).

#### *Actividad antihipertensiva y cardioprotectora*

El efecto antihipertensivo y cardioprotector de los extractos de maracuyá amarilla y su variante morada se ha evidenciado en modelos biológicos con hipertensión espontánea. La administración prolongada de los extractos de la semilla fortificada con piceatannol 9,5 % regula los niveles de triglicéridos y colesterol, agregación plaquetaria, función cardíaca, y se mejoró la relajación del anillo aórtico mediada por acetilcolina, en ratas alimentadas con una dieta rica en grasa (Ishihata et al., 2016).

Entre los compuestos aislados de esta especie, con capacidad antihipertensiva está la rutina (González, L, Murillo, & Guerra, 2019). La isoorientina, isovitexina en la pulpa de *P. edulis* Sims f. *flavicarpa* (Zeraik, M. L., & Yariwake, 2010); el piceatannol en  $18.6 \pm 0.257$  mg / g en el bagazo (Viganó, 2016); después del consumo de 5 mg por 2 meses, se observó una disminución de la presión arterial en hombres con sobrepeso (Kitada, 2017); este efecto podría deberse a la inhibición que provoca la piceatannol de algunas vías relacionadas con la patogenia de la aterosclerosis, el cual es más potente que el resveratrol (Aguiar et al., 2021). También, se ha registrado la presencia de flavonoides en las hojas de maracuyá, reconocidas por sus propiedades antiplaquetarias, principalmente C-glicosil flavona (Aguiar et al., 2021; Ozarowski et al., 2018; Wosch et al., 2015).

La administración de la pulpa de maracuyá amarilla en concentraciones de 5 a 8 g/kg redujo significativamente la presión arterial, aumentó los niveles de glutatión y redujo las sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico. Mostrando mayor efecto en la concentración más alta, pudiendo deberse a la mayor concentración de compuestos fenólicos con capacidad antioxidante (Konta et al., 2014).

Un estudio *in vivo*, en pacientes hipertensos no crónicos, demostró que la administración del jugo en dosis diaria de 2 g /2 ml durante un mes reduce la presión arterial y el estrés oxidativo en el grupo tratado. Sin embargo, en la cuarta semana aumentó los niveles de actividad de la

enzima convertidora de angiotensina, esta contradicción induce en la necesidad de evaluaciones más profundas (Guerrero-Ospina et al., 2018).

#### *Actividad analgésica*

La fracción de polisacárido obtenida de las cáscaras secas de *P. edulis* disminuye el lamido de patas inducido por formalina y las contorsiones inducidas por ácido acético, además no aumentó el tiempo de latencia de respuesta (Silva et al., 2015).

También se comprobó la aplicación de los extractos de las hojas de *P. edulis* Sim en el manejo del dolor y mejora la actividad conductual, estos extractos fueron ensayados en modelos biológicos (ratas Wistar) con hiperalgesia inducida mediante acción mecánica y térmica, en dosis de 200 y 400 mg / kg, exhibiendo una reducción de la condición algésica en todos los modelos que fue dosis dependiente (Sharma, Sharma, & Sharma, 2019).

#### *Actividad hepatoprotectora*

El consumo crónico de los extractos de la semilla fortificada con piceatannol 9,5% la formación de hígado graso en biomodelos alimentados con una dieta rica en grasa, al mejorar la hipertrofia hepática y la histología hepática (Ishihata et al., 2016). Además, la administración del extracto de la pulpa protegió al hígado del daño provocado por CCL4 (Raj et al., 2016).

También, en la lesión hepática provocada por el consumo de etanol aumentó los niveles de aspartato transaminasa, alanina transaminasa, bilirrubina total, triglicéridos, malondialdehído y disminución de proteínas totales, esto valores fueron reducidos tras el tratamiento diario con zumo de la fruta por 15 días (Zhang et al., 2016).

#### *Actividad antidiabética*

Un estudio *in silico* demostró la presencia de fitoconstituyentes principalmente la vicenina-2 con alto potencial antidiabético en las especies de *Passiflora* (Salgueiro et al., 2018). El extracto de las hojas de *P. edulis* f. *Flavicarpa* exhibe propiedades hipoglucémicas, al monitorear el nivel de glucosa en la sangre en pacientes con diabetes mellitus tipo 2, varió de 193,44 mg / dl a 121,71 mg / dl tras la administración durante 30 días (Chandrasekhar et al., 2019).

Otros estudios *in vivo*, en ratas sugieren el mismo comportamiento normoglicemiante; el extracto acuoso de las hojas administrado por un mes en una dosis de 200 mg / kg en ratas con diabetes inducida con aloxano, redujo significativamente los niveles séricos de glucosa (Kanakasabapathi & Gopalakrishnan, 2015).

Así mismo, en ratas diabéticas por inducción de estreptozotocina luego de la administración oral de 250 mg / kg de etanólico de las hojas y tallos, redujo los niveles de glucosa, MDA y 8-hidroxi-2'-desoxiguanosina urinario (marcadores de estrés oxidativo), e incrementó los niveles de antioxidantes, péptido C e insulina; esto postula a la especie como posible promotor de fármacos anti-diabetes mellitus (Panchanathan & Rajendran, 2015).

También, el consumo de la harina de la piel en ratas con dieta rica en grasa aumenta la expresión de transcripción hipotalámica, contrarresta la ganancia acumulada de peso corporal, disminuye el nivel de leptina y adiposidad. Además, mejora la sensibilidad a la insulina sin modificar el equilibrio hormonal del intestino (Lima et al., 2016).

Sin embargo, se observó una tendencia contraria al administrar durante 56 días, harina de la cáscara de la maracuyá amarilla en pacientes con diabetes tipo 2, ya que en una dosis de 12 g/tres veces al día no mejoró los niveles glucémicos (de Araújo et al., 2017).

#### *Actividad antitumoral y anticancerígena*

Estudios *in vitro* de la especie muestran citotoxicidad que combaten las células tumorales; el extracto etanólico de las hojas y el zumo de la fruta presentan actividad pro-apoptótica en células HepG2 (cáncer de hígado), actividad que depende de la pureza de los metabolitos, consecuentemente del método de extracción (Aguillón, Arango, Uribe, & Loango, 2018).

Así mismo, otro estudio encontró que el extracto etanólico de las hojas un efecto quimiopreventivo sobre las líneas celulares SW480 y Caco-2 (cáncer de colon) y actividad proapoptótica, debido al incremento en los niveles de actividad de la caspasa 3 la cual provoca una proteólisis masiva que resulte en muerte celular (Ramírez, Arango, Uribe, Maldonado, & Aguillón, 2017).

Además, el extracto acuoso de la fruta también exhibe un alto potencial citotóxico y apoptótico sobre líneas celulares de cáncer de colon, al administrar 444 µg / mL y 415 µg / mL

del extracto en líneas celulares SW480 y SW620 respectivamente, mostró alteración en el ciclo celular propiedad que se le atribuye a sus constituyentes fitoquímicos implicados en la muerte celular (Arango, Ramírez, Maldonado, Uribe, & Aguillón, 2017).

También se evidenció que la proteína aislada de las semillas, denominada Passiflin suprime la proliferación de células de cáncer de mama con una CI50 de 15  $\mu$ M (Tzi-Bun et al., 2011). El extracto fluido supercrítico de las semillas con etanol muestra un EC50 de 264,6  $\mu$ g / ml frente a las células MCF-7 inhibición del crecimiento tumoral del 48,5 % en ratones (Mota et al., 2018).

#### 8. Toxicidad o contraindicaciones

Se ha comprobado que el consumo habitual de maracuyá es seguro y no presenta toxicidad en la dosis que comúnmente se consume (He et al., 2020). En el caso de la cáscara inmadura, un estudio demostró la ausencia de toxicidad aguda y subaguda, del extracto etanólico, en dosis de 550 mg / kg mediante una evaluación *in vivo* en ratas (Anurangi & Shamina, 2018). Mientras que, el extracto acuoso de hojas no produce alteración en la función ósea, ni hepatotoxicidad, tampoco nefrotoxicidad; mediante ensayos *in vivo* de toxicidad aguda y subaguda en ratas albinas Wistar, hasta en concentraciones de 2000 mg / kg, se mantuvo en niveles normales los parámetros hematológicos, y las enzimas indicadoras de daño hepático y renal (Devaki, Beulah, Akila, & Gopalakrishnan, 2012).

Además, son pocos los registros efectos secundarios de esta especie, tales como somnolencia, sedación, lentitud mental, taquicardia, náuseas y vómitos; sin embargo, estos no son graves y tampoco descartan la posible contaminación de la preparación ingerida como causa de dichos efectos, también se asocia la intoxicación de cianuro con el consumo de la fruta y la flor puede promover hemorragias y alterar la coagulación de la sangre. Por otro lado, no es recomendable combinar esta *P. edulis* con *Piper methysticum*, ya que se ha registrado muerte por daño hepático, probablemente inducido en mayor proporción por la segunda especie (Taiwe & Kuete, 2017).

## 9. Preparación de extractos-posología

Las hojas frescas se secan para consumir en forma de cigarrillo por su efecto alucinógeno, maceradas se colocan sobre el ombligo por su efecto vermífugo, en infusión como tranquilizante y aromática; las hojas maduras en agua tibia para baños en los pies, se usan para bajar la fiebre (Carvajal et al., 2014; Dhawan et al., 2004).

Las semillas de las frutas maduras, de 4 a 5 son consumidas como vermífuga, en forma de infusión se emplea para el asma, tos ferina (Carvajal et al., 2014; Freire, Santos, Costa, Miranda, & Santos, 2021).

Las frutas son consumidas para prevenir el estreñimiento, 2 a 4 frutas diarias para producir sueño, tranquilizante, o también licuada con agua y sin azúcar para controlar la presión arterial. El zumo del fruto maduro reduce la resaca, alivia las dolencias prostáticas, reduce el colesterol, baja la temperatura (Carvajal et al., 2014; Dhawan et al., 2004).

De forma general el uso de la variante morada para tratar artralgia, disentería, insomnio, estreñimiento, dismenorrea, tos, ronquera, en dosis de 10 a 15 g, por vía oral, administrada en forma de sopa decoct (He et al., 2020).

Las hojas frescas de 4 a 5 hojas en cocción se beben para aliviar la hepatitis, trituradas se aplican de forma tópica en forma de cataplasma para tratar contusiones, hematomas superficiales. La flor se emplea como tranquilizante y produce sueño (Carvajal et al., 2014; Dhawan et al., 2004).

Las frutas maduras cocidas y tomadas en ayunas o el néctar en agua de panela caliente se emplean para tratar la tos, el jugo sin azúcar bebido por nueve días reduce el colesterol, para controlar la hipertensión se consume 2 frutos cocidos en ayunas (Carvajal et al., 2014).

Una recomendación importante en la preparación en general, al cocinar al vapor o hervir, mantiene la mayoría de las propiedades medicinales de las hojas a diferencia de freír la especie (K. D. P. P. Gunathilake et al., 2018).

## 10. Formas farmacéuticas existentes

En la medicina natural se han desarrollado diversas formas farmacéuticas con base en sus componentes (He et al., 2020). Las formas farmacéuticas ampliamente elaboradas y utilizadas de las principales especies de *Passiflora*, son sólidas (cápsulas, tabletas) y Líquidas (extracto fluido y tintura) (Fonseca et al., 2020). Como es el caso de la tintura de *Passiflora*, la cual es administrada vía oral, en dosis de 0.2 a 0.25 mL de tintura en 100 mL de agua, de 2 a 3 veces al día, en combinación con medicamentos convencionales muestra efectividad en el control de hipertensión (Jacas García et al., 2017). También, se emplea esta especie como aditivo en la fabricación de Caramelos de gelatina probióticos como colorante natural (Miranda et al., 2020).

#### 11. Autenticación-control calidad

Debido a la similitud entre las variantes de *Passiflora*, es necesario observar a detalle las características morfo-anatómicas que las diferencian, las mismas que se encuentran en el apartado de micrografía, y se describen en las **Figuras 4 y 5**. Estas imágenes muestran una perspectiva microscópica de las células epidérmicas de la superficie abaxial y adaxial de las hojas, la forma de los estomas y tricomas; estos datos son válidos para la correcta autenticación de esta especie.

Por otro lado, para evaluar el control de calidad de los extractos de las hojas de *P. edulis* se sugiere la cuantificación por RP-UHPLC-UV-DAD (cromatografía líquida de alta resolución en fase inversa con detector UV y detector de diodos) de los flavonoides totales y el isoorientina (luteolin-6- C - $\beta$ - D-glucósido) como marcador químico de calidad. Debido a que la relación del incremento en la bioactividad se correlaciona con el contenido del flavonoide isoorientin, en la propiedad antidepresiva (Alves et al., 2020).

#### 12. Identificación rápida

Para la identificación rápida se puede emplear la evaluación cualitativa que identifica los principales grupos de metabolitos secundarios del extracto acuoso de la fruta de *P. edulis* Sims f. *Flavicarpa*, los resultados del cribado fitoquímico se expresan en la **Tabla 3**. Otra

herramienta útil es la observación microscópica de las estructuras morfo-anatómicas de las hojas o la identificación de marcadores cromosómicos específicos para la maracuyá amarilla, descrito anteriormente (Ramírez et al., 2017; Sader et al., 2019; Wosch et al., 2015).

### 13. Bibliografía.

- Agizzio, A. P., Carvalho, A. O., Ribeiro, S. de F. F., Machado, O. L. T., Alves, E. W., Okorokov, L. A., ... Gomes, V. M. (2003). A 2S albumin-homologous protein from passion fruit seeds inhibits the fungal growth and acidification of the medium by *Fusarium oxysporum*. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 416(2), 188–195. [https://doi.org/10.1016/s0003-9861\(03\)00313-8](https://doi.org/10.1016/s0003-9861(03)00313-8)
- Aguiar, L. M., Bicas, J. L., Fuentes, E., Alarcón, M., Gonzalez, I. P., Pastore, G. M., ... Cazarin, C. B. B. (2021). Non-nutrients and nutrients from Latin American fruits for the prevention of cardiovascular diseases. *Food Research International*, 139, 109844. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109844>
- Aguillón, J., Arango, S. S., Uribe, D. F., & Loango, N. (2018). Citotoxic and apoptotic activity of extracts from leaves and juice of *Passiflora edulis*. *J. Liver Res. Disord. Terapy J. Liver Res. Disord. Ther*, 4, 67–71.
- Alves, J. S. F., Marques, J. I., Demarque, D. P., Costa, L. R. F., Amaral, J. G., Lopes, N. P., ... Ferreira, L. D. S. (2020). Involvement of isoorientin in the antidepressant bioactivity of a flavonoid-rich extract from *Passiflora edulis f. flavicarpa* leaves. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 30(2), 240–250.
- Anurangi, C. R., & Shamina, S. (2018). Preliminary phytochemical screening and acute & subacute toxicity study on different concentrations of unripen fruit peel flour of *Passiflora edulis* in male albino rats. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 7(3), 828–834.
- Arango, S., Ramírez, V., Maldonado, M. E., Uribe, D., & Aguillón, J. (2017). Cytotoxic and apoptotic activities of the aqueous fruit extract of *Passiflora edulis Sims var flavicarpa* in an *in vitro* model of human colon cancer. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 9(9), 258–264.
- Carvajal, L., Turbay, S., Álvarez, L., Rodríguez, A., Alvarez, M., Bonilla, K., ... Parra, M. (2014). Functional and nutritional properties of six species of *Passiflora* (Passifloraceae) from the department of Huila, Colombia. *Caldasia*, 36(1), 1–15.
- Cazarin, C. B. B., Rodriguez-Nogales, A., Algieri, F., Utrilla, M. P., Rodríguez-Cabezas, M. E., Garrido-Mesa, J., ... Marostica Jr, M. R. (2016). Intestinal anti-inflammatory effects of *Passiflora edulis* peel in the dextran sodium sulphate model of mouse colitis. *Journal of Functional Foods*, 26, 565–576.
- Chandrasekhar, D., Jose, S. M., Jomy, A., Joseph, A., Pradeep, A., & Geoji, A. S. (2019). Antiglycation property of *Passiflora edulis f. Flavicarpa* deg. foliage in type 2 diabetic patients. *Clinical Epidemiology and Global Health*, 7(3), 409–412. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cegh.2018.07.002>
- Chóez-Guaranda, I., Ortega, A., Miranda, M., & Manzano, P. (2017). Chemical composition of essential oils of *Passiflora edulis f. flavicarpa* agroindustrial waste. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 458–462.
- Conde, C. G., Guardo, K. P. T., Llamas, E. G., Pájaro-Castro, N. P., & Milano, Y. G. (2017). Caracterización química y evaluación de la actividad antioxidante de la pulpa de *Passiflora edulis Sims* (gulupa). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 22(2).
- Cristina Lopes do Carmo, M., Mateus Martins, I., Elisa Ramos Magalhães, A., Roberto Maróstica Júnior, M., & Alves Macedo, J. (2020). Passion fruit (*Passiflora edulis*) leaf aqueous extract ameliorates intestinal epithelial barrier dysfunction and reverts inflammatory parameters in Caco-2 cells monolayer. *Food Research International*, 133, 109162. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109162>

- de Araújo, M. F. M., Veras, V. S., de Freitas, R. W. J. F., de Paula, M. do L., de Araújo, T. M., Uchôa, L. R. A., ... Damasceno, M. M. C. (2017). The effect of flour from the rind of the yellow passion fruit on glycemic control of people with diabetes *mellitus* type 2: a randomized clinical trial. *Journal of Diabetes and Metabolic Disorders*, 16, 18. <https://doi.org/10.1186/s40200-017-0300-z>
- Devaki, K., Beulah, U., Akila, G., & Gopalakrishnan, V. K. (2012). Effect of Aqueous Extract of *Passiflora edulis* on Biochemical and Hematological Parameters of Wistar Albino Rats. *Toxicology International*, 19(1), 63–67. <https://doi.org/10.4103/0971-6580.94508>
- Dhawan, K., Dhawan, S., & Sharma, A. (2004). *Passiflora*: a review update. *Journal of Ethnopharmacology*, 94(1), 1–23. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.02.023>
- Dzotam, J. K., Touani, F. K., & Kuete, V. (2016). Antibacterial and antibiotic-modifying activities of three food plants (*Xanthosoma mafaffa* Lam., *Moringa oleifera* (L.) Schott and *Passiflora edulis* Sims) against multidrug-resistant (MDR) Gram-negative bacteria. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 16, 9. <https://doi.org/10.1186/s12906-016-0990-7>
- Fondevila, M. P., Manzano, P. I., & Choez, I. A. (2019). Chemical analysis of *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* leaves and its nutraceutical applications. *CHEMICAL ANALYSIS*, 2, 322–328.
- Fonseca, L. R. da, Rodrigues, R. de A., Ramos, A. de S., da Cruz, J. D., Ferreira, J. L. P., Silva, J. R. de A., & Amaral, A. C. F. (2020). Herbal Medicinal Products from *Passiflora* for Anxiety: An Unexploited Potential. *The Scientific World Journal*, 2020, 6598434. <https://doi.org/10.1155/2020/6598434>
- Freire, C. J., Santos, R. G. A., Costa, J. G., Miranda, P. R. B., & Santos, A. F. (2021). Situational diagnosis of the popular use of medicinal plants in pediatrics. *Brazilian Journal of Biology*, 81(4), 887–898.
- Gobierno regional del Cusco. (2005). Gobierno regional Cusco academia mayor de la lengua quechua Qheswa simi hamut'ana kurak suntur.
- Gonzàles, L. A., Murillo, E., & Guerra. (2019). Potential uses of the peel and seed of *Passiflora Edulis* F. *Edulis* Sims (Gulupa) from its chemical characterization, antioxidant and antihypertensive functionalities. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 12(10), 1–9.
- Guerrero-Ospina, J. C., Nieto, O. A., del Pilar Zarate, M., Loango, N., Restrepo, B., & Landazuri, P. (2018). Beneficial Effects of *Passiflora edulis* on Blood Pressure and Reduction of Oxidative Stress. *Indian Journal of Science and Technology*, 11, 43.
- Gunathilake, K. D. P. P., Ranaweera, K. K. D. S., & Rupasinghe, H. P. V. (2018). Influence of Boiling, Steaming and Frying of Selected Leafy Vegetables on the *In Vitro* Anti-inflammation Associated Biological Activities. *Plants* . <https://doi.org/10.3390/plants7010022>
- Gunathilake, K., Ranaweera, K., & Rupasinghe, H. P. (2018). *In vitro* anti-inflammatory properties of selected green leafy vegetables. *Biomedicines*, 6(4), 107.
- He, X., Luan, F., Yang, Y., Wang, Z., Zhao, Z., Fang, J., ... Li, Y. (2020). *Passiflora edulis*: An Insight Into Current Researches on Phytochemistry and Pharmacology. *Frontiers in Pharmacology*, 11, 617. <https://doi.org/10.3389/fphar.2020.00617>
- Ishihata, A., Maruki-Uchida, H., Gotoh, N., Kanno, S., Aso, Y., Togashi, S., ... Katano, Y. (2016). Vascular- and hepato-protective effects of passion fruit seed extract containing piceatannol in chronic high-fat diet-fed rats. *Food & Function*, 7(9), 4075–4081. <https://doi.org/10.1039/c6fo01067a>
- Jacas García, C., Polanco Machado, E., Pelegrín Monpie, L. E., Rodríguez García, L. R., & Hechavarría Torres, M. (2017). Efectividad de la tintura de pasiflora asociada al tratamiento convencional de pacientes con hipertensión arterial esencial. *MediSan*, 21(10), 3018–3025.
- Jagessar, R. C., Hafeez, A., Chichester, M., & Crepaul, Y. (2017). Antimicrobial activity of the ethanolic and



- aqueous extract of passion fruit (*Passiflora edulis* SIMS), in the absence of Zn (OAc) 2. 2H<sub>2</sub>O. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 6(9), 230–246.
- Jusuf, N. K., Putra, I. B., & Dewi, N. K. (2020). Antibacterial Activity of Passion Fruit Purple Variant (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) Seeds Extract Against *Propionibacterium acnes*. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*, 13, 99–104. <https://doi.org/10.2147/CCID.S229743>
- Kanakasabapathi, D., & Gopalakrishnan, V. K. (2015). Evaluation of antidiabetic potential of aqueous extract of *Passiflora edulis* Sims on alloxan induced Diabetes Mellitus in Wistar albino rats. *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res*, 34(1), 171–177.
- Kandandapani, S., Balaraman, A. K., & Ahamed, H. N. (2015). Extracts of passion fruit peel and seed of *Passiflora edulis* (Passifloraceae) attenuate oxidative stress in diabetic rats. *Chinese Journal of Natural Medicines*, 13(9), 680–686. [https://doi.org/10.1016/S1875-5364\(15\)30066-2](https://doi.org/10.1016/S1875-5364(15)30066-2)
- Kannan, S., Devi, B. P., & Jayakar, B. (2010). Antifungal Activity of Isolated Compound from the Leaves of *Passiflora Edulis* Sims. *Journal of Current Pharma Research*, 1(1), 35–37.
- Kitada, M., Ogura, Y., Maruki-Uchida, H., Sai, M., Suzuki, T., Kanasaki, K., Hara, Y., Seto, H., & Kuroshima, Y., Monno, I., & Koya, D. (2017). The effect of piceatannol from passion fruit (*Passiflora edulis*) seeds on metabolic health in humans. *Nutrients*, 9(10), 1142.
- Konta, E. M., Almeida, M. R., Amaral, C. L. do, Darin, J. D. C., de Rosso, V. V., Mercadante, A. Z., ... Bianchi, M. L. P. (2014). Evaluation of the antihypertensive properties of yellow passion fruit pulp (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) in spontaneously hypertensive rats. *Phytotherapy Research*, 28(1), 28–32.
- Lima, G. C., Vuolo, M. M., Batista, Â. G., Dragano, N. R. V., Solon, C., & Maróstica Junior, M. R. (2016). *Passiflora edulis* peel intake improves insulin sensitivity, increasing incretins and hypothalamic satiety peptide in rats on a high-fat diet. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 32(7–8), 863–870. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2016.01.014>
- Matondo, A., Kilembe, J. T., Mwanangombo, D. T., Nsimba, B. M., Gbolo, B. Z., Bongo, G. N., ... Mpiana, P. T. (2020). Facing COVID-19 via anti-inflammatory mechanism of action: Molecular docking and pharmacokinetic studies of six anti-inflammatory compounds derived from *Passiflora edulis*.
- Miranda, J. S., Costa, B. V., de Oliveira, I. V., de Lima, D. C. N., Martins, E. M. F., de Castro Leite Júnior, B. R., ... Martins, M. L. (2020). Probiotic jelly candies enriched with native Atlantic Forest fruits and *Bacillus coagulans* GBI-30 6086. *LWT*, 126, 109275. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109275>
- Mota, N. S. R. S., Kwiecinski, M. R., Zeferino, R. C., de Oliveira, D. A., Bretanha, L. C., Ferreira, S. R. S., ... Ourique, F. (2018). *In vivo* antitumor activity of by-products of *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. Rich in medium and long chain fatty acids evaluated through oxidative stress markers, cell cycle arrest and apoptosis induction. *Food and Chemical Toxicology: An International Journal Published for the British Industrial Biological Research Association*, 118, 557–565. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.06.010>
- Ozarowski, M., Piasecka, A., Paszel-Jaworska, A., Chaves, D. S. d. A., Romaniuk, A., Rybczynska, M., Gryszyńska, A., Sawikowska, A., Kachlicki, P., Mikołajczak, P. L., Seremak-Mrozikiewicz, A., Klejewski, A., & Thiem, B. (2018). Comparison of bioactive compounds content in leaf extracts of *Passiflora incarnata*, *P. caerulea* and *P. alata* and *in vitro* cytotoxic potential on leukemia cell lines. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 28(2), 179–191.
- Panchanathan, S., & Rajendran, J. (2015). Evidence of anti-hyperglycemic and anti-oxidant effect of *Passiflora edulis flavicarpa* (Sims.) in streptozotocin induced diabetic rats. *Notulae Scientia Biologicae*, 7(4), 383–389.
- Pantoja-Chamorro, A. L., Hurtado-Benavides, A. M., & Martinez-Correa, H. A. (2017). Caracterización de aceite de semillas de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.) procedentes de residuos agroindustriales obtenido con CO<sub>2</sub>

- supercrítico. *Acta Agronómica*, 66(2), 178–185.
- Pelegrini, P. B., Noronha, E. F., Muniz, M. A. R., Vasconcelos, I. M., Chiarello, M. D., Oliveira, J. T. A., & Franco, O. L. (2006). An antifungal peptide from passion fruit (*Passiflora edulis*) seeds with similarities to 2S albumin proteins. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1764(6), 1141–1146. <https://doi.org/10.1016/j.bbapap.2006.04.010>
- Pereira, M. G., Maciel, G. M., Haminiuk, C. W. I., Bach, F., Hamerski, F., de Paula Scheer, A., & Corazza, M. L. (2019). Effect of extraction process on composition, antioxidant and antibacterial activity of oil from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Var. *Flavicarpa*) seeds. *Waste and Biomass Valorization*, 10(9), 2611–2625.
- Raj, K. V., Kumar, J. R., Balasubramanian, S., Swamy, S. N., Keerthini, D., Shambhavi, N., ... Avinash, K. O. (2016). Comparative evaluation of hepatoprotective effects of exotic fruits and common vegetables extracts on CCl4 induced hepatotoxicity: an *in vitro* study. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 7(8), 3388.
- Ramírez, V., Arango, S. S., Uribe, D., Maldonado, M. E., & Aguillón, J. (2017). Effect of the ethanolic extract of *Passiflora edulis* F. *Flavicarpa* leaves on viability, cytotoxicity and apoptosis of colon cancer cell lines. *J. Chem. Pharm. Res*, 9(6), 135–139.
- Ramli, A. N. M., Manap, N. W. A., Bhuyar, P., & Azelee, N. I. W. (2020). Passion fruit (*Passiflora edulis*) peel powder extract and its application towards antibacterial and antioxidant activity on the preserved meat products. *SN Applied Sciences*, 2(10), 1748. <https://doi.org/10.1007/s42452-020-03550-z>
- Ribeiro, S. F. F., Taveira, G. B., Carvalho, A. O., Dias, G. B., Da Cunha, M., Santa-Catarina, C., ... Gomes, V. M. (2012). Antifungal and other biological activities of two 2S albumin-homologous proteins against pathogenic fungi. *The Protein Journal*, 31(1), 59–67. <https://doi.org/10.1007/s10930-011-9375-4>
- Sader, M. A., Dias, Y., Costa, Z. P., Munhoz, C., Penha, H., Bergès, H., ... Pedrosa-Harand, A. (2019). Identification of passion fruit (*Passiflora edulis*) chromosomes using BAC-FISH. *Chromosome Research*, 27(4), 299–311.
- Salgueiro, A. C. F., Folmer, V., Bassante, F. E. M., Cardoso, M. H. S., da Rosa, H. S., & Puntel, G. O. (2018). Predictive antidiabetic activities of plants used by persons with Diabetes mellitus. *Complementary Therapies in Medicine*, 41, 1–9. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ctim.2018.08.009>
- Sandupatla, R., Dongamanti, A., & Koyyati, R. (2021). Antimicrobial and antioxidant activities of phytosynthesized Ag, Fe and bimetallic Fe-Ag nanoparticles using *Passiflora edulis*: A comparative study. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.679>
- Sharma, N., Sharma, A., & Sharma, V. K. (2019). Effect of *Passiflora Edulis* Sims on Reserpine Induced Fibromyalgia. *Biomedical and Pharmacology Journal*, 12(04), 2157–2165.
- Silva, R. O., Damasceno, S. R. B., Brito, T. V., Dias, J. M., Fontenele, A. M., Braúna, I. S., ... Barbosa, A. L. R. (2015). Polysaccharide fraction isolated from *Passiflora edulis* inhibits the inflammatory response and the oxidative stress in mice. *The Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 67(7), 1017–1027. <https://doi.org/10.1111/jphp.12399>
- Taiwe, G. S., & Kuete, V. (2017). Medicinal Spices and Vegetables from Africa. Chapter 24 - *Passiflora edulis*. In V. B. T.-M. S. and V. from A. Kuete (Ed.) (pp. 513–526). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809286-6.00024-8>
- Thomas, B., Vithiya, B. S. M., Prasad, T. A. A., Mohamed, S. B., Magdalane, C. M., Kaviyarasu, K., & Maaza, M. (2019). Antioxidant and Photocatalytic Activity of Aqueous Leaf Extract Mediated Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 19(5), 2640–2648. <https://doi.org/10.1166/jnn.2019.16025>
- Tzi-Bun, Lam, S.-K., Cheung, R. C. F., Wong, J. H., Wang, H.-X., Ngai, P. H. K., ... Chan, Y.-S. (2011). Frutos secos y semillas en la salud y la prevención de enfermedades Chapter 102 - Antifungal Protein from Passion Fruit (*Passiflora edulis*) Seeds. In V. R. Preedy, R. R. Watson, & V. B. B. T.-N. and S. in H. and D. P. Patel (Eds.) (pp.

- 865–871). San Diego: Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375688-6.10102-1>
- Urango-Anaya, K. J., Ortega-Quintana, F. A., Vélez-Hernández, G., & Pérez-Sierra, Ó. A. (2018). Extracción Rápida de Pectina a Partir de Cáscara de Maracuyá (*Passiflora edulis flavicarpa*) empleando Microondas. *Información Tecnológica*, 29(1), 129–136.
- Viganó, J., Aguiar, A. C., Moraes, D. R., Jara, J. L. P., Eberlin, M. N., Cazarin, C. B. B., Maróstica, M., & R., & Martínez, J. (2016). Sequential high pressure extractions applied to recover piceatannol and scirpusin B from passion fruit bagasse. *Food Research International*, 85, 51–58.
- Wosch, L., Imig, D. C., Cervi, A. C., Moura, B. B., Budel, J. M., & de Moraes Santos, C. A. (2015). Comparative study of *Passiflora* taxa leaves: I. A morpho-anatomic profile. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 25(4), 328–343.
- Zeraik, M. L., & Yariwake, J. H. (2010). Quantification of isoorientin and total flavonoids in *Passiflora edulis* fruit pulp by HPLC-UV/DAD. *Microchemical Journal*, 96(1), 86–91.
- Zhang, Y.-J., Zhou, T., Wang, F., Zhou, Y., Li, Y., Zhang, J.-J., ... Li, H.-B. (2016). The Effects of *Syzygium samarangense*, *Passiflora edulis* and *Solanum muricatum* on Alcohol-Induced Liver Injury. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(10). <https://doi.org/10.3390/ijms17101616>

#### 14. Anexos

**Tabla 1.** Principales grupos funcionales de la especie *P. edulis* (Dhawan et al., 2004)

Compuestos	Nombre
Carbohidratos	Fructosa, glucosa, sacarosa, maltosa, lactosa y pectina
Aminoácidos	Prolina, ácido aspártico, ácido glutámico, serina, alanina
Alcaloides	Harman, harmine, harmaline y harmalol
Glucósidos	Passiflorine
Compuestos cianogénicos	Cyanogenic glycosides passicoriacin
Carotenoides	Phytoene, phytofluene, $\beta$ -carotene, neurosporene, $\beta$ -carotene, lycopene, prolycopene, monoepoxy- $\beta$ -carotene, $\beta$ -cryptoxanthin, $\beta$ -citraurin, antheraxanthin, violaxanthin, neoxanthin, $\alpha$ -carotene, $\gamma$ -carotene, $\alpha$ -cryptoxanthin, $\beta$ -apocaroteno
Antocianinas	Cyanidin-3-O- $\beta$ -glucopyranoside and cyanidin-3-O- $\beta$ -galactopyranoside, cyanidin-3-glucoside, cyanidin-3-6''-malonyl glucoside, pelargonidine-3-glucoside; fenoles: 4-Hydroxy- $\beta$ -ionol, 4-oxo- $\beta$ -ionol, 4-hydroxy-7,8- dihydro- $\beta$ -ionol, 4-oxo-7,8-dihydro- $\alpha$ -ionol, 3-oxo- $\alpha$ -ionol, isomeric 3-oxo retro- $\alpha$ -ionols, 3-oxo-7,8-dihydro- $\alpha$ -ionol, 3-hydroxy-1,1,6 - trimethyl - 1,2,3,4- tetrahydronaphthalene vomifoliol y

	dehydrovomifoliol; $\gamma$ -lactonas: $\gamma$ -hexa, $\gamma$ -deca and $\gamma$ -docecalacetone; $\gamma$ -hepta, $\gamma$ -octa and $\gamma$ -nona lactone
Alcoholes terpénicos	Linalool and $\alpha$ -terpeneol
Minerales	Na, K, Mg, Ca, Zn, Al, Mn, Fe

**Tabla 2.** Actividad antioxidante de la especie *P. edulis*

Extracto	Órgano	Agente	Actividad	Ref.
Acuoso	Hojas	DPPH	IC50= 1100 $\mu$ g/mL	(Thomas et al., 2019)
Nanopartículas de plata del extracto acuoso			IC50= 1185.54 $\mu$ g/mL	(Thomas et al., 2019)
-	Fruta		Inhibe el 64% 14.08 $\mu$ mol ET	(He et al., 2020)
Fresco	Pulpa		IC50= 50,02 $\mu$ g/mL	(Conde et al., 2017)
Seco	Semillas	FRAP	IC50=49,71 $\mu$ mol 119,32 $\mu$ mol FeSO4/gDW	(Morais et al., 2015)
Etanólico	Semillas	DPPH ABTS ORAC FRAP	82.8 mmol ET/100g 706.1 mmol ET/100g 142.8 mmol ET/100g 103.6 g EAA/100g	(González, L et al., 2019)

Etanólico	Semillas	ABTS	IC50= 2.69 mg/L	(Gonzàles, L et al., 2019)
Aceite esencial	Semillas	DPPH	IC50= 433.40 g aceite/g	(Pantoja-Chamorro et al., 2017)
-	Cáscara	DPPH	Inhibe el 13%	(Ramli et al., 2020)
		ABTS	Inhibe el 60%	
Etanólico	Piel	DPPH	10.4 mmol ET/100g	(Gonzàles, L et al., 2019)
		ABTS	30.6 mmol ET/100g	
		ORAC	49.4 mmol ET/100g	
		FRAP	2.9 g EAA/100g	
		ABTS	IC50= 62.07 mg/L	

ET: Equivalente a trolox      EAA: Equivalente a acido ascórbico

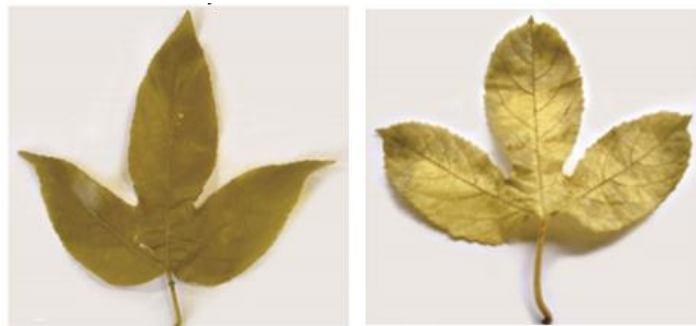
**Tabla 3.** Metabolitos secundarios presentes en *P. edulis* Sim f. *Flavicarpa*

Compuestos	Presencia (+) /Ausencia (-)
Taninos	(-)
Flavonoides	(+)
Quinonas	(+)
Esteroles	(+)
Saponinas	(-)
Glucósidos cardíacos	(+)
Lactonas terpénicas	(-)
Cumarinas	(-)
Alcaloides	(+)
Desoxiazúcares	(+)
Azúcares reductores	(+)

(Arango et al., 2017)



**Figura 1.** *Passiflora edulis f. Flavicarpa* (He et al., 2020).



**Figura 2.** Morfología de las hojas de *P. Edulis* (Wosch et al., 2015).

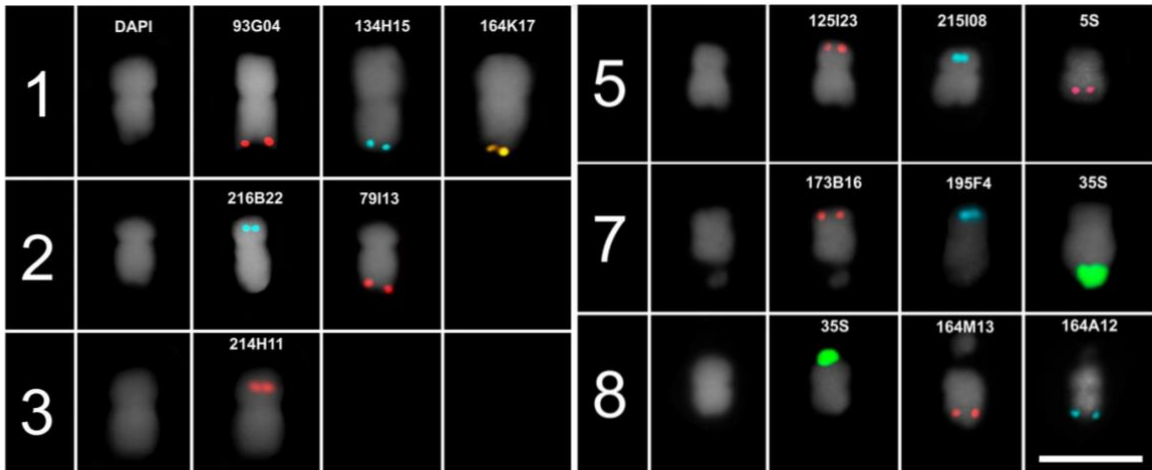
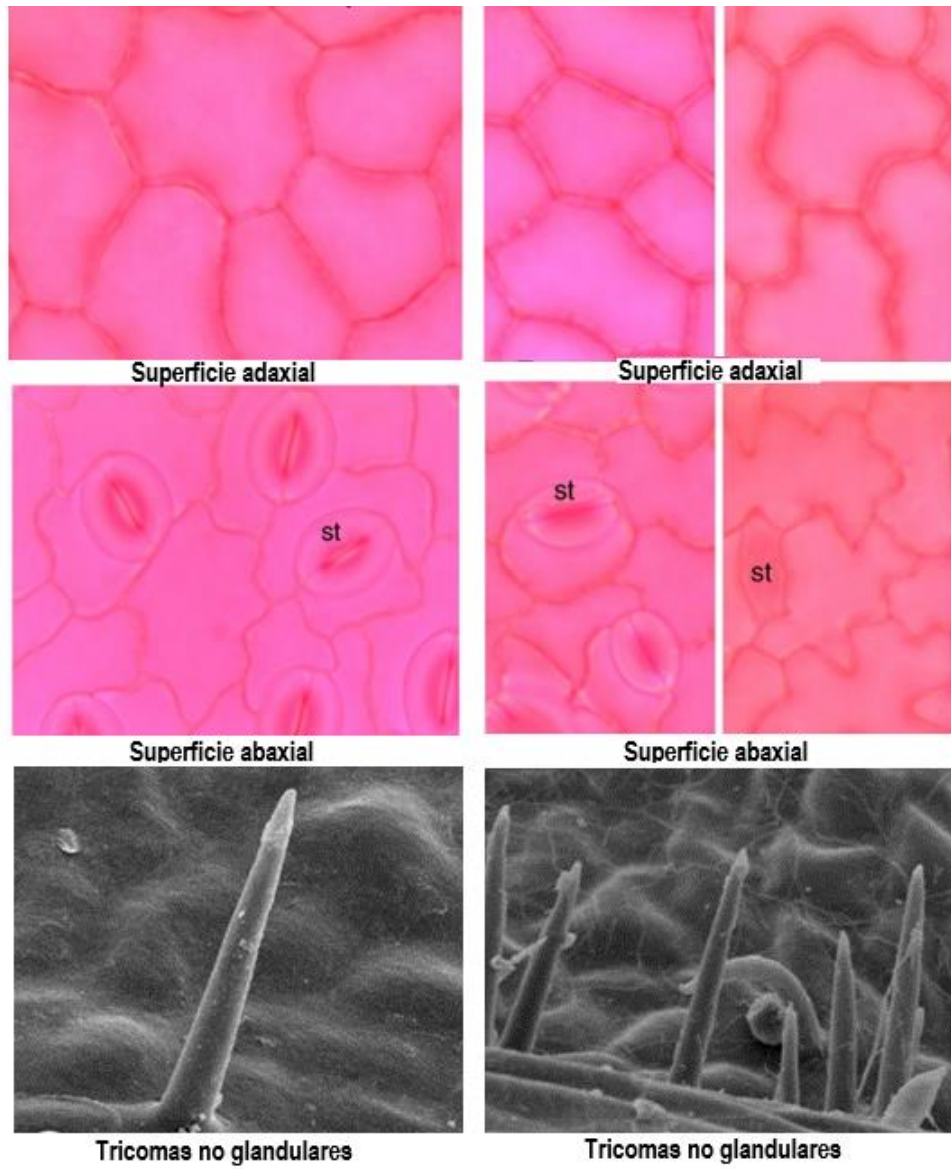


Figura 3. Ubicación cromosómica de copia única (Sader et al., 2019).

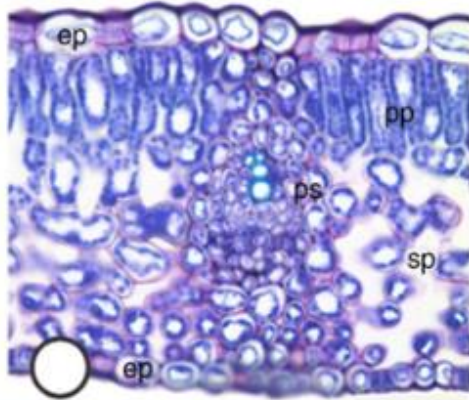


*P. edulis* f. *flavicarpa*

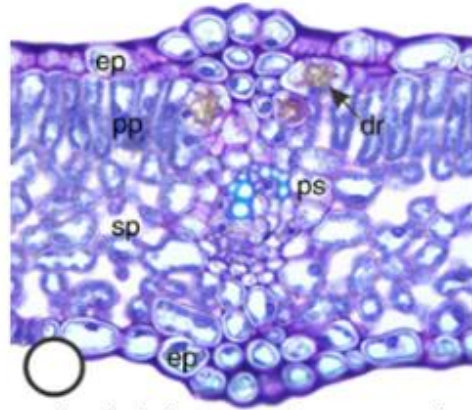
*P. edulis* f. *edulis*

**Figura 4.** Morfología superficial de la hoja (Wosch, et al., 2015)

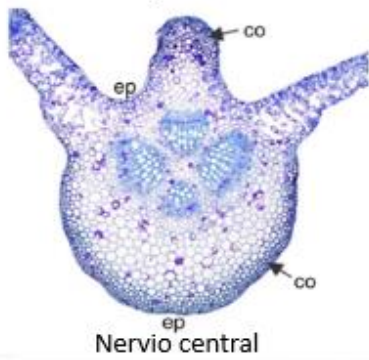




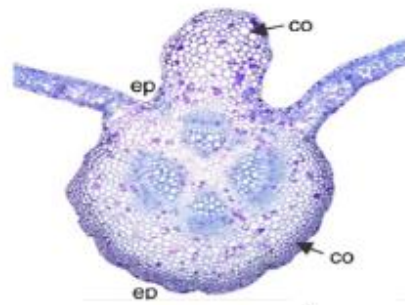
Limbo de la hoja en el nervio medio



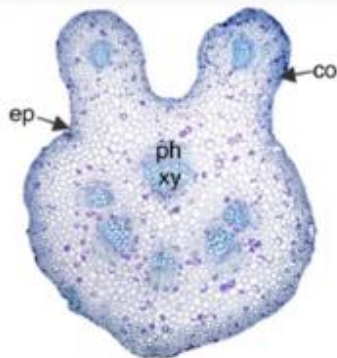
Limbo de la hoja en el nervio medio



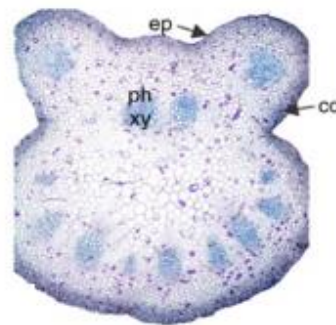
Nervio central



Nervio central



Pecíolo



Pecíolo

**Figura 5.** Vista microscópica de la sección transversal de la hoja (Wosch, Imig and Cervi., 2015)