

# Estudio fisicoquímico, bromatológico, fitoquímico y potencial de transformación artesanal de la ciruela del Pacífico

[E. Maldonado Salazar](#)\* [K. I. Quiñones Quiñones](#)\*\* [H. D. Vásquez](#)\*\*\* [J. C. Miranda](#)\*\*\*

[Compendio](#) | [Abstract](#) | [Introducción](#) | [Procedimiento Experimental](#) | [Resultados y Discusión](#) | [Bibliografía](#)

## COMPENDIO

Se realizaron análisis de dos estados de madurez (de cosecha y fisiológica) del fruto. Los contenidos de vitamina C oscilaron entre 4.0 y 5.0 mg; los °Brix, entre 8.7 y 13.5; la acidez, entre 0.63 y 0.96; el pH entre 2.4 y 3.0; el índice de esfericidad, entre 0.86 y 1.06; los azúcares reductores, entre 0.29 y 0.33 mg/mg fruta. Se procesó el fruto artesanalmente y mostró un rendimiento mayor al 30%. Los resultados indican que el fruto tiene buenas posibilidades para su transformación en jugos, néctares, salsas y mermeladas.

**Palabras claves:** Spondias dulces, Anacardiaceae, sector agroindustrial, artesanía, fotoquímica, madurez, tecnología de los alimentos.

## ABSTRACT

Physical- chemical, bromatology, phytochemical analysis and handmade potential transformation of *Spondias dulcis*. Were carried out analysis in two states of maturity (crop and physiological). The correlation variance and analyses showed significant differences in the two states of coloration taking a level of significance of 5%. The fruit presents change morphological of ovoid to semi-ovoid for the matter concentration in their diameters means and superior in the fruits of maturity of consumption, reaching weight that ranked from 66.9 to 117g for the first state and 93.6 to 248g in the second state, conformed in its majority by pulp (68.1 and 71.75% respectively). An increase was presented in the content of fatty acids in pulp and decrease of carbohydrates and ash in pulp and shell with the maturity change. In general there were not presence of toxic components that can affect their consumption. Products overcome 34% of efficiency which is seen a considerable yield and the transformation level it is handmade.

**Key words:** *Spondias dulcis*, Amberella, Pacific plum, Anacardiaceae, maturity, agroindustrial sector, handicrafts, phytochemistry, agroindustrial handmade transformation, food technology

## INTRODUCCIÓN

Los frutos tropicales promisorios debido a su aspecto y sabor exótico resultan muy atractivos comercialmente. *Spondias dulcis* Forst, conocida como manzana de oro, ciruelo del Pacífico, yuplón en Colombia, ambarella en USA, periba en Perú, es originaria de la Polinesia y se relaciona filogenéticamente con el mango. En Colombia se encuentra en las zonas costeras del Pacífico por debajo de los 700 msnm, pero hasta el momento no se tienen cifras de áreas sembradas ni de producción en esta zona. Los frutos se consumen en fresco por los nativos, que los aprecian por la combinación de su sabor dulce y ácido. Aunque la literatura reporta algunos datos de transformación agroindustrial del fruto en Australia, Estados Unidos, Sri Lanka,

Vietnam, Malasia y Filipinas (7), en Colombia no se conoce hasta ahora ninguna. Los habitantes de la zona del Pacífico colombiano la comercializan en pequeña escala, sobre todo en estado de madurez o iniciando maduración.

Por las consideraciones anteriores el trabajo tuvo como objetivo realizar un estudio fisicoquímico, bromatológico, fitoquímico y potencial de transformación artesanal del fruto de *Spondias dulcis* Forst.

## **PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

Se recolectó un número representativo de frutos al azar (4) en la zona del litoral Pacífico en los municipios de Guapi y Timbiquí, departamento del Cauca, con una temperatura media de 25.8°C y altitud promedio de 4 msnm (8). Se consideraron las etapas madurez de cosecha (mc) y madurez fisiológica (mf). La primera etapa se define por el desprendimiento del fruto de la rama o gajo y por la presentación de coloración verde; la segunda, por el color amarillo intenso y el ablandamiento de la pulpa. Los análisis se realizaron en los laboratorios de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, y en el Bureau Environmental et Analyses de la Facultad de Ciencias Agronómicas de Gembloux, Bélgica. Los análisis físicos se realizaron de acuerdo con la norma NTC 1291; el pH se estableció de acuerdo con la norma NTC 4592; el porcentaje de acidez, con la norma NTC4623; los sólidos solubles, con la norma NTC4624. Los datos se sometieron a análisis de varianza y correlación utilizando el estadístico Anova (significancia del 5%). Los azúcares reductores se determinaron por el método DNS (Jirovetz y Bucchbaver, 9); el contenido de ácido ascórbico, por el método del 2,6 diclorofenol indofenol (1); el análisis proximal, según la metodología AOAC (1); el contenido de fibra cruda, utilizando la tecnología Ankom para análisis Van Soest (1); los minerales se determinaron en el laboratorio de la Universidad de Gembloux, Bélgica; la caracterización fitoquímica se basó en la metodología de Domínguez (5); la transformación agroindustrial artesanal siguió la metodología sugerida por la FAO (13).

Para realizar el estudio fisicoquímico se utilizó un modelo experimental completamente al azar con dos tratamientos (etapas de madurez) y diez repeticiones (frutos) por tratamiento. Se hicieron análisis de varianza y correlación.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los datos muestran la tendencia del fruto al pasar de un estado de madurez al otro (Cuadros 1, 2 y 3).

**Cuadro 1. Propiedades físicas de los frutos en dos estados de madurez**

Variables	Peso Fruto (g)	Peso cáscara (g)	Peso pulpa (g)	Peso semilla (g)	Volumen cm <sup>3</sup>
mc	67 - 117	15.5 - 28	42.6 - 134	8.8 - 15.8	85 - 170
mf	94 - 248	19 - 34	61 - 186	13 - 31	90 - 260

**Cuadro 2. Propiedades fisicoquímicas en dos estados de madurez**

Variable	Brix <sup>o</sup> promedio	Acidez promedio	pH	Índice de esfericidad
mc	8.76 - 11.00	0.63 - 0.96	2.45 - 3.02	0.86 - 0.95
mf	8.10 - 13.50	0.40 - 0.64	2.74 - 3.05	0.73 - 1.06

**Cuadro 3. Propiedades químicas en dos estados de madurez**

Variable	Azucares mg / mgfruta	Vitamina C mg / kg
Mc	0.33	5.00
Mf	0.29	4.00

El análisis de correlación mostró que el peso de la pulpa contribuyó más en el peso total del fruto ( $R = 0.99$ ). El peso total correlacionó con el índice de esfericidad, lo que indica que el incremento del peso del fruto en mf se concentra diametralmente haciendo el fruto más ovoide o esférico; al no existir correlación con la longitud se puede afirmar que la elongación se estabiliza en el fruto joven. Esto es importante en el diseño de maquinaria y en el embalaje.

El peso de la cáscara correlacionó con el diámetro superior, lo que aparentemente mostraría un engrosamiento de la cáscara en este diámetro, que habría que tener en cuenta para el diseño de maquinaria y/o aprovechamiento de residuos.

En mf el peso de la cáscara correlacionó con el pH, debido quizás a la abundancia de calcio en la cáscara. En mc el peso específico correlacionó con la longitud del fruto, lo que puede ser importante ya que estaría comprobando que las fuerzas tensoras de llenado diametral contribuyen al adensamiento de los tejidos internos. El volumen del fruto de mc correlacionó positivamente con la acidez, ya que al incrementarse el volumen de los frutos la acidez varía

debido a que en ellos comienzan algunas reacciones de degradación o síntesis de ácidos orgánicos.

El análisis de varianza mostró diferencias significativas en peso total y peso de pulpa entre los estados de madurez, lo que indica que el fruto en mc continúa acumulando materia seca de forma diametral hasta llegar a mf.

La disminución en el contenido de proteínas y cenizas al pasar el fruto del estado de mc a mf se explica probablemente por efecto de traslocación a las semillas (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Análisis bromatológico en pulpa y cáscara**

Determinación	Pulpa		Cáscara	
	mc (%)	mf (%)	mc (%)	m (%)
Humedad	83.13	87.17	81.85	77.31
Proteína	3.21	2.85	4.15	3.21
Grasa	0.674	2.16	0.65	1.14
Fibra cruda	7.04	8.00	14.5	16.67
Cenizas	3.3	1.88	3.09	2.46
Carbohidratos	85.7	85.11	77.61	76.52

Las grasas aumentaron considerablemente en los frutos en el estado de madurez fisiológica, lo cual se puede atribuir a posible aumento y arrastre de carotenoides y otros metabolitos afines en el análisis, o a síntesis de ácidos grasos.

Respecto de los minerales, Fe y Zn se encontraron en mayor proporción (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Minerales en el estado de madurez fisiológica (mg / Kg).**

Mat. Seca	85.33 (%)	Carbono (C)	33.36	Cadmio (Cd)	<0.1
Cenizas	2.05 (g)	Sodio (Na)	0.015	Fósforo (P)	0.129
Aluminio (A)	<5	Hierro (Fe)	35	Cobre (Cu)	1.2
Estaño (Sn)	<0.1	Titanio (Ti)	<5	Zinc (Zn)	8.1
Sílice (SiO <sub>2</sub> )	<0.05	Nitrógeno (N)	0.587	Cloro (Cl)	2.5
Magnesio (Mg)	0.082	Azufre (S)	0.036	Selenio (Se)	<0.01
Manganeso (Mn)	0.6	Cobalto (Co)	0.3	Cromo (Cr)	<0.1
Vanadio (V)	<1	Flúor (F)	<0.1	Potasio (K)	0.932
Níquel (Ni)	0.7	Calcio (Ca)	0.149		

Fuente: Buldgen, 2003.

El análisis fitoquímico no mostró la presencia de metabolitos tóxicos.

El contenido bromatológico de *S. dulcis* fue similar al de ciruela, melocotón y mango (Cuadro 6). Como su composición fue similar a la de otros frutos relacionados se puede concluir que es apto para la obtención de jugos, néctares, pulpa, jaleas y mermeladas, entre otros productos. El ciruelo del Pacífico destaca por su contenido en Ca, Fe y Cu.

**Cuadro 6. Composición de ciruela, melocotón, mango y ciruelo del Pacífico**

Componentes	Ciruela Pflaume	Melocotón Pfirsich	Mango	<i>Spondias dulcis</i>
Agua	83.7g	87.5g	82.0g	87.17g
Proteína	0.6g	0.8g	0.6g	0.36g
Grasa	0.2g	0.1g	0.5g	0.27g
Minerales	0.5g	0.5g	0.5g	0.24g
Fibra	1.7g	1.7g	1.7g	1.02g
Vitamina C	5 mg	10 mg	40mg	4mg
Carbohidratos	10.2g	8.9g	12.5g	10.9g
Sacarosa	3.380 mg	5.720 mg	9000mg	6.700mg
<b>Sales minerales</b>				
Sodio	2mg	1mg	5mg	0.26mg
Potasio	220mg	205mg	190mg	109.2mg
Magnesio	10mg	9mg	18mg	9.6mg
Calcio	14mg	8mg	12mg	17.4mg
Manganeso	80mg	110mg	25mg	70mg
Hierro	440µg	480µg	400µg	410µg
Cobre	95µg	50µg	120µg	140µg
Zinc	70mg	140mg	-	94mg
Fósforo	18mg	25mg	13mg	13mg

\* Por 100g de porción comestible.

**Fuente: Senser y Scherz, 1993.**

### Transformación artesanal

Los productos obtenidos a través de esta transformación fueron: fruta en almíbar, puré, jugo, néctar, barras, mermelada y salsa. Para cada uno de los procesos se realizaron los correspondientes balances de masa y energía (8).

Las dificultades en el pelado de los frutos en madurez de cosecha y en el despulpado en ambas etapas se solucionaron con un proceso de escaldado y un preacondicionamiento del material colando la pulpa.

Para el balance de energía se usó la fórmula:

$$Q = m \cdot C_p \cdot (\Delta T) \quad (8) \quad \text{para cada insumo; el calor total (Q total) es la sumatoria } (\sum Q_{\text{cada insumo}} = Q_{\text{Total}}).$$

Los calores específicos se estimaron con base en el porcentaje de agua. Si este porcentaje es P, entonces:

$$C_p = 4.19P/100 + 0.84(100-P)/100 \text{ (KJ/Kg}^\circ\text{C)} \text{ (5)}$$

**Cuadro 7. Balance de masa y energía**

<b>Producto</b>	<b>Rendimiento (%)</b>	<b>Balance de Energía (KJ / h)</b>
Fruta en almibar	34.6	-185.3
Puré	53.0	-6.86
Jugo	83.0	-153.9
Néctar	73.0	-222.7
Barras	57.0	-22.78
Mermelada	56.0	-329.6
Salsa	82.0	-288.5

Los balances de masa y energía (Cuadro 7) indican que *S. dulcis* es una fruta muy estable para transformación y puede llegar a tener un potencial comercial mayor, debido a su fácil manejo y alto rendimiento, e incluso la eficiencia de su proceso puede llegar a ser más alta con pequeños ajustes.

Se logró procesar el fruto (pulpa) artesanalmente, lo que mostró en general un rendimiento en todos los procesos mayor al 30%.

Para medir la aceptación de los productos elaborados a partir de esta fruta se realizó una prueba de aceptación con el modelo de panel no entrenado, de la cual se concluye que los productos obtenidos tienen en general una buena aceptación, lo que brinda buenas perspectivas a la transformación del fruto (8).

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. A.O.A.C. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 13 ed. 1980.
2. Azcón-Bieto, F.J.; Talon, M. Fisiología y bioquímica vegetal. Madrid: McGraw-Hill. 1996.
3. Corpoica Regional 10; Pronata. Usos y principales tecnologías en la transformación de frutales promisorios. Recetario. Florencia, Caquetá. 1999.
4. Cuero C. Hugo Estudio ecológico y fenología del cultivo del ciruelo del Pacífico, *Spondias dulcis* Forst. Trabajo de grado Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. Trabajo en curso.
5. Domínguez, X.A. Métodos de investigación fitoquímica. México: Limusa, 1979.
6. Earle. R.L Ingeniería de los alimentos. Zaragoza Acribia. 1988. 91 p.
7. Hayes G.D. Manual de datos para ingeniería de los alimentos. Zaragoza Acribia, 1987.

8. Maldonado E., Quiñónez K., Vásquez H., Miranda J. Estudio fisicoquímico, bromatológico, fitoquímico y potencial de transformación artesanal de la ciruela del Pacífico *Spondias dulcis* Forst. Trabajo de grado, Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, 2004.
9. Jirovetz I.; Bucchbaver G. Analysis of the aroma compounds of the fruti extracts of *Spondias cytherea* ("Ambarella") from Cameroon. *Zeitschrift fuer lebensmittel Untersuchung forschung* (Alemania). Vol. 208, No. 1, 1999. pp, 74-76
10. McCabe W., Smit J., Harriott P. Operaciones unitarias en ingeniería química. McGraw Hill, 1991. pp, 3-4.
11. Miller, G.L. Used of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. *Anal. Chem.* Vol. 31, 1959, pp. 426-429.
12. Mohammed, M., Wickham L.D. Occurrence of chilling injury in golden apple (*Spondias dulcis* Sonn.) fruits. *J. Comida Qual. Trumbull, conn.* Vol. 20 , No. 2. 1997. Pp. 91-104.
13. Néctares de fruta. Serie procesamiento de alimentos. Intermediate Technology Development Group. 1998.
14. Normas Técnicas Colombianas. NTC: 1291, 4592, 4623, 4624, 404. Paltrinieri G., Figuerola F.; Rojas L. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Procesamiento de frutas y hortalizas mediante métodos artesanales y de pequeña escala. Santiago de Chile, 1993. 254 pp.
15. Sener F., Scherz H. El pequeño "souci-fachman-kraut". Tabla de composición de alimentos. Zaragoza. 1993. 534 pp.
16. Spiegel, M. R. Teoría y problemas de estadística. México, 1987. 489 p.

---

\* Estudiante de pregrado Ingeniería Agroindustrial. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira.

\*\* Estudiante de pregrado Ingeniería Agroindustrial. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira.

\*\*\* Profesor asistente. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. A.A. 237.

\*\*\*\* Químico. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. E-mail: [conseche@yahoo.es](mailto:conseche@yahoo.es).