

# Papa: materia prima para colorantes

**Autores/** María Teresa Pino, Julio Kalazich, Marco Uribe, Sandra Orena, Francisco Álvarez y Olga Zamora.  
**Financiamiento** INNOVA 13IDL2-23323

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS - INIA LA PLATINA - INFORMATIVO Nº 35

## El mercado de colorantes y antioxidantes está creciendo a nivel global

El mercado global de colorantes naturales para la industria de alimentos se proyecta que alcanzará los USD 3.75 billones en el año 2022, con una tasa de crecimiento anual 8,40% (CAGR). Este aumento sostenido se explica, en parte, porque los consumidores están más informados respecto de los efectos negativos que tendrían los colorantes artificiales en la salud humana, y porque las nuevas tecnologías disponibles han facilitado la obtención de colorantes a partir de materias primas naturales. Es importante destacar que los colorantes naturales son demandados preferentemente por la industria de alimentos, particularmente los colores caramelo (32%), carotenoides (30%), antocianinas (28%) y otros colorantes que en conjunto no superan el 10% (betalaínas, antraquinonas, ácido carmínico, curcumina, clorofilina y otros). Si bien es cierto que el mercado de colorantes para alimentos ha sido liderado históricamente por Estados Unidos, en el último año la demanda por este tipo de colorantes creció significativamente en el Asia Pacífico. Consumidores de países como la India, China, Indonesia, Australia y Japón están demandando alimentos procesados con colorantes naturales. Entre estos colorantes naturales, las antocianinas (colores rojos intensos, morados y azules) son muy interesantes, porque además de otorgar color aportan antioxidantes. El mercado de antioxidantes también viene creciendo y se proyecta que alcanzará los USD 1.48 billones en el 2022, con una tasa de crecimiento anual de 5,10% (CAGR), producto del boom de la industria de bebidas y alimentos preparados altos en antioxidantes. El Asia-Pacífico ha sido lejos el mayor mercado para este tipo de productos, lo cual se explica en parte por el aumento de la clase media, mejora del poder adquisitivo y la mayor demanda por productos preparados y jugos de alto valor.



## Selecciones y líneas avanzadas

En el marco del proyecto INNOVA 13IDL2-23323, el programa de Mejoramiento Genético de Papas de INIA Remehue (Osorno) inició un programa de cruzamientos, selección y mejoramiento de papa específico para pulpa morada orientado a la generación de materia prima para producción de colorantes naturales. Durante la temporada 2013-2014, se establecieron 14 familias de papas, lo cual significó 3.080 clones y 55.000 plantas en el campo. En 2017 se seleccionaron 4 líneas avanzadas de papas (futuras variedades comerciales) de pulpa de color morada, alta en antocianinas con alta capacidad de rendimiento de color por hectárea. Entre éstas destaca la Línea RÑ98-9, con un punto de color promedio E1% de 0,36 entre las temporadas 2015/2016 y 2016/2017 y según los análisis de FMC de 2017 el valor E1% alcanzó 0,415, superando el punto de color de la zanahoria morada de Turquía.

En la [Tabla 1](#) se describen las líneas de papas seleccionadas como materia prima para color, en términos del color de pulpa, color de piel, punto de color (E1%), porcentaje de

**Tabla 1.** Descripción del tubérculo de las líneas avanzadas de papas generadas y seleccionadas por el Programa de Mejoramiento de Papas en el marco del proyecto INNOVA 13IDL2-23323 (valores promedios de las últimas 2 temporadas).

Líneas avanzadas	Color piel	Color pulpa	Forma tubérculo	Materia seca (%)	Color (E1%)	CAT-PF (mg/kg)	CAT-Ha (kg/ha)
RQ12-549	M	MF	OV	22,7	0,195	928	76,064
RQ12-521	M	MF	OV	21,2	0,105	608	42,253
RQ12-551	M	MF	RD	20,5	0,112	501	32,932
RS77-1	RJ	RJ	AL	17,8	0,138	790	30,056
RS58-3	RJ	RJ	RD	15,8	0,237	1.177	81,763
RÑ98-9	M	MF	RD	24,1	0,356	1.442	47,314

Color: M= Morado, MF= Morado Fuerte, RJ= Rojo.

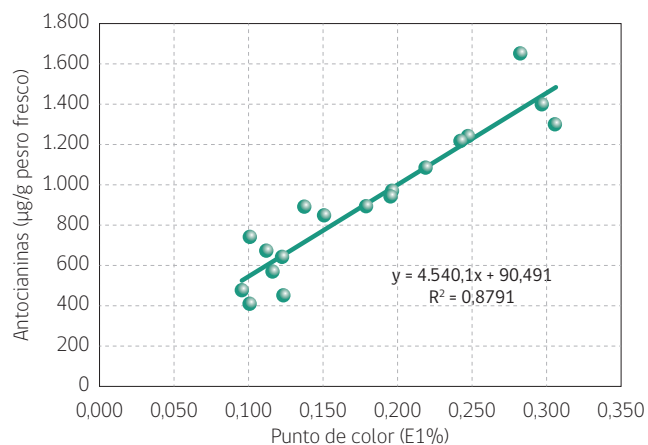
Forma de tubérculo: OV=Ovalado, RD= Redondo, AL= Alargado.

Color E1%: método FMC es el valor del coeficiente de extinción de una solución coloreada, calculado al 1% de concentración, en la longitud de onda de máxima absorbancia.

CAT: contenido de antocianinas totales según el método de Truong (2012) y se normalizó como contenido de cianidina-3-glucósido. Donde, CAT-PF está referido al contenido de antocianinas en mg por kilo de peso fresco de tubérculos de papas y CAT-Ha, está referido a la producción total de antocianinas en kilos por hectárea de papas.

materia seca del tubérculo, y contenido total de antocianinas por kilo de papas. Es importante destacar que la producción total de antocianinas por hectárea se calculó en función del rendimiento por hectárea de papa, para cada una de las líneas. Si bien la Línea RÑ98-9 es la más alta en punto de color promedio E1% de 0,36, su rendimiento en términos de kilos de tubérculos por hectárea no es tan alto, fluctuando entre 30 y 40 t/ha, bajando así los rendimientos de color

por hectárea. Por otra parte, la Línea RQ12- 549 alcanza un punto de color E1%= 0,2, pero su rendimiento en términos de kilos de tubérculo por hectárea supera las 80 t/ha. Es importante destacar que estos rendimientos aumentarán en la medida que se ajuste el paquete agronómico en términos de fertilidad, riego y manejo fitosanitario. Por otra parte, se ha encontrado un alto grado de asociación ( $R^2 = 0,89$ ) entre la concentración de antocianinas por kilo de tubérculo y el punto de color entre las líneas avanzadas de papas seleccionadas en el proyecto (Figura 1).

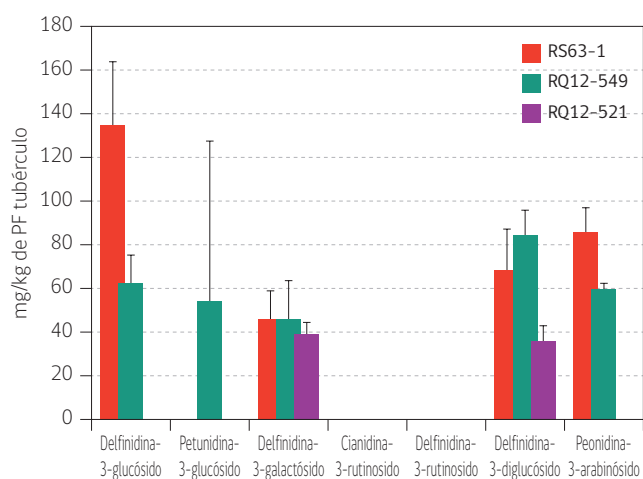


**Figura 1.** Asociación entre la concentración de antocianinas por gramo de papa y el punto de color para todas las líneas avanzadas de papas seleccionadas en el proyecto INNOVA 13IDL2-23323. El contenido de antocianinas totales se expresó como concentración según el método de Truong (2012) como contenido de cianidina-3-glucósido y el punto de Color E1% fue determinado según el método FMC como el valor del coeficiente de extinción de una solución coloreada, calculado al 1% de concentración, en la longitud de onda de máxima absorbancia.

Perfil de Antocianinas identificados en papas por HPLC identificó antocianinas de alto valor asociadas a efectos positivos en enfermedades crónicas. Entre algunas líneas avanzadas de papas de pulpa de color, se identificaron la Delfinidina-3-glucósido, Petunidina-3-glucósido, Delfinidina-3-galactosido, Cianidina-3-rutinosido, Delfinidina-3-rutinosida, Delfinidina-3,5-diglucosida, y Peonidina-3-arabinosida. Las antocianinas Delfinidina-3-galactosido y Delphinidina-3,5-diglucósido fueron las más frecuentes entre las tres líneas evaluadas (Figura 2).

## Ficha técnica y económica

Se desarrollaron fichas técnicas para el centro y sur de Chile adaptadas de las fichas técnicas económicas de ODEPA. Para la zona central se consideraron los costos del establecimiento y cosecha de 1 hectárea, sembrada a inicios de septiembre y cosechado durante la primera quincena de enero. Se consideró además un sistema de riego por cintas, el cual debe ser renovado cada dos años.



**Figura 2.** Perfil de Antocianinas identificados en papas por HPLC (mg/kg peso fresco tubérculo) en líneas de papas generadas en el proyecto INNOVA 13IDL2-23323 en Osorno. Los clones evaluados fueron un clon de pulpa roja (RS63-1) y clones de pulpa morada (RQ12-549, RQ12-521). El análisis de HPLC se realizó con un equipo Jasco PU-2089, UV/VIS detector e interface LC-NetII/ADC con una columna C18 Kromasil 100-5 de 150 mm, 40°C incubación, 520 nm.

Como resultado se vio que el punto de color que alcanza es mayor que en el sur de Chile productos de las altas temperaturas. En tanto, para la zona sur se consideró los costos del establecimiento y cosecha de 1 hectárea, sembrada el 15 de octubre y cosechado durante la última semana de marzo. Al igual que en la zona central, también se consideró riego por cintas, que deben ser renovadas cada tres años. En este caso, el punto de color que alcanza es menor que en la zona central de Chile, pero los rendimientos de tubérculos por hectárea son mayores. Debido a la especificidad de la materia prima, el precio de kilo de papa cosechada corresponde al 150% del precio promedio de la región durante el periodo de cosecha a nivel predial en la temporada 2015/2016. En diciembre 2016, en Santiago, el precio promedio de supermercados alcanzó \$1.082 por kilo, y en ferias, \$386 por kilo. La venta no considera ensacado ni selección por calibre, porque la industria utiliza toda la materia prima. El programa fitosanitario, fertilización y nombre son referenciales, porque se deben definir según un análisis de suelo, ataque de plagas y enfermedades de la temporada.

Región Metropolitana	
1 hectárea Julio 2017	Variedad: Línea Morada
Tecnología de riego: goteo	Destino de producción: Materia Prima - colorante
Densidad (Plantas/ha): siembra 0,7 m x 0,3 m	Tecnología: media
Siembra: Septiembre	Cosecha: Enero
Rendimiento (Kg/ha): 50 Ton/ha	Precio de venta productor: \$580
Punto de color: 0,28	Costo jornada hombre (\$/JH): 15.000

Costos directos	Época	Cantidad	Unidad	Precio (\$/Un)	Valor (\$)
<b>Mano de obra (a)</b>					
Riego	Octubre-Diciembre	7,0	JH	15.000	105.000
Siembra	Septiembre	6,0	JH	15.000	90.000
Acarreo de insumos	Septiembre-Enero	4,0	JH	15.000	60.000
Aplicación fertilizante	Septiembre-Noviembre	2,0	JH	15.000	30.000
Control manual de malezas	Septiembre-Diciembre	5,0	JH	15.000	75.000
Aplicación de fitosanitarios	Septiembre-Diciembre	2,0	JH	15.000	30.000
Cosecha	Enero	50	JH	15.001	750.050
<b>Total mano de obra</b>					<b>1.140.050</b>
<b>Maquinaria (b)</b>					
Aradura	Octubre-Noviembre	1,0	ha	60.000	60.000
Rastraje	Octubre-Noviembre	3,0	ha	30.000	90.000
Melgadura y tapadura	Noviembre-Diciembre	2,0	ha	25.000	50.000
Acequadura	Noviembre-Enero	2,0	ha	6.000	12.000
Acarreo de insumos	Octubre-Marzo	1,0	ha	60.000	60.000
Aplicación agroquímicos	Noviembre-Febrero	3,0	ha	25.000	75.000
Cultivación entre hileras y aplicar fertilizante	Noviembre-Diciembre	3,0	ha	25.000	75.000
Acarreo de la cosecha, con tractor y coloso	Marzo	30000,0	kg	5	150.000
Passar la rana (chopper)	Febrero-Marzo	1,0	ha	25.000	25.000
Abrir la hilera con arado	Diciembre-Enero	1,0	ha	25.000	25.000
<b>Total maquinaria</b>					<b>622.000</b>
<b>Insumos (c)</b>					
Semilla	Octubre	3000,0	kg	350	1.050.000
<b>Fertilizantes:</b>					
Mezcla papera	Noviembre	500,0	kg	368	184.000
Nitrato de potasio	Noviembre-Diciembre	200,0	kg	670	134.000
Urea	Noviembre-Enero	200,0	kg	362	72.400
<b>Fungicidas:</b>					
Curzate M 8	Diciembre-Febrero	4,0	kg	18.046	72.184
Benomyl 50 PM	Diciembre-Febrero	1,0	kg	9.878	9.878
Manzate 200	Noviembre-Febrero	4,0	kg	4.289	17.156
<b>Insecticidas:</b>					
Zero 5 EC	Octubre-Diciembre	0,5	L	25.302	12.651
Karate con tecnología Zeon	Noviembre-Diciembre	0,5	L	34.500	17.250
<b>Herbicidas:</b>					
Sencor 480 SC	Octubre	1,0	L	23.186	23.186
<b>Otros:</b>					
Cinta de riego y otros	Octubre	1	ha	850.000	850.000
Análisis de suelo	Octubre	1,0	Análisis	30.000	30.000
<b>Total insumos</b>					<b>2.472.705</b>
<b>Total costos directos (a+b+c)</b>					<b>4.234.755</b>
Imprevistos (sobre el total de costos directos)	Anual	5%	Porcentaje		211.738
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>4.446.493</b>

Regiones Araucanía, Los Lagos y Los Ríos	
1 hectárea Julio 2017	Variedad: Línea Morada
Tecnología de riego: goteo	Destino de producción: Materia Prima - colorante
Densidad (Plantas/ha): siembra 0,7 m x 0,3 m	Tecnología: media
Siembra: 15 Octubre	Cosecha: Marzo
Rendimiento (Kg/ha): 70 Ton/ha	Precio de venta productor: \$580
Punto de color: 0,25	Costo jornada hombre (\$/H): 15.000

Costos directos	Época	Cantidad	Unidad	Precio (\$/Un)	Valor (\$)
<b>Mano de obra (a)</b>					
Riego	Noviembre-Marzo	7	JH	15.000	105.000
Siembra	Octubre	6	JH	15.000	90.000
Acarreo de insumos	Octubre-Marzo	4	JH	15.000	60.000
Aplicación fertilizante	Noviembre-Enero	2	JH	15.000	30.000
Control manual de malezas	Diciembre-Febrero	5	JH	15.000	75.000
Aplicación de fitosanitarios	Noviembre-Febrero	2	JH	15.000	30.000
Cosecha, embalaje	Marzo	50	JH	15.001	750.050
<b>Total mano de obra</b>					<b>1.140.050</b>
<b>Maquinaria (b)</b>					
Aradura	Agosto-Septiembre	1,0	ha	60.000	60.000
Rastraje	Agosto-Septiembre	3,0	ha	30.000	90.000
Melgadura y tapadura	Septiembre	2,0	ha	25.000	50.000
Acequiadura	Agosto-Septiembre	2,0	ha	6.000	12.000
Acarreo de insumos	Agosto-Enero	1,0	ha	60.000	60.000
Aplicación agroquímicos	Septiembre-Diciembre	3,0	ha	25.000	75.000
Cultivación entre hileras y aplicar fertilizante	Septiembre-Diciembre	3,0	ha	25.000	75.000
Acarreo de la cosecha, con tractor y coloso	Enero	30000,0	kg	5	150.000
Passar la rana (chopper)	Enero	1,0	ha	25.000	25.000
Abrir la hilera con arado	Enero	1,0	ha	25.000	25.000
<b>Total maquinaria</b>					<b>622.000</b>
<b>Insumos (c)</b>					
Semilla	Septiembre	3000,0	kg	350	1.050.000
<b>Fertilizantes:</b>					
Mezcla papera	Agosto	500,0	kg	368	184.000
Nitrato de potasio	Agosto-Septiembre	200,0	kg	670	134.000
Urea	Agosto-Septiembre	200,0	kg	362	72.400
<b>Fungicidas:</b>					
Curzate M 8	Octubre-Diciembre	4,0	kg	18.046	72.184
Benomyl 50 PM	Octubre-Diciembre	1,0	kg	9.878	9.878
Manzate 200	Octubre-Diciembre	4,0	kg	4.289	17.156
<b>Insecticidas:</b>					
Zero 5 EC	Octubre-Diciembre	0,5	L	25.302	12.651
Karate con tecnología Zeon	Noviembre-Diciembre	0,5	L	34.500	17.250
<b>Herbicida:</b>					
Sencor 480 SC	Septiembre	1,0	L	23.186	23.186
<b>Otros:</b>					
Cinta de riego y otros	Octubre	1	ha	850.000	850.000
Análisis de suelo	Agosto-Septiembre	1,0	Análisis	30.000	30.000
<b>Total insumos</b>					<b>2.472.705</b>
<b>Total costos directos (a+b+c)</b>					<b>4.234.755</b>
Imprevistos (sobre el total de costos directos)	Anual	5%	Porcentaje		211.738
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>4.446.493</b>

Es importante considerar en el análisis final asociado a las empresas extractoras y comercializadoras de colorantes, el costo del flete tomando en cuenta que éstas están ubicadas entre las regiones Metropolitana y del Maule.

## Referencias

Balunkeswar Nayak, José De J. Berríos, Joseph R. "Powers, Juming Tang, Yulin Ji. (2011). Colored Potatoes (*Solanum Tuberosum* L.) dried for Antioxidant-Rich Value-Added Foods". *Journal of Food Processing and Preservation* 35 (2011) 571-580.

Escribano-Bailón, M. T., Alcalde-Eon, C., Muñoz, O., Rivas-Gonzalo, J. C. and Santos-Buelga, C. (2006). "Anthocyanins in berries of Maqui [*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz]". *Phytochem Anal* 17: 8-14. doi: 10.1002/pca.872

Jinwei Li, Lianfu Zhang, and Yuanfa Liu (2013). "Optimization of Extraction of Natural Pigment from Purple Sweet Potato by Response Surface Methodology and Its Stability". *Journal of Chemistry* Vol. 2013, Article ID 590512, 5 pages, 2013. doi:10.1155/2013/590512.

ODEPA (2017). *Costo por hectárea del proceso productivo de papa*. Fecha de publicación abril 2017 <http://www.odepa.cl/costo-de-produccion-de-papa-2016-17/>

Truong D., Hu Z., Thompson L., Yencho C., Pecota V. (2012). "Pressurized liquid extraction and quantification of anthocyanins in purple-fleshed sweet potato genotypes". *Journal of food composition and Analysis* 26:96-103.

Permitida la reproducción total o parcial de esta publicación citando la fuente y el autor. La mención o publicidad de productos no implica recomendación INIA.

Autores/ María Teresa Pino, Julio Kalazich, Marco Uribe, Sandra Orena, Francisco Álvarez y Olga Zamora.

INIA La Platina, Av. Santa Rosa 11.610, La Pintana, Santiago - Fono: (56-2) 2577 9100

[www.inia.cl](http://www.inia.cl)

InnovaChile  
CORFO

FMC

Ministerio de  
Agricultura

Año 2017  
INFORMATIVO N° 35

Gobierno de Chile