

Camote: materia prima para colorantes

Autores/ María Teresa Pino, Javier Saavedra, Francisco Álvarez, Rodrigo Gutiérrez, Cristián Hernández y Olga Zamora.
Financiamiento INNOVA 13IDL2-23233

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS - INFORMATIVO N° 36

Origen

El camote (*Ipomoea batatas* Lam.) pertenece a la familia Convolvulaceae y también es conocido con los nombres de batata, boniato, patata dulce y sweet potato (en inglés). El centro de origen del camote reconocido es Mesoamérica, específicamente la zona comprendida entre la península de Yucatán en México hasta la desembocadura del río Orinoco en Sudamérica (Linares et al. 2008), lo cual es soportado por el descubrimiento de restos arqueológicos de camote en las costas peruanas, cuya data es de aproximadamente 8.000 a 10.000 años (Seminario 2004). Sin embargo, el camote también está asociado a la Polinesia, zona donde crece de manera silvestre, y a culturas como la hawaiana donde es conocido por los indígenas como *Uala*, el cual tiene una connotación sagrada. Por lo tanto, la Polinesia es considerada actualmente como un centro secundario de diversidad genética de *Ipomoea batatas* L. (Yáñez 2002).

Morfología de la planta

Es una especie herbácea, perenne, aunque se cultiva como anual. Su hábito de crecimiento es rastrero con tallos que crecen horizontales sobre el suelo (Huamán 1992). Se puede diferenciar cuatro tipos generales de plantas: erecta, semi-erecta, extendida y muy extendida (Cusumano y Zamudio 2013). Sus **tallos** son de longitud variable (de 10 cm a 6 m), es cilíndrico (calibre de 4 mm a más de 6 mm). Puede ser glabro (sin pelos) o pubescente (vellosa). El color varía entre verde, morado o combinación de ambos. Sus hojas varían ampliamente en tamaño y forma, existiendo de elípticas, ovales a lanceoladas, de color verde a moradas, de 5 a 12 cm de largo y ancho, membranosas, de glabras a pilosas, de lámina con márgenes enteros o dentados de ápice agudo, pecíolos rollizos y se distribuyen en espiral en los tallos. Sus **flores** se agrupan en una inflorescencia



del tipo de cima bípara, con raquis de hasta 20 cm, que se sitúan en la axila de una hoja con cuatro centímetros de diámetro por cinco de largo, incluido el pedúnculo floral; el cáliz posee cinco sépalos separados, y la corola cinco pétalos soldados, con figura embudiforme y coloración violeta o blanca; el androceo lo constituyen cinco estambres y el gineceo un pistilo bicarpelar. Su **fruto**, es una pequeña cápsula redondeada de tamaño inferior a un centímetro, en cuyo interior se alojan de una a cuatro pequeñas semillas redondeadas de color pardo a negro. Mil semillas pesan de 20 a 25 gramos.

El camote es una raíz reservante, su sistema radicular se caracteriza por estar compuesto de raíces lignificadas y raíces que forman órganos de reserva produciendo falsos tubérculos de formas y colores variados. Estos son el órgano de consumo y de importancia económica. Se originan normalmente en los nudos del tallo subterráneo, adquieren una longitud de unos 30 cm y un diámetro de 20 cm. Se distinguen de un pedúnculo proximal, una parte dilatada central o tuberización y el extremo distal delgado. Las raíces reservantes varían en forma y tamaño según el

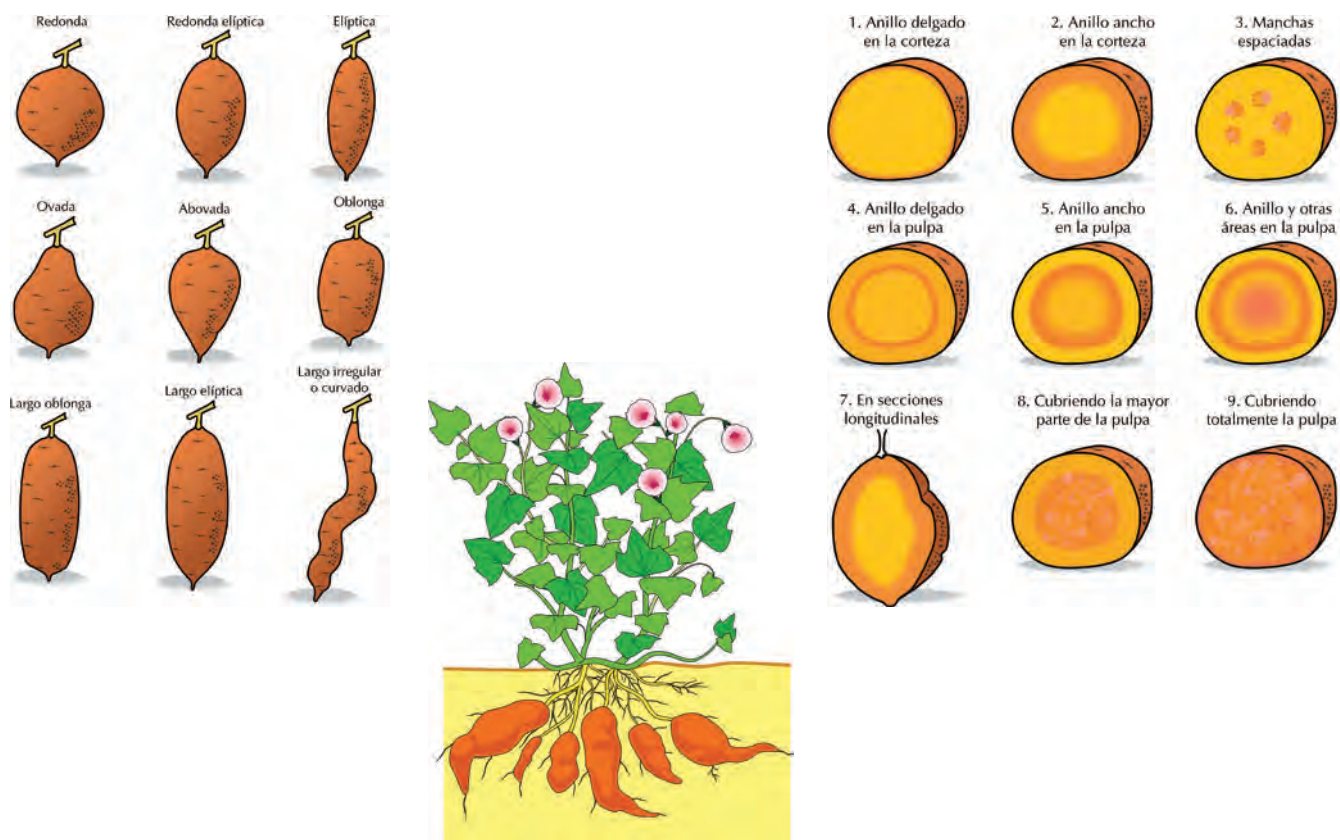


Figura 1. Formas de raíces de camote y distribución del color en la pulpa (adaptado de Huaman, 1992).

cultivar y tipo de suelo donde se planten (Figura 1). El color de la cáscara puede variar desde crema, pasando por el anaranjado amarillento y rosado hasta el rojizo morado e intensamente morado. El color de la pulpa puede ser blanco, crema, amarillo, anaranjado o morado. Algunos cultivares tienen un color base de la pulpa con manchas o estrías de un color más oscuro. El peso puede variar desde 200-300 gramos hasta 6 kilogramos. (Huamán 1992, Cusumano y Zamudio 2013).

Variedades comerciales y genotipos adaptados a la zona central de Chile

Las variedades de camote poseen un amplio rango de colores de cáscara y de pulpa, desde el blanco, amarillo, anaranjado y morado intenso. En Chile, los agricultores cultivan dos tipos de camote, uno conocido como camote blanco y un camote conocido como yema de huevo; este último se caracteriza por su piel roja oscura, pulpa amarilla

intensa y forma redonda-alargada. Los rendimientos son cercanos a las 20 ton/ha. A inicio de los años 90, INIA introdujo 28 variedades de camote, entre las cuales destacan las variedades Sumor, Jewel y Crema (NC1582), con rendimientos entre 40 y 80 ton/ha (Larenas y Accatino 1994). En 2005, INIA evaluó el camote corriente comúnmente cultivado en Chile en las comunas de Chanco y Pelluhue (VII región), reportando rendimientos entre 5 a 20 ton/ha (Reyes y Lavín 2005).

En el proyecto INNOVA13IDL2-23323 se recolectaron e introdujeron genotipos de camote de pulpa de color, con el objeto de evaluar su potencial como materia prima para la extracción de colorantes naturales del tipo carotenoides y antocianinas. Se estudió un total de 20 genotipos (accesiones) de pulpa naranja colectados en Chile y 35 genotipos de camotes *in vitro* introducidos desde el Centro Internacional de la Papa (CIP). Entre éstos, 10 genotipos se adaptaron a la zona central de Chile con rendimientos entre 20 y 88 ton/ha (Figura 2).

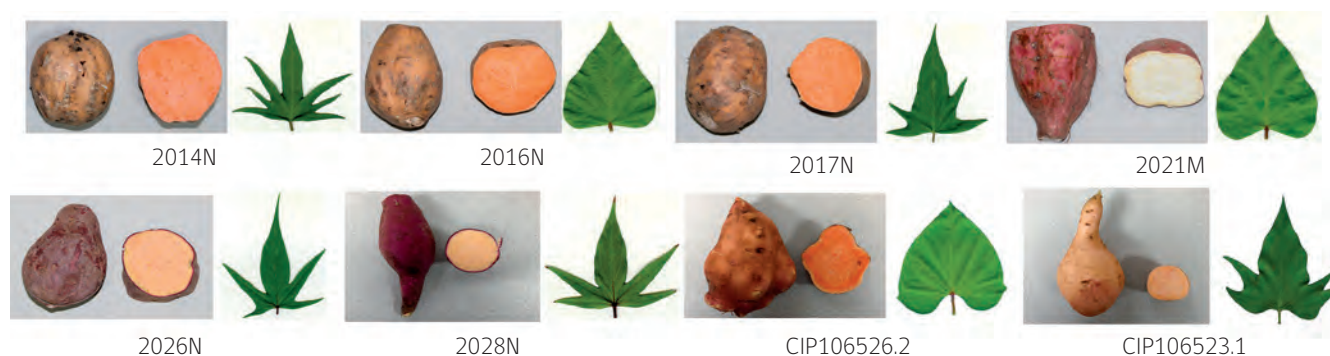


Figura 2. Fenotipo y color de pulpa de algunos genotipos de camotes que se adaptaron a Región Metropolitana en el marco del proyecto INNOVA13IDL2-23323 (temporadas 2015-2016 y 2016-2017).

Requerimientos del cultivo

El camote se cultiva en climas subtropicales a templados. Las condiciones óptimas son temperaturas de 20 a 30°C con humedad relativa de 75 a 85%, precipitaciones de 500 a 1.800 mm y altitud no superior a 1.300 m.s.n.m. El período vegetativo dura entre 120 a 150 días, con bajas temperaturas su ciclo se extiende por sobre los 130 días (Lardizábal 2003). Debido a la gran variabilidad de cultivares existentes, el camote responde a diferentes fotoperiodos, no obstante, la formación de botones florales y floración se logra bajo condiciones de días cortos, y favorece el desarrollo de la raíz reservante (Chang y Rodríguez 2002). El camote crece bien en suelos de textura franco-arenosa a franco-arcillosa, con una profundidad de 20 a 60 cm, con niveles de materia orgánica media, pH entre 5.5 y 6.5, tolera la sequía, pero no soporta el exceso de humedad por lo cual el suelo debe tener buen drenaje. En cuanto a la salinidad el camote es poco tolerante a conductividad eléctrica superior a 4 ds/m (Larenas y Accatino 1994). A pesar de estos requerimientos, esta especie destaca por su rusticidad y capacidad para adaptarse a zonas marginales (Linares et al. 2008, Martí 2008).

Manejo del cultivo

El camote se reproduce a través de semilla botánica, plántulas o esquejes tomados de la planta. Sin embargo, la reproducción sexual por semilla es utilizada exclusivamente en programas de mejoramiento genético (Namanda et al. 2015). El camote se cultiva principalmente por propagación vegetativa, utilizando plántulas, esquejes, y eventualmente raíces, este último método de propagación demora más tiempo (Reyes y Lavín 2005, Namanda et al. 2015). Los esquejes y plántulas se deben trasplantar después de la última helada. En la zona central de Chile se puede plantar entre los meses de octubre a noviembre, en cuanto más temprano se realice la plantación mayor será el rendimiento, logrando mejor forma y calidad. Los esquejes se sacan dos semanas antes de la cosecha para no mermar el rendimiento (Cusumano y Zamudio 2013) (Tabla 1).

Los requerimientos de fertilización dependen del tipo de suelo y su disponibilidad de nutrientes. Sin embargo, este cultivo responde bien a niveles de 70 a 120 kg/ha de N, 90 a 160 kg/ha de P2O5, y 200 a 350 kg/ha de K2O (Tabla 2 y Figura 3).

Tabla 1. Densidad de plantación recomendada para camotes con riego por goteo en la zona central de Chile

Sistema de plantación	Distancia sobre hilera	Distancia entre hilera	Plantas por hectárea
Hilera simple (riego por goteo)	0,5 m	0,8 m	25.000
En camas de 1,5 m (riego por goteo)	0,4 m	0,25 m	33.000

Tabla 2. Nutrientes extraídos del suelo por tonelada de camote producido para un rendimiento de 25 toneladas por hectárea (adaptado de Cusumano y Zamudio, 2013)

	N (kg/ha)	P2O5 (kg/ha)	K2O (kg/ha)
Raíces	63	39	129
Follaje	124	48	270
Total	187	87	399



Figura 3. Multiplicación in vitro, aclimatación, y trasplante de plántulas de camote.

Tabla 3. Calendario de labores en el cultivo de camote en la zona central de Chile

Agosto Septiembre	Octubre Noviembre	Diciembre	Enero Febrero	Marzo	Abril
Preparación de suelo	Plantación	Limpieza de malezas	Limpieza de malezas	Corte de Follaje	
Preparación de plantines o esquejes		Arreglo de camellones o mesa	Arreglo de guías (2)		
	Riego	Riego	Riego	Riego	Riego
					Cosecha

El riego debe ser proporcionado durante los meses de crecimiento con una humedad cercana a capacidad de campo y se debe cortar dos a tres semanas antes de la cosecha. La cosecha se realiza entre 120 y 150 días post plantación, según el cultivar, fecha de plantación, región, manejo, y tamaño de raíz deseada (Tabla 3).

Situación actual de producción y mercado del camote

En términos de producción total, el camote es el octavo cultivo más importante del mundo, después del trigo, arroz, papa, tomate, maíz, yuca y bananas. La producción mundial de camote alcanza 130 millones de toneladas anuales. Mientras China produce el 80% de la producción mundial, Latino América a pesar de ser centro de origen produce 1.9 millones de toneladas anuales (FAOSTATS 2016 <http://www.fao.org/faostat/es/#home>). En Chile, aun cuando el camote se cultiva en Isla de Pascua, en Arica, y en la zona central (en comunas cercanas a las regiones Metropolitana y del Maule), la superficie no supera las 50 hectáreas. Es importante destacar, que el camote consumido en nuestro país es en parte importado desde Perú y Argentina.

Uso y posibilidades de industrialización

El camote se destina a la alimentación humana y animal como consumo fresco, y en productos elaborados como harina, almidón, alcohol, jarabes, glucosa, y como colorante. El camote de pulpa anaranjada es una fuente importante de betacaroteno, precursor de la vitamina A. Tan solo 125 gr de camote fresco de las variedades de camote más anaranjadas contienen suficiente betacaroteno para proporcionar la provitamina A que requiere diariamente un preescolar (<https://cipotato.org/es/sweetpotato/>). El camote es asimismo una valiosa fuente de vitaminas B, C, E y contiene niveles moderados de hierro y zinc. En Estados Unidos, los nutricionistas están analizando las propiedades potenciales de prevenir el cáncer que tendrían las antocianinas, que están presentes en el camote de pulpa morada. En términos de la concentración de carotenoides, los genotipos 2017N y CIP106526.2 fueron los más destacados, con valores de β -carotenos totales entre 95 y 120 $\mu\text{g/g}$ peso fresco de raíz (Figura 4).

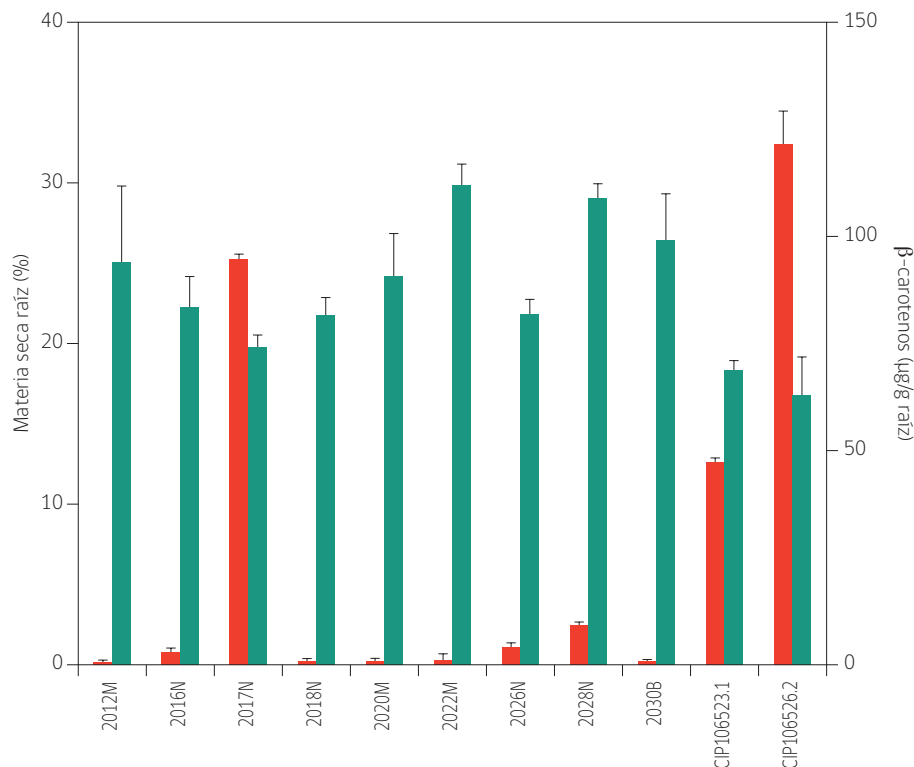


Figura 4.- Porcentaje de materia seca (barra verde) y concentración de β -carotenos (barra roja) en raíces de camote evaluadas en el marco del proyecto INNOVA13IDL2-23323.

Ficha técnico-económica del cultivo de camote	
Parámetros generales A	
1 hectárea: julio 2017	Comercialización: venta directa en campo
Variedad: JEWEL	Fecha de siembra: 15 Octubre - 15 Noviembre
Zona Agroecológica: RM	Fecha de cosecha: 15 Abril - 15 Mayo
Régimen hídrico: goteo	Aplicación de pesticidas: con servicio de pulverización
Tipo de producción: materia prima para colorante	Tecnología: mediana
Rendimiento (ton/ha): 40	Costo Jornada hombre (\$/JH): 15.000
Precio de venta mercado interno (\$/kg): 1.500	

Costos directos	Época	Cantidad	Unidad	Precio (\$/Un)	Valor (\$)
Mano de obra (a)					
Desinfección de Plántulas o esquejes	Septiembre	1	JH	15.000	15.000
Plantación	Octubre	15	JH	15.000	225.000
Fertilización	Octubre	1	JH	15.000	15.000
Riego	Octubre-Marzo	5	JH	15.000	75.000
Cosecha	Abril	25	JH	15.000	375.000
Selección, comercialización, venta	Mayo a Julio	10	JH	15.000	150.000
Total mano de obra					855.000
Maquinaria (b)					
Servicio de pulverización (barbecho químico)	Septiembre	0,2	JM	20.000	4.000
Servicio de aradura	Septiembre	0,5	JM	15.000	7.500
Servicio de rastra de discos	Septiembre	1	JM	18.000	18.000
Servicio de rastra offset	Septiembre	0,5	JM	57.500	28.750
Servicio de platabanda	Septiembre	1	JM	15.000	15.000
Servicio de pulverización	Noviembre-Diciembre	1	JM	20.000	20.000
Servicio de arrancadora de raíces	Abril	1	JM	35.000	35.000
Total maquinaria					128.250
Insumos (c)					
Plántulas-esquejes	Octubre	33.000	μ	50	1.650.000
Desinfectante plántulas:					
Benomyl 50 PM	Octubre	3	L	9.878	29.364
Manzate 200	Octubre	4	L	4.289	17.156
Fertilizantes:					
Nitrogeno (N)	Octubre	200	kg	670	134.000
Fósforo (P2O5)	Octubre	100	kg	392	39.200
Potasio (K2O)	Noviembre	300	kg	670	201.000
Herbicidas:					
Sencor 480 SC	Octubre	1	L	27.358	27.358
Insecticidas:					
Zero 5 EC	Noviembre-Diciembre	0,5	L	25.302	12.651
Karate	Noviembre-Diciembre	0,5	L	34.500	17.250
Otros:					
Cinta de riego y otros	Octubre	1	ha	850.000	850.000
Análisis de suelo	Julio-Agosto	1	U	25.000	25.000
Total insumos					3.003.249
Total costos directos (a+b+c)					3.986.499
Imprevistos (5% sobre el total de los costos)		5%			\$199.325
Total costos directos (a+b+c) + imprevistos					\$4.185.824

Referencias

- Chang M. L. y Rodríguez A. 2002. Inducción fotoperiódica para lograr floración en cinco genotipos de camote (*Ipomoea batatas* Lam. 1(1): 51-56.
- Cusumano C. y Zamudio N. 2013. Manual técnico para el cultivo de batata (camote o boniato) en la provincia de Tucumán, Argentina. 1a. ed. - Famaillá: Ediciones INTA, 48 p.
- FAO (Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura) 2017. <http://www.fao.org/faostat/en/#home> (último acceso 01 de junio de 2017).
- Gallo P., Escobar H., Chávez R., Jiménez M., Torres A. y Carrión, H. 2001. Introducción y evaluación de variedades mejoradas de camote (*Ipomoea batatas* L.) en las zonas árido salinas del norte de Chile. *IDESIA (Chile)* 19: 57-70.
- Huamán, Z. A. 1992. Botánica Sistemática y Morfología de la Planta de Batata o Camote, Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú, 22 p.
- Lardizábal R. 2003. Manual de Producción de Camote. Fintrac CDA Oficina de la FHIA, 25p. https://hortintl.cals.ncsu.edu/sites/default/files/articles/Manual_de_Produccion_de_Camote.pdf
- Larenas, V.F. y Accatino, P. 1994. Producción y uso de la batata o camote (*Ipomoea batatas* L.), Centro internacional de la papa (CIP). 82 p.
- Linares E., Bye R., Rosa-Ramírez D., y Pereda-Miranda, R. 2008. El Camote, *Biodiversitas*, 81 (2):11-15.
- Martí H.R. 2008. La batata: oportunidades para una hortaliza subutilizada. *Boletín Hortícola*, 13(39): 1-4.
- Namanda S., Gatimu R., Agili S., Khisa S., Ndyetabula I., y Bagambisa, C. 2015. Micropropagation and hardening sweetpotato tissue culture plantlets. A manual developed from the SASHA Project's experience in Tanzania. International Potato Center (CIP), Lima, Perú. vii, 39 p. <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2015/11/006253-1.pdf>
- Reyes M. y Lavín A. 2005. Camote: Un cultivo para el secoano costero de la provincia de Cauquenes. *Informativo 16*, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)- Raihuen. 2 p.
- Seminario J. R. 2004. Raíces andinas: contribución al conocimiento y la capacitación, Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú, 376 p.
- Van Jaarsveld P.J., Marais D.W., Harmse E., Nestel P. y Rodriguez-Amaya D.B. 2006. Retention of β -carotene boiled, mashed orange-fleshed sweetpotato. *Journal of Food Composition and Analysis* 19: 321-329.
- Yáñez, V.O. 2002. Aislamiento y Caracterización de Marcadores Moleculares Microsatélites a partir de la Construcción de Librerías Genómicas Enriquecidas de Camote (*Ipomoea batatas* L.), Tesis para optar el Título Profesional de Biólogo con Mención en Genética, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú, 108 p.

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, Javier Saavedra, Francisco Álvarez, Rodrigo Gutiérrez,
Cristián Hernández y Olga Zamora.

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

www.inia.cl

InnovaChile
CORFO

FMC



Año 2017
INFORMATIVO N° 36