

### CONTENIDO MINERALÓGICO EN FRUTOS VS DESBALANCES NUTRICIONALES

Valeria Lepe, Omar Hernández & J.A. Yuri

El uso del análisis mineralógico de frutos, como herramienta de toma de decisiones en fruticultura, tiene sus orígenes en Inglaterra en la década de los 70', siendo posteriormente utilizado en los principales países productores de fruta fresca. En Chile están siendo utilizados en forma recurrente desde hace varios años, tanto por productores como por empresas exportadoras.

Estos análisis deberían realizarse en al menos dos oportunidades durante la temporada de crecimiento de los frutos; **60 días después de plena flor** (frutos pequeños, aprox. 25-30 g de peso fresco) y **15 días antes de la fecha estimada de cosecha**. El primero tiene por objetivo conocer el estatus nutricional de los frutos en forma temprana y si fuese necesario, tomar medidas correctivas de fertilización. El segundo, en cambio, puede ser utilizado como una herramienta de segregación de fruta con susceptibilidad a desarrollar daños

### CONTENIDOS

Contenido Mineralógico en Frutos

Editorial

Resumen Climático

Resúmenes de Investigaciones

Eventos

### EDITORIAL

Los Proyectos llevados a cabo en las Regiones de O'Higgins y de La Araucanía siguen realizando sus trabajos de divulgación y asistencia Técnica. El 30 de Septiembre se llevó a cabo un Taller de Nutrición Mineral en Rosario, en tanto a mediados del mes se visitaron líneas de embalaje con miras a reducir el daño por impacto (Foto 1).



Foto 1. Curso-Taller en Nutrición Mineral (izquierda) y asesoría en reducción de machucones en líneas de embalaje (derecha).

Una reunión de trabajo sostuvo parte del equipo del Centro de Pomáceas, con el Sr. James Norman, ejecutivo de Fondef, en el marco del Proyecto en Jugos Funcionales que lleva a cabo el CP (Foto 2).



Foto 2. Investigadores del CP junto a James Norman.

asociados a desbalances nutricionales (principalmente Calcio), y como una medida de verificación del programa nutricional aplicado durante la temporada.

El adecuado muestreo de la fruta es de suma importancia en la confiabilidad de los resultados obtenidos. A continuación se da cuenta de una breve metodología para la toma de muestras:

En cada sector uniforme del huerto, seleccionar y marcar 36 árboles homogéneos en vigor, carga y comportamiento de la fruta en post-cosecha (Figura 1). Posteriormente, de cada árbol tomar un fruto sano desde su parte central y altura media, abarcando los 4 puntos cardinales (el ideal es que se tome un fruto de la cara norte del primer árbol, otro de la cara sur del segundo árbol y así sucesivamente).

Recolectar los frutos en bolsas de papel, claramente rotuladas (sector, variedad, etc.) y enviarlas al laboratorio dentro de 24 horas. Las muestras pueden mantenerse refrigeradas (4 °C) por un período no superior a 3 días, ya que los frutos se analizan en estado fresco.

En el laboratorio se debe solicitar expresamente que los frutos sean lavados con detergente y quelato (Titriplex) y luego enjuagados con agua destilada para remover los restos de nutrientes que pudieran estar en la superficie.

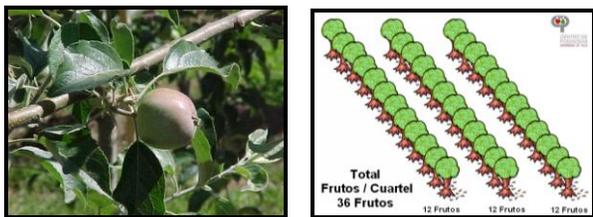


Figura 1. Recolección de la muestra de frutos para análisis mineralógico.

El objetivo de este boletín es comparar la condición nutricional de manzanas recibidas en el Centro de Pomáceas durante las últimas 2 cosechas, y su relación con la incidencia de daños asociados a desbalances nutricionales. La fruta provenía de dos momentos de análisis: 60 días después de plena flor (DDPF) y 20-15 días antes de la cosecha.

Respecto de la distribución de los nutrientes 60

DDPF, en el caso del Nitrógeno, se puede observar una gran proporción de las muestras por sobre 72 mg/100 g de PF (> 80 %) en ambas temporadas, evidenciándose un bajo número de muestras dentro del rango estimado como adecuado para este momento, 48,1-72 mg/100 g PF (Figura 2). Por el contrario, Potasio muestra un mayor porcentaje de muestras dentro del rango adecuado (117,1-195,0 g/100 g PF), y un bajo porcentaje por sobre el valor superior, siendo mayor en la temporada 2010 (10 %), respecto a la temporada 2009 (3%) (Figura 3). Para Calcio y Magnesio, el mayor número de muestras se encuentran dentro de los rangos adecuados, siendo más marcado para Magnesio, en donde más del 70 % de las muestras se encontraban ahí (Figura 4).

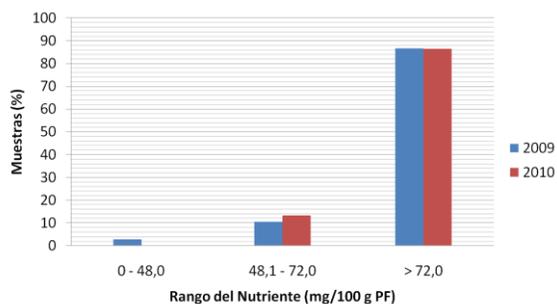


Figura 2. Distribución del contenido de Nitrógeno en frutos de manzanas a los 60 DDPF, en dos temporadas. 2009-2010.

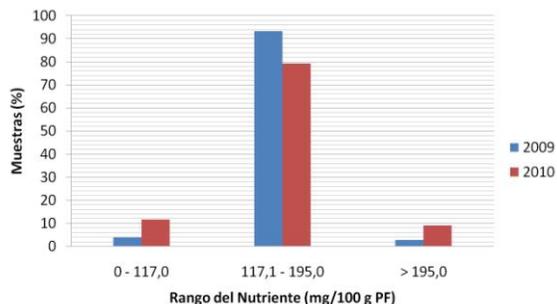


Figura 3. Distribución del contenido de Potasio en frutos de manzanas a los 60 DDPF, en dos temporadas. 2009-2010.

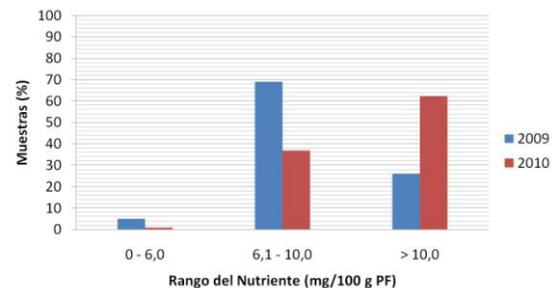
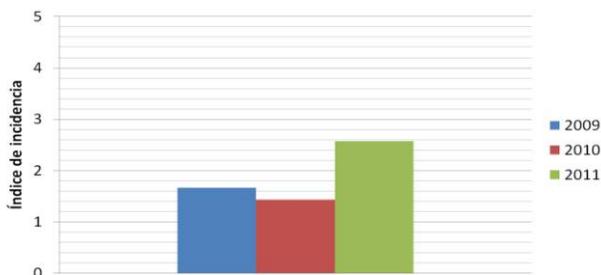


Figura 4. Distribución del contenido de Calcio en frutos de manzanas a los 60 DDPF, en dos temporadas. 2009-2010.

Al realizar el cociente entre Nitrógeno/Calcio y Potasio/Calcio, podemos observar algún tipo de desbalance entre estos nutrientes. Para el caso del primero, la mayoría de las muestras se encuentran dentro del valor adecuado (<15) en ambas temporadas. No obstante, la relación Potasio/Calcio indica que aproximadamente un 30% de las muestras se encontrarían por sobre el valor óptimo, situación que se vio más acentuada en las muestras de la temporada 2009.

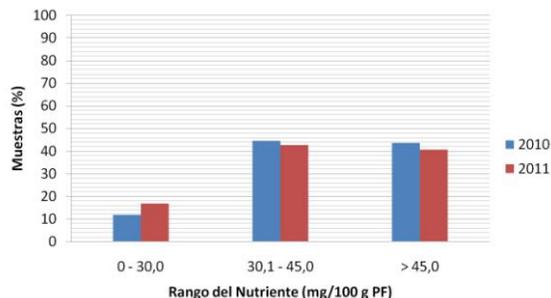
De acuerdo a los resultados de los análisis mineralógicos de 60 DDPF en 2010, la incidencia de desórdenes fisiológicos potenciales asociados a desbalances nutricionales durante la cosecha 2011, deberían haber sido levemente inferior respecto a la de 2010; sin embargo, según los datos entregados por las empresas exportadoras, se puede observar un aumento de la incidencia de bitter pit durante la última temporada (**Figura 5**). Lo anterior, podría ser explicado por una mayor dilución del Calcio, desde 60 DDPF hasta cosecha, en comparación a la temporada previa; las diferencias en la tasa de dilución superaron el 5% entre ambas temporadas para este nutriente. Por otra parte, los elementos antagonistas del Calcio, principalmente Potasio y Magnesio, mostraron una menor dilución, lo cual significó valores de ellos más elevados a cosecha.



**Figura 5.** Índice de expresión de Bitter pit en las últimas 3 temporadas.

El comportamiento de las muestras a cosecha indicó, en el caso del Nitrógeno (**Figura 6**), que éste no mostró variaciones importantes entre ambas temporadas; sin embargo, alrededor del 40% de las muestras presentaban valores superiores a 45 mg/100 g PF, el que es considerado el límite crítico para este nutriente. Incluso en variedades de alta susceptibilidad a desórdenes asociados a desbalances nutricionales, el valor mínimo propuesto estaría en torno a 30 mg/100 g PF.

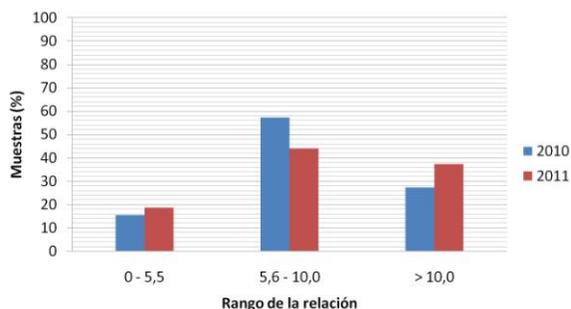
En el caso del Potasio existió un aumento del número de muestras en el rango óptimo, cercano al 20% en la temporada 2011, en relación a la anterior. Dicho aumento se debió a la disminución de muestras dentro del rango deficitario (< 90 mg/100 g PF), las cuales se trasladaron al rango óptimo, dando como resultado un incremento en los valores mínimos, máximos y promedios del elemento (Datos no se muestran).



**Figura 6.** Distribución del contenido de Nitrógeno en frutos de manzanas a cosecha, en dos temporadas. 2009-2010.

Situación contraria se observó para el Calcio, en donde cerca del 10% de las muestras se ubicaron dentro del rango deficitario, para la temporada 2011. El Magnesio presentó un comportamiento similar en ambas temporadas, con más del 80% de las muestras dentro del rango óptimo y sólo en la temporada 2011 un 3,2% de ellas estaba por sobre 7,5 mg/100 g PF.

Lo anterior, se traduce en un incremento cercano al 10% en el porcentaje de muestras por sobre los valores óptimos para las relaciones N/Ca y K/Ca, en comparación con la temporada anterior (**Figura 7**). Ello de alguna forma podría explicar el aumento en la incidencia de desórdenes asociados a desbalances en los niveles de Calcio.



**Figura 7.** Distribución de la relación Nitrógeno/Calcio en frutos de manzanas a cosecha, en dos temporadas. 2009-2010.

Respecto de la variación en los rangos de los nutrientes entre 60 días después de plena flor (DDPF) y cosecha, se puede dar cuenta de una dilución en todos los elementos, variando desde 11,0% a 57,3%, en donde el valor mínimo lo registro el Boro y el máximo el Nitrógeno. De acuerdo a estudios previos, los valores de dilución para el caso del Nitrógeno fluctúan alrededor de 60%, lo que es muy cercano al valor promedio de ambas temporadas. Por su parte, Fósforo alcanzó un valor promedio de 35% de dilución, levemente superior al 30% indicado como estándar para este elemento. En el caso del Potasio, el valor alcanzado es muy similar al propuesto, en torno al 30%. El Calcio normalmente se ha indicado que su dilución bordea el 50%, cifra que fue ratificada con los datos analizados, con un valor promedio de 49,5%. En el caso del Magnesio, el factor de dilución fue de 49,6%, vs 40% propuesto. La situación del Boro queda abierta, pues no existen datos previos de dilución para este elemento; en el presente estudio los valores fluctuaron entre 11,0% y 28,8%.

Respecto de la distribución de los elementos minerales por variedad, el Nitrógeno se situó dentro del rango adecuado para la mayoría de las muestras en ambas temporadas, a excepción de Royal Gala, en donde se incremento en torno al 20% el número de muestras por sobre el valor óptimo (>45 mg/100 g PF). En el caso del Potasio, gran parte de las muestras se ubicaron dentro del rango ideal; sin embargo, se vio un aumento en el contenido promedio en la última temporada, respecto a la anterior. Para el caso del Calcio, se observó un incremento en el porcentaje de muestras bajo 4 mg/100 g PF, principalmente en las variedades Fuji y Red Delicious, incluso llegando al 35,7% en estas últimas. Magnesio, concentró gran parte de sus muestras en el rango óptimo (4-7,5 mg/100 g PF); sin embargo, en Red Delicious sobre el 35% de las muestras se ubicó sobre el límite superior del elemento. Lo anterior se traduce en un incremento entre 8 a 13% en el porcentaje de muestras por sobre el valor óptimo para la relación N/Ca, en Royal Gala y Red Delicious, respectivamente.

Un análisis individual del cv. Granny Smith, indicó que el contenido mineralógico de frutos completos fue inferior en la temporada 2011. Para el caso del

Nitrógeno, éste se encontraría sobre los límites indicados como adecuados para asegurar una buena vida de postcosecha, pues normalmente los estándares señalan valores entre 36-43 mg/100 g PF; sin embargo, para variedades de alta susceptibilidad, éstos serían entre 30-45 mg/100 g PF, situación que se da en ambas temporadas, siendo más elevada en la última. Por su parte, el contenido de Fósforo se encontraría entre los valores indicados como adecuados, los que fluctúan entre 6-12 mg/100 g PF, situación que se da en ambas temporadas. En el caso del Potasio, en donde los niveles referenciales indican valores entre 90-150 mg/100 g PF como óptimos, las muestras se encontrarían dentro de dichos valores referenciales. Para el Calcio, éste presenta valores deficitarios en ambas temporadas, pues los niveles establecidos como óptimos para garantizar ausencia de desórdenes fisiológicos asociados a su desbalance, fluctúan en torno a 5-5,5 mg/100 g PF, observándose los valores más bajos en la última temporada. En el caso de la concentración de Magnesio, se encontraría entre los rangos adecuados, donde los niveles referenciales están entre 4-7,5 mg/100 g PF.

Las relaciones entre los nutrientes (**N/Ca** y **K/Ca**), podemos dar cuenta de un desbalance en éstas durante la temporada 2011, respecto de la temporada anterior. En el caso de **N/Ca**, el cociente debería situarse por debajo de 10; sin embargo, para ambas temporadas fue superior a este valor, siendo más evidente en la última. En forma complementaria, la relación **K/Ca** se encuentra por sobre el valor referencial en la temporada 2011, un 15,4 % superior al valor óptimo.

#### LITERATURA CONSULTADA

- Casero, T., Benavides, A. Inmaculada Recasens. 2010. Interrelation between fruit mineral content and preharvest calcium treatments on "Golden Smoothie" Apple Quality. Journal of Plant Nutrition, 33:27-37.
- Ferguson, I., Volz, R. y Allan Woolf. 1999. Preharvest factors affecting physiology disorders of fruit. Postharvest Biol. And Technology. 15: 255-262.
- Prange R., Delong J., Nichols D. y Peter Harrison. 2011. Effect of fruit maturity on the incidence of bitter pit, senescent breakdown, and other post-harvest disorders in 'Honeycrisp'™ apple. Journal of Horticultural Science & Biotechnology. 86: 245-248.

## RESUMEN CLIMÁTICO

**RECESO INVERNAL.** En todas las zonas con registro, excepto Graneros, se observó menor acumulación de horas bajo 7 °C en relación al año anterior y al promedio de los últimos años (**Cuadro 1**). Por otro lado, la acumulación de unidades Richardson no mostró una tendencia marcada, variando hasta un 6% con respecto al promedio de los últimos años. Graneros bajó en casi un 10%.

Las acumulaciones en Richardson entre el 1 de mayo y el 15 de agosto, variaron entre 1.061 (Graneros) y 1.662 (San Clemente). A excepción de Graneros, en todas las zonas se cumplieron las necesidades de frío de los principales cultivares (**Cuadro 2**).

**Cuadro 2.** Requerimientos de frío de cultivares de manzano.

Cultivar	Unidades frío	Cultivar	Unidades frío
Pink Lady	<500	Fuji	1.050
Granny Smith	600-800	Gala	1.150
Braeburn	1.050	Delicious	1.200-1.300

Si se considera entrada en receso (50% caída de hojas) a mediados de mayo, la salida de éste, para un cultivar exigente como Gala, fue más tarde (**Cuadro 3**). 15 de agosto sería la fecha límite de salida.

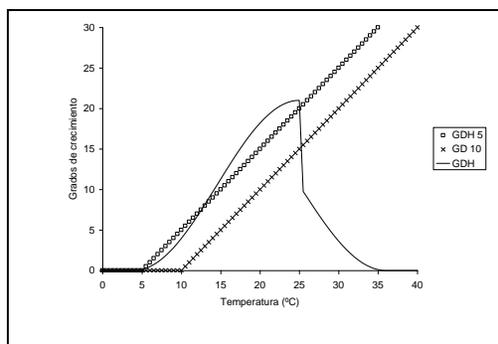
**Cuadro 3.** Fecha de salida de receso de Gala según unidades Richardson con inicio de recuento el 15 de Mayo.

Localidad	2010	2011	Localidad	2010	2011
Graneros	15/08	15/08	El Colorado	31/07	31/07
Morza	31/07	05/08	Colbún	05/08	31/07
Los Niches	01/08	05/08	Angol	22/07	25/07
San Clemente	23/07	24/07			

**Cuadro 1.** Horas de frío ( $T^{\circ} < 7^{\circ}C$ ), unidades de frío Richardson y acumulación térmica (GDH) para diferentes localidades en los dos últimos años, promedio de los cuatro años previos y su variación con respecto a éste.

Localidades	Horas de frío ( $T^{\circ} < 7^{\circ}C$ )				Unidades de frío Richardson				Acumulación térmica (GDH)			
	1 mayo - 15 agosto				1 mayo - 15 agosto				15 julio - 15 septiembre			
	2010	2011	Promedio	Var. (%)	2010	2011	Promedio	Var. (%)	2010	2011	Promedio	Var. (%)
Graneros	1.276	1.324	1.219	8,7	1.170	1.061	1.173	-9,5	6.309	6.208	6.140	1,1
Morza	1.351	1.300	1.304	-0,3	1.359	1.350	1.356	-0,4	5.589	5.461	5.255	3,9
Los Niches	1.526	1.095	1.302	-15,9	1.490	1.442	1.544	-6,6	4.267	4.497	4.483	0,3
San Clemente	1.078	1.047	1.104	-5,1	1.603	1.662	1.604	3,6	5.750	5.118	5.205	-1,7
El Colorado	1.255	1.190	1.340	-11,2	1.498	1.598	1.504	6,2	4.045	3.609	3.658	-1,3
Colbún	1.192	1.147	1.208	-5,0	1.460	1.560	1.494	4,4	5.760	5.203	5.190	0,3
Angol	974	851	949	-10,3	1.677	1.631	1.610	1,3	5.438	4.559	5.076	-10,2

**ACUMULACIÓN TÉRMICA.** Estima el crecimiento de las yemas (estados fenológicos) en base a la  $T^{\circ}$  ambiental. El modelo más aceptado es la acumulación de grados hora sobre 5 °C (GDH). Una variación no lineal es utilizada por el CP en las estimaciones (**Figura 8**).



**Figura 8.** Acumulación térmica en relación a la temperatura según los modelos Grados día base 10 (GD 10) y GDH (Anderson y Seeley, 1992).

Una vez terminado el receso, 7.000 GDH se acumularían hasta plena flor (**Cuadro 4**). Sin embargo, en el CP se ha tenido registro de 9.500.

Los GDH acumulados a partir del 15 de Julio se muestran en el **Cuadro 1**. A la fecha, ya se observa inicio de floración en algunas zonas. Los cálidos días de fines de septiembre explicarían este avanzado estado.

**Cuadro 4.** Acumulación de GDH con dos modelos, para diferentes estados fenológicos, cv. Starkrimson (Young y Werner, 1985).

Estado fenológico	North Caroline (4,4 °C)	Utah (4,4 °C)
Punta verde	2.606	2.586
Botón rosado	5.540	5.495
Plena flor	7.082	7.024

### Referencias:

Anderson, J.L. y Seeley, S.D. 1992. Modelling strategy in pomology: development of the Utah models. Acta Hort. 313: 297-306.  
Young, E. y Werne, D.J. 1985. Chill unit and growing degree hour requirements for vegetative bud break in six apple rootstocks. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110: 411-413.

## RESUMEN DE INVESTIGACIONES

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE 1-MCP Y CONDICIÓN DE ENFRIAMIENTO SOBRE EL DESARROLLO DE PARDEAMIENTO INTERNO EN MANZANAS CV. PINK LADY

(FROSI-STELLA, P. 2008. MEMORIA ING. AGR. UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – LAGES, BRASIL, 66 PÁG. PROF. CO-GUÍA: C. MOGGIA & V. LEPE).

Durante la temporada 2007/2008, se realizó un estudio para determinar el efecto del régimen de enfriamiento y de la aplicación de 1-MCP (p.c. SmartFresh<sup>SM</sup>) sobre la incidencia de pardeamiento interno en la pulpa en manzanas Pink Lady®. La fruta fue cosechada en dos estados de madurez (estado 1: 206 ddpf; y estado 2: 213 ddpf), en un huerto comercial ubicado en San Clemente, Región del Maule, Chile (35° 30' L.S.; 71° 28' L.O.; 83 m.s.n.m.). La fruta fue sometida a dos regímenes de enfriamiento: normal (1°C, desde el comienzo del almacenaje) y lento (4°C, en los primeros 20 días de almacenaje, 2°C, de 21 a 40 días de almacenaje, y 1° C, en el resto del periodo), ambos

regímenes fueron realizados en frutas tratados con dos concentraciones de 1-MCP (p.c. SmartFresh<sup>SM</sup>), 0 y 625 nL L<sup>-1</sup>. La fruta se almacenó por cinco meses bajo condiciones de aire regular, en las cámaras de frío del Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca. En la cosecha y mensualmente, se realizaron evaluaciones de: integridad de las membranas celulares mediante la medición de la conductividad eléctrica en pulpa de frutos. Posterior a los cinco meses de almacenamiento refrigerado y luego de un periodo de siete días de almacenamiento a 20°C se evaluó la incidencia de pardeamiento interno, haciendo una clasificación del mismo según su patrón: tipo radial, tipo difuso y total. El régimen de enfriamiento lento, independiente de la aplicación del 1-MCP disminuyó significativamente la incidencia de pardeamiento interno en la pulpa sobretodo del tipo difuso, en frutas de ambos estados de madurez. Por otro lado, y aún cuando la aplicación de 1-MCP mantuvo la integridad de membranas significativamente en la fruta de ambos estados de madurez, sólo se observó una disminución en la incidencia de pardeamiento interno en la fruta del estado de madurez 2.

## DESTACAMOS

El día 31 de Agosto se realizó en el CP una jornada de trabajo junto al GTT Frutales & Gestión 2000 - Administradores, como parte del ciclo anual de actividades programadas por el grupo (Foto 3).



Foto 3. Integrantes del GTT Frutales & Gestión 2000 - Administradores, durante la jornada realizada en el CP.

Los exámenes de Grado de Jorge Acosta y Samuel Saldías, fueron rendidos el día 30 de Agosto. Ambos colegas realizaron sus trabajos en el CP, bajo la tutela de Carolina Torres (Foto 4).



Foto 4. Valeria Lepe, Jorge Acosta, Carolina Torres, César Acevedo y Samuel Saldías, al finalizar los Exámenes de Grado.

Próxima Reunión Técnica: Martes 29 de Noviembre

POMACEAS, Boletín Técnico editado por el Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca. De aparición periódica, gratuita.

Representante Legal: Dr. Álvaro Rojas Marín, Rector

Director: Dr. José Antonio Yuri, Director Centro de Pomáceas

Editores: José Antonio Yuri & Valeria Lepe

Avenida Lircay s/n Talca Fono 71-200366- Fax 71-200367 e-mail [pomaceas@utalca.cl](mailto:pomaceas@utalca.cl)

Sitio Web: <http://pomaceas.utalca.cl>