

# CONTENIDO MINERALÓGICO DE FRUTOS Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE LA MANZANA

Valeria Lepe

Ing. Agr. Mg. Sc.

Talca , 26 Enero 2010



CENTRO DE  
POMACEAS  
UNIVERSIDAD DE TALCA

<http://pomaceas.otalca.cl>

# PRINCIPALES ROLES DE LOS NUTRIENTES

(FUENTE: POME FRUIT PLANTMASTER MANUAL, YARA - PHOSYN)

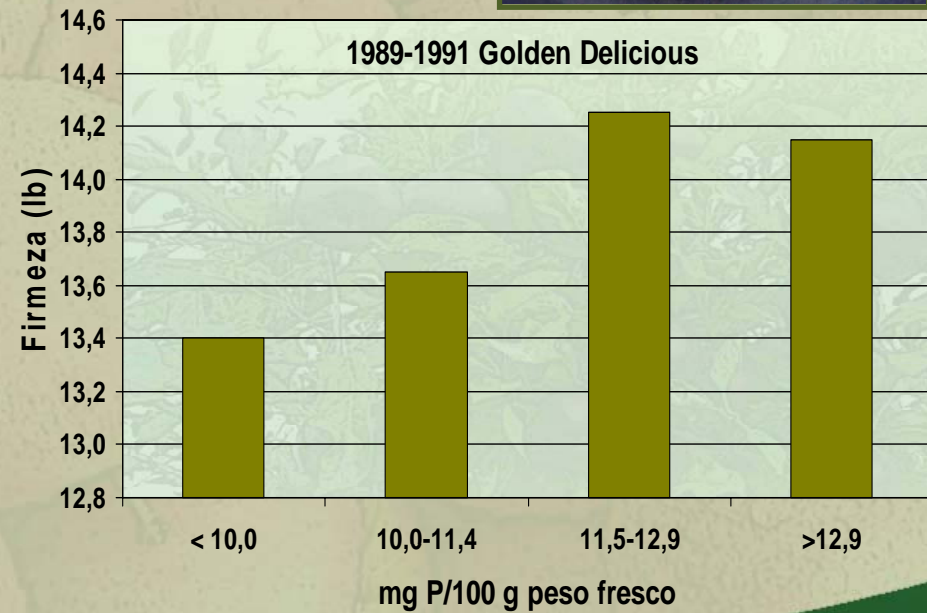
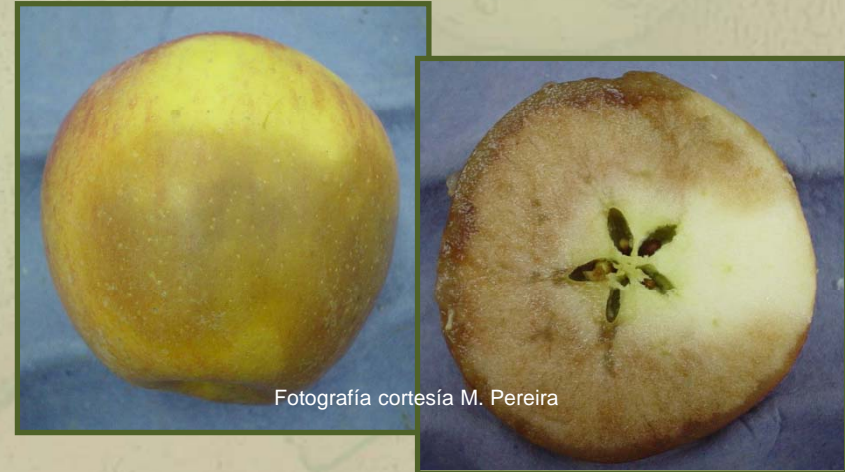
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
YIELD	^	^	^	^	^	^	^	^	^	^	^
FRUIT SIZE	^	^	^	^	^		^				
FRUIT NUMBER	◇	^			^		^				^
FRUIT WEIGHT	^	^	^	^	^		^				
FIRMNESS	v	^		^							
TSS	^		^								
BITTER PIT	^	^	^	v	^		v				v
INTERNAL BREAKDOWN	v	v		v							
FRUIT ROTS	^			v							
ACIDITY/VITAMIN C			◇	^			^				
COLORATION	v	^	^		^					^	^



# FÓSFORO

## DÉFICIT

- Ablandamiento
- Susceptibilidad a colapso interno (breakdown)
  - Baja temperatura
  - Senescencia



## **POTASIO**

- Desarrollo de color rojo
- Incremento contenido sólidos solubles
- Mejor sabor (incremento en acidez)

## **POTASIO & MAGNESIO**

- Mayor susceptibilidad a bitter pit



# CALCIO



## **Adecuado:**

- Mayor firmeza de pulpa.
- Frutos con menor tasa respiratoria y producción etileno.
- Maduración más lenta; retraso en senescencia.
- Mayor potencial de almacenaje.
- Menor riesgo de pudriciones.
- Ca= nutriente más asociado a daños en postcosecha.



# BITTER PIT

- Depresiones pardas y con forma esférica en la región calicinal.
- Puede ser visible externamente o bien sólo al partir la fruta.
- Tejido seco, oscuro y corchoso, cercano a la piel.
- Huerto y/o almacenaje.

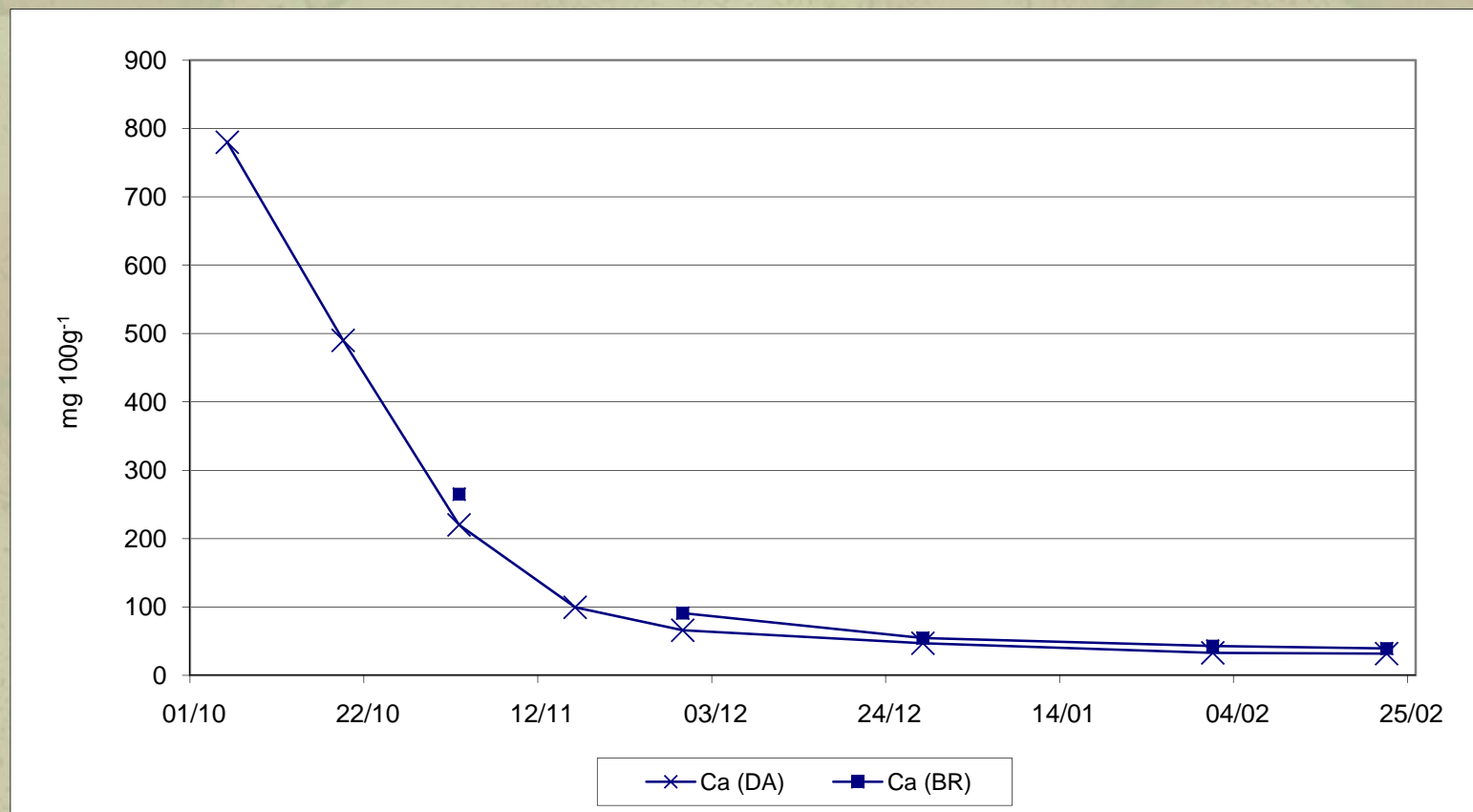


# ANÁLISIS MINERALÓGICO DE FRUTOS EN MANZANOS

- El análisis mineralógico de frutos puede ser una herramienta de gran ayuda en la toma de decisiones de un huerto frutal.
- Éste se puede realizar en, al menos, dos oportunidades durante la temporada:
  - 60 días después de plena flor (ddpf).
  - 15 días antes de la fecha estimada de cosecha.



# CONTENIDO DE CALCIO EN MANZANAS cv. ROYAL GALA (mg/100 g PS) (FUENTE: CENTRO DE POMÁCEAS)





**RESULTADOS ANÁLISIS MINERALÓGICO  
DE FRUTOS PEQUEÑOS (60 ddpf)  
TEMPORADA 2009/2010**



# RECEPCIÓN MUESTRAS ANÁLISIS MINERALÓGICO FRUTO PEQUEÑO (60 ddpf)

VARIEDAD	Nº MUESTRAS	%
Royal Gala	40	21,7
Fuji	28	15,2
Scarlet	24	13,0
Galaxy	23	12,5
G. Smith	13	7,1
Braeburn	10	5,4
Fuji Raku Raku	8	4,3
Red Chief	8	4,3
Otras	30	16,4
<b>TOTAL</b>	<b>184</b>	<b>100</b>



# CONDICIÓN MINERALÓGICA MUESTRAS RECEPCIONADAS POR VARIEDAD (%)

VARIEDAD	Ca > 10 mg/100 g	Ca > 8 mg/100 g	Ca > 6 mg/100 g
Royal Gala	27,5	85,0	97,5
Fuji	14,3	35,7	71,4
Scarlet	20,8	66,7	100,0
Galaxy	65,2	82,6	100,0
Granny Smith	23,1	53,8	92,3
Braeburn	0,0	50,0	90,0
Fuji Raku Raku	0,0	50,0	100,0
Red Chief	12,5	100,0	100,0
<b>TOTAL</b>	<b>23,4</b>	<b>67,9</b>	<b>92,9</b>

	Fruto pequeño	Fruto cosecha
Ca	10,0 – 12,0	5,5

Fuente: Faust, 1986; Schumacher, 1980; Little & Holmes, 2000; Wolk, 1997



# CONDICIÓN MINERALÓGICA MUESTRAS RECEPCIONADAS POR VARIEDAD (%)

VARIEDAD	N/Ca < 15	K/Ca < 15
Royal Gala	95,0	55,0
Fuji	75,0	32,1
Scarlet	91,7	54,2
Galaxy	91,3	56,5
Granny Smith	69,2	53,8
Braeburn	90,0	50,0
Fuji Raku Raku	62,5	37,5
Red Chief	100,0	50,0
<b>TOTAL</b>	<b>85,9</b>	<b>49,5</b>

	Fruto pequeño	Fruto cosecha
N/Ca	< 15	< 10
K/Ca	< 15	< 30
Mg/Ca	-	0,8
N/K	-	0,3 – 0,4

Fuente: Faust, 1986; Schumacher, 1980; Little & Holmes, 2000; Wolk, 1997



# NIVELES REFERENCIALES DE NUTRIENTES EN FRUTOS DE MANZANOS A COSECHA (FRUTO COMPLETO)

(FUENTE: DIVERSAS, CENTRO DE POMÁCEAS)

NUTRIENTES	mg/100 g PF	mg/100 g PS	% o ppm
N	36 – 43	225 – 268	0,23 – 0,27 %
P	6 – 12	37,5 – 75,0	0,038 – 0,075 %
K	90 – 150	565 – 937	0,57 – 0,94 %
Ca	3 – 12	18,9 – 75,0	189 – 750 ppm
Mg	4,0 – 7,5	25,0 – 46,9	250 – 469 ppm

	PF	PS
Fruto Completo	5,5 mg/100 gr	350 ppm
Piel	-	700 ppm
Pulpa	-	200 ppm



# NIVELES REFERENCIALES DE CALCIO EN FRUTOS DE MANZANOS (mg/100 g PF)

(FRUTO COMPLETO - FUENTE: LITTLE, 2006)

CONDICIÓN	ADECUADO BAJO	ADECUADO	ADECUADO ALTO
Fruto Pequeño	17,8	20,7	24,4
	20,6	24,3	26,6
Fruto a Cosecha	5,1	6,7	7,8
	6,4	7,7	8,2



# ANÁLISIS MINERALÓGICO FRUTO PEQUEÑO, cv. ROYAL GALA (mg/100 g PF)

ELEMENTO	2007/2008	2008/2009	2009/2010
N	92,0	140,6	68,0
P	13,8	18,3	13,3
K	112,8	147,0	138,5
Ca	7,6	9,2	8,3
Mg	8,5	10,8	9,1
B	0,72	1,01	0,69
N/Ca	12,1	15,3	8,2
K/Ca	14,8	16,0	16,7
(Mg+K) / Ca	16,0	17,2	17,8

	Fruto pequeño	Fruto cosecha
N/Ca	< 15	< 10
K/Ca	< 15	< 30



# ANÁLISIS MINERALÓGICO FRUTO PEQUEÑO, cv. FUJI (mg/100 g PF)

ELEMENTO	2007/2008	2008/2009	2009/2010
N	89,3	114,3	36,0
P	17,0	18,3	15,9
K	130,3	154,0	127,4
Ca	6,7	8,0	8,6
Mg	7,9	9,3	8,0
B	0,88	0,98	0,96
N/Ca	13,3	14,3	4,2
K/Ca	19,4	19,3	14,8
(Mg+K) / Ca	20,6	20,4	15,7

	Fruto pequeño	Fruto cosecha
N/Ca	< 15	< 10
K/Ca	< 15	< 30





# ANÁLISIS MINERALÓGICO FRUTO PEQUEÑO (mg/100 g PF)

ELEMENTO	ROYAL GALA	FUJI	PINK LADY
N	125,0	119,5	88,0
P	21,3	20,3	19,7
K	164,5	165,8	158,4
Ca	12,9	5,9	8,7
Mg	11,1	7,8	7,8
N/Ca	9,7	20,3	10,1
K/Ca	12,8	28,1	18,2
(Mg+K) / Ca	13,6	29,4	19,1

	Fruto pequeño	Fruto cosecha
N/Ca	< 15	< 10
K/Ca	< 15	< 30



# ANÁLISIS MINERALÓGICO FRUTO PEQUEÑO (mg/100 g PF)

ELEMENTO	GALAXY	SCARLET	TOP RED
N	175,0	157,0	142,0
P	26,5	23,0	24,1
K	185,4	172,5	158,4
Ca	10,5	10,8	9,6
Mg	11,0	10,9	10,4
B	0,85	0,80	0,79
N/Ca	16,7	14,5	14,8
K/Ca	17,7	16,0	16,5
(Mg+K) / Ca	18,7	17,0	17,6

	Fruto pequeño	Fruto cosecha
N/Ca	< 15	< 10
K/Ca	< 15	< 30



# ANÁLISIS MINERALÓGICO FRUTO PEQUEÑO (mg/100 g PF)

ELEMENTO	ROYAL GALA	RED CHIEF	BRAEBURN
N	64,0	113,0	82,0
P	13,3	16,7	13,6
K	128,1	136,8	112,0
Ca	9,6	9,6	5,6
Mg	8,5	10,8	7,6
B	0,72	0,61	0,61
N/Ca	6,7	11,8	14,6
K/Ca	13,3	14,3	20,0
(Mg+K) / Ca	14,2	15,4	21,4

	Fruto pequeño	Fruto cosecha
N/Ca	< 15	< 10
K/Ca	< 15	< 30



## CRECIMIENTO DE BROTES (cm), cv ROYAL GALA.

FECHA	4 frutos/ASTT		6 frutos/ASTT		8 frutos/ASTT	
	2008/2009	2009/2010	2008/2009	2009/2010	2008/2009	2009/2010
01/12	23,5	33,1	21,7	32,0	21,3	31,8
16/12	26,3	34,2	25,9	32,7	24,9	32,5
30/12	30,5	35,0	26,9	33,6	27,3	33,9

## CRECIMIENTO DE BROTES (%), cv ROYAL GALA.

FECHA	4 frutos/ASTT		6 frutos/ASTT		8 frutos/ASTT	
	2008/2009	2009/2010	2008/2009	2009/2010	2008/2009	2009/2010
01/12	-	40,8	-	47,5	-	49,3
16/12	-	30,0	-	26,3	-	30,5
30/12	-	14,8	-	24,9	-	24,2



**RESULTADOS ANÁLISIS MINERALÓGICO  
DE FRUTOS PEQUEÑOS (60 ddpf)  
TEMPORADA 2008/2009**



# RECEPCIÓN MUESTRAS ANÁLISIS MINERALÓGICO FRUTO PEQUEÑO

(TEMPORADA 2008/2009)

VARIEDAD	Nº MUESTRAS	%
Royal Gala	29	26,4
Fuji	38	34,5
Scarlet	1	0,9
Galaxy	8	7,3
G. Smith	4	3,6
Braeburn	11	10,0
Fuji Raku Raku	7	6,4
Red Chief	1	0,9
Otras	11	10,0
<b>TOTAL</b>	<b>110</b>	<b>100</b>



# CONDICIÓN MINERALÓGICA MUESTRAS RECEPCIONADAS POR VARIEDAD (%)

(TEMPORADA 2008 /2009 – TOTAL MUESTRAS 110)

VARIEDAD	Ca > 10 mg/100 g	Ca > 8 mg/100 g	Ca > 6 mg/100 g
Royal Gala	10,3	44,8	86,2
Fuji	7,9	50,0	100,0
Scarlet	0,0	0,0	100,0
Galaxy	0,0	25,0	100,0
Granny Smith	0,0	0,0	50,0
Braeburn	0,0	36,4	100,0
Fuji Raku Raku	0,0	57,1	100,0
Red Chief	0,0	0,0	100,0
<b>TOTAL</b>	<b>5,5</b>	<b>42,7</b>	<b>92,7</b>

	Fruto pequeño	Fruto cosecha
Ca	10,0 – 12,0 mg/100 g PF	5,5 mg/100 g PF

Fuente: Faust, 1986; Schumacher, 1980; Little & Holmes, 2000; Wolk, 1997



# ANÁLISIS MINERALÓGICO FRUTO PEQUEÑO, CONTENIDO DE CALCIO (mg/100 g PF)

HUERTO	VARIEDAD	2008/2009	2009/2010
1	Fuji	8,0	8,6
1	Gala	9,2	8,3
1	Braeburn	7,9	8,6
2	Braeburn	7,3	7,4
2	Fuji	6,6	7,1
2	Galaxy	7,6	8,5
3	Braeburn	6,0	7,9
3	Fuji	5,9	5,3
3	Granny Smith	4,7	8,0
4	Red Chief	7,5	8,5
4	Royal Gala	9,8	11,9
4	Brookfield	9,3	7,2
4	Golden Smoothie	5,2	5,8





# **MÉTODO DE INFILTRACIÓN EN SALES DE MAGNESIO COMO HERRAMIENTA PREDICTIVA DE BITTER PIT**



- ✓ Se ha reportado que:
  - > Ca → < Bitter pit
  - > Mg → > Bitter pit
- ✓ Infiltración en sales de Magnesio (IFMg) se desarrolla en Polonia y EE.UU.
  - ✓ Se perfecciona en Chile desde 1991.
  - ✓ Aplicación comercial desde 1997.
- ✓ Base fisiológica:
  - Al infiltrar, Mg reemplaza a Ca en la pulpa de la fruta.
  - Falta de Ca genera procesos degradativos en frutos que producen manchas 'tipo bitter pit'.
  - Número de manchas 'tipo bitter pit' es inversamente proporcional al nivel de Ca en frutos.



# ETAPAS INVOLUCRADAS EN LA IFMg

1. Muestreo de fruta
2. Infiltración con Mg
3. Desarrollo y evaluación de síntomas
4. Análisis estadístico



# 1. MUESTREO DE FRUTA

- ✓ Fechas: (60), 40 ó 20 días pre-cosecha comercial.
- ✓ En cada uno de 40 árboles tomar un fruto:
  - Calibre más frecuente del huerto.
  - Ubicados a 120-140 cm de altura / 40-80 cm desde la periferia.
  - Ramas del sector sur-poniente de la copa.
- ✓ Árboles deben ser homogéneos en tamaño, expresión vegetativa, condición de suelo y carga frutal.
- ✓ No usar árboles enfermos o con problemas nutricionales.



## 2. INFILTRACIÓN CON $MgCl_2$

- ✓ Dentro de 24 horas, infiltrar los frutos al vacío.
- ✓ Solución de infiltración (1 L agua destilada):
  - MgCl<sub>2</sub> x 6H<sub>2</sub>O p.a. (10,2 g)
  - Sorbitol grado alimentario (86 mL)
  - Solución de Tween 20 al 1% (10 mL)
- ✓ Aplicación de vacío por 2 minutos según variedad:
  - 100 mm Hg para Granny Smith
  - 500 mm Hg para Braeburn y R.K.O.
  - 250 mm Hg para Delicious, Gala, Fuji y clones





Fotografía cortesía Dr. J.A. Yuri



Fotografía cortesía Dr. J.A. Yuri



### 3. DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE SÍNTOMAS

- ✓ Después de infiltrados, los frutos se secan y se mantienen a 16-20 °C día y noche.
- ✓ Luego de 8 a 10 días, empiezan a aparecer manchas 'tipo bitter pit' sobre la superficie de los frutos.
- ✓ La mayor parte de los síntomas aparecen alrededor de 16 días después de infiltración; se evalúan como máximo al cabo de 18-20 días.
- ✓ Se debe evitar confundir síntomas con los causados por deshidratación, enfermedades, russet u otros.





Fotografía cortesía Dr. J.A. Yuri



Fotografía cortesía Dr. J.A. Yuri



Fotografía cortesía Dr. J.A. Yuri





## 4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

- ✓ Correlación entre los frutos con manchas 'tipo bitter pit' luego de infiltración (BP predicho), con el que se obtiene de una contramuestra almacenada por 3 meses en frío convencional (BP real).
- ✓ Generación de modelos con el mejor ajuste para cada combinación patrón/variedad y fecha de muestreo.
- ✓ Cada usuario puede generar modelos propios luego de algunas temporadas de uso intensivo del método y de probar su estabilidad en el tiempo.



# FÓRMULAS GENERADAS PARA FRUTOS COLECTADOS 40 DÍAS ANTES DE LA COSECHA Y SOMETIDOS A INFILTRACIÓN CON $MgCl_2$ .

Variedad	Portainjerto franco	Portainjerto clonal
Braeburn	$y = 6,8 \cdot \ln(x) - 0,14$	$y = 8,2 \cdot \ln(x) - 4,8$
Fuji	$y = 1,1 \cdot x - 2,0$	$y = 1,2 \cdot x - 1,7$
Gala	$y = 0,9 \cdot x - 1,9$	$y = 1,3 \cdot x - 2,9$
Granny Smith	$y = 7,9 \cdot \ln(x) - 1,2$	$y = 7,4 \cdot \ln(x) - 2,8$
Delicious	$y = 7,3 \cdot \ln(x) - 4,1$	$y = 6,2 \cdot \ln(x) - 4,8$

x: Porcentaje de frutos con manchas 'tipo Bitter Pit' 18 días después de infiltración.

y: Porcentaje de frutos con bitter pit real luego de 3 meses en almacenaje en frío convencional.



# **FÓRMULAS GENERADAS PARA FRUTOS COLECTADOS 20 DÍAS ANTES DE LA COSECHA Y SOMETIDOS A INFILTRACIÓN CON MgCl<sub>2</sub>.**

Variedad	Portainjerto franco	Portainjerto clonal
Braeburn	$y = 7,0 \cdot \text{Ln}(x) - 1,3$	$y = 5,8 \cdot \text{Ln}(x) - 3,2$
Fuji	$y = 1,0 \cdot x - 2,2$	$y = 1,1 \cdot x - 1,6$
Gala	$y = 0,9 \cdot x - 1,7$	$y = 1,2 \cdot x - 3,6$
Granny Smith	$y = 4,0 \cdot \text{Ln}(x) + 0,6$	$y = 2,5 \cdot \text{Ln}(x) - 3,2$
Delicious	$y = 3,5 \cdot \text{Ln}(x) - 5,0$	$y = 7,2 \cdot \text{Ln}(x) - 4,9$

x: Porcentaje de frutos con manchas 'tipo Bitter Pit' 18 días después de infiltración.

y: Porcentaje de frutos con bitter pit real luego de 3 meses en almacenaje en frío convencional.



# MONITOREO DE LA CONDICIÓN NUTRICIONAL FOLIAR



CENTRO DE  
POMACEAS  
UNIVERSIDAD DE TALCA

<http://pomaceas.otalca.cl>

# TOMA DE MUESTRA FOLIAR

Especie	Tejido y época de muestreo
Vid	Hoja y pecíolo opuesto al 1º racimo del brote central del cargador (Noviembre)
Manzano/Peral	Hojas desde la zona media del brote anual (15 Enero – 28 Febrero)
Duraznero	Hoja de la posición media del brote del año (15 Enero – 28 Febrero)
Naranja	Hoja de 5 -7 meses de edad del brote de primavera sin fruto (Febrero – Abril)
Kiwi	<u>En Producción</u> : 3º hoja vecina a frutos (primavera) <u>Sin Producción</u> : hojas sector medio de brotes (Noviembre, Enero, Mayo)



# PAUTA DE MUESTREO FOLIAR

(FUENTE: MEGALAB – PHOSYN)

ESPECIE	EPOCA	TEJIDO	CANTIDAD
Duraznero, Nectarino	Enero hasta el 28 de Febrero	Hoja del tercio medio de la ramilla del año.	100
Manzano, Peral, Almendro, Damasco, Ciruelo, Cerezo	Enero hasta el 28 de Febrero	Hoja del dardo nuevo de la periferia y sin fruto	100
Nogal	Enero hasta el 28 de Febrero	Hojuela terminal de la hoja compuesta del tercio medio de un brote	80
Arándanos	Mediado verano (Enero-Febrero)	Hojas recientemente maduras o extendidas del brote anual	100
Frambuesas	Mitad desarrollo (Enero)	Hojas recientemente maduras o extendidas de las cañas laterales del año Segunda hoja completa por encima del primer fruto distal	100
Kiwi	Noviembre, Enero y Febrero	Hoja de 4 – 7 meses de edad del brote de primavera sin fruto	30
Naranja, Limonero	Marzo y Abril	Hoja de 6 – 7 meses de edad del brote de primavera sin fruto	100
Paltos	Marzo y Abril	Pecíolos + Láminas	80
Vid	Plena Floración (80%)	Opuestos al primer racimo en brotes centrales del cargador	100 30
Vid	En pinta a Cosecha	Hojas enteras (pecíolo + lámina) opuestos al primer racimo en brotes centrales del cargador	80



# MÉTODO DE MUESTREO

(FUENTE: MEGALAB – PHOSYN)

- Realizar la toma de muestras dentro de un área o sector homogéneo respecto a variedad, edad, tipo de suelo, manejo, etc., (unidad de muestreo).
- La unidad de muestreo se recorrerá en “diagonal”, “X” o “zig-zag”, tomando muestras de aquellos árboles que representan una apariencia y desarrollo predominante del huerto. Se recomienda marcar los árboles seleccionados para poder repetir los análisis en los mismos árboles las siguientes temporadas.
- En cada unidad se deben tomar como mínimo 30 árboles, sacando 1-2 hojas por cada árbol, de la periferia, a la altura media del árbol, alternando las exposiciones norte-sur y este-oeste.
- Muestras mantenidas en frío (5°C), por un período máximo de 3 días.

