

**UNIVERSIDAD DE TALCA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**DESARROLLO DE AROMAS EN  
MANZANAS Y PERAS**



**MARÍA ELENA MONTES**

ALEJANDRA MOYA

CLAUDIA MOGGIA

JOSÉ ANTONIO YURI

# INTRODUCCIÓN

- Tradicionalmente, la calidad de los vegetales se ha basado en características externas:
  - Tamaño
  - Color
  - Ausencia de defectos
- Recientemente se incluye aroma y sabor
- La calidad del sabor de la fruta no climactérica disminuye después de cosecha, mientras que la de fruta climactérica tiende a mejorarse





# FACTORES QUE AFECTAN LA COMPOSICIÓN VOLÁTIL

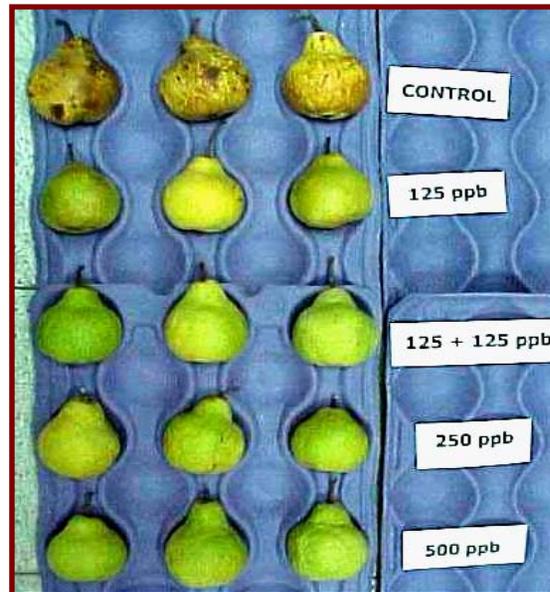
- Factores genéticos entre especies y cultivares
- Factores precosecha:
  - Luz solar
  - Disponibilidad de agua
  - Fertilización (exceso de N y K)
  - Aplicaciones químicas, ej. Retain (AVG), Smartfresh (1-MCP)



- Madurez a cosecha :
  - Recolectar la fruta en el momento correcto permite un adecuado desarrollo de compuestos volátiles (ensayos realizados en manzanas cv. Royal Gala, tomate, mango)
  - Existen excepciones, como en el caso de peras, que requieren un período de exposición a baja temperatura después de la cosecha, para lograr su maduración
  - Determinar con claridad el objetivo

- 
- Manejo durante postcosecha :
    - Las técnicas y tratamientos de almacenaje que involucran frío, calor, irradiación, aplicaciones químicas, y diferentes atmósferas de almacenaje, suelen afectar o beneficiar la producción de compuestos volátiles
    - Durante largas exposiciones de AC y AM se afecta la composición volátil. FC puede ser beneficioso para el desarrollo de ciertos compuestos

- Retardantes de la madurez tales como Smartfresh y Retain permiten prolongar la vida en postcosecha, pero detrimentalan la composición de volátiles.



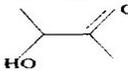
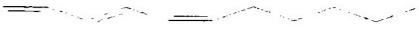


# **BIOGÉNESIS DE LA PRODUCCIÓN DE VOLÁTILES**

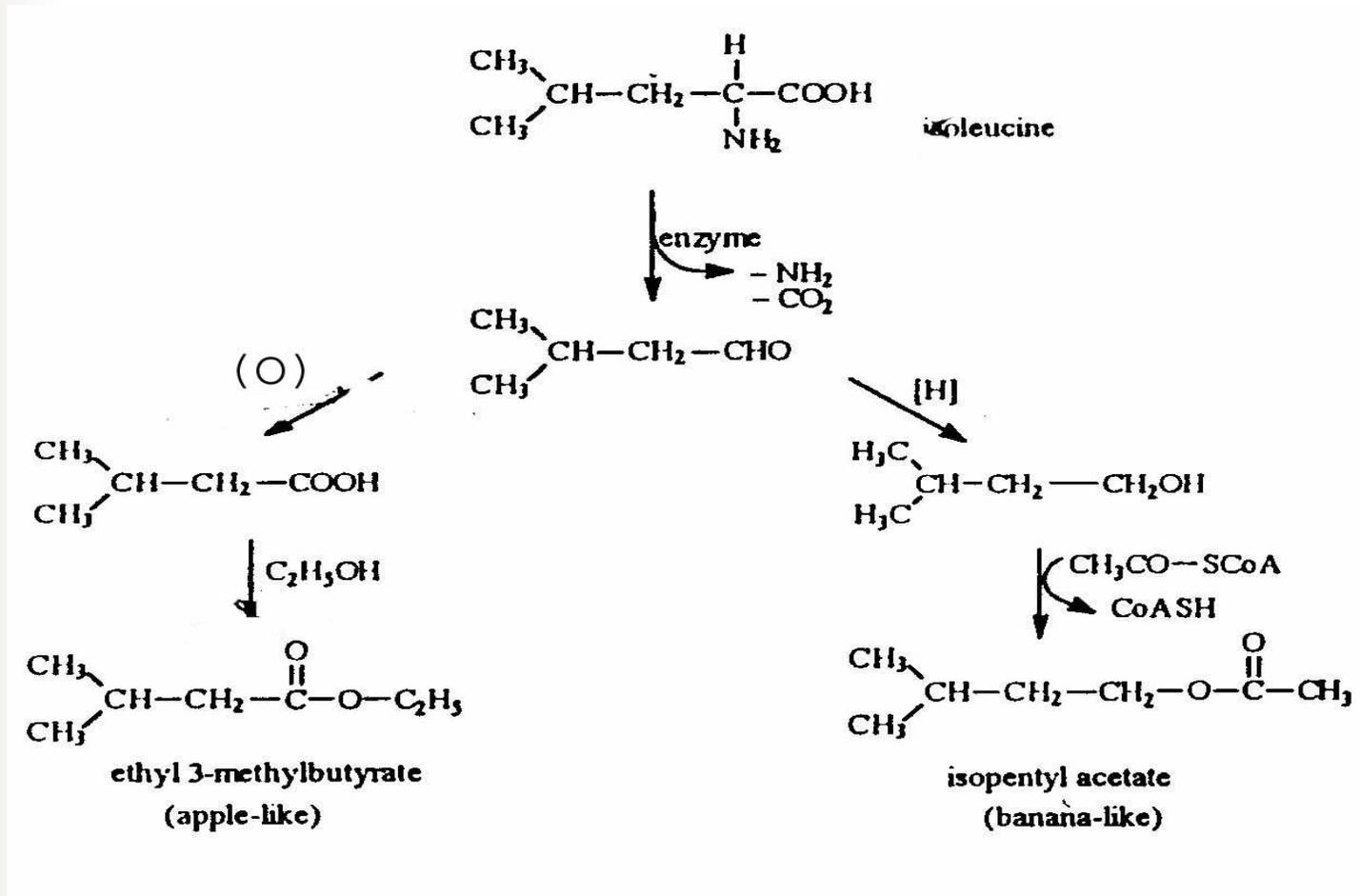
- Se forman naturalmente por enzimas presentes en el tejido intacto
- No se conoce con precisión su biosíntesis

- 
- Los sustratos utilizados provienen de 3 rutas metabólicas:
    - $\beta$  oxidación (proporciona productos de degradación de ácidos grasos como el ácido oleico, linoleico y linolénico)
    - Ruta del ácido shikímico (alcoholes aromáticos y compuestos fenólicos volátiles)
    - Ruta de los isoprenoides (que contribuye a la síntesis de terpenos)

# ESTRUCTURAS QUÍMICAS

Compound	Chemical structure
Hexanal	
3-Hydroxy-2-butanone	
3-methylbutyl acetate	
1-methylpropyl acetate	
hexyl acetate	
butyl butanoate	
ethyl hexanoate	
ethyl octanoate	
ethyl-, ethyl-, propyl-, butyl-, pentyl-, hexyl-, (E,Z)-2,4-decadienoate	 <p>R = -CH<sub>3</sub>... -C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>... -C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>... -C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>... -C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>... -C<sub>6</sub>H<sub>13</sub>...</p>
(E,Z)-3,5-Undecatriene	
Farnesene	

# ESTRUCTURAS QUÍMICAS





# MÉTODOS DE EXTRACCIÓN Y DETECCIÓN DE COMPUESTOS VOLÁTILES

## EXTRACCIÓN

- Estudios anteriores se basaban en la destilación y/o extracción con solventes.
- Desventajas de los métodos tradicionales:
  - Modificación cualitativa y cuantitativa del sabor
  - Riesgo de enmascaramiento de volátiles
  - Grandes cantidades de muestra y solventes orgánicos
  - Contaminación ambiental

- SPME  
(microextracción de fase sólida):  
fibra de siloxano  
cubierta con una  
fase polimérica  
estacionaria  
insertada sobre  
el espacio que  
ocupa la muestra



Narices electrónicas:  
provistas de una  
serie de sensores  
químicos, los cuales  
detectan diferencias  
en las propiedades  
electroquímicas de  
los volátiles,  
permitiendo  
discriminar entre una  
muestra y otra



# FIBRA SPME



# DETECCIÓN

- Los volátiles son identificados y cuantificados mediante cromatografía gaseosa-espectrometría de masa (GC-MS)





## **ALGUNOS COMPUESTOS DETECTADOS EN POMÁCEAS**

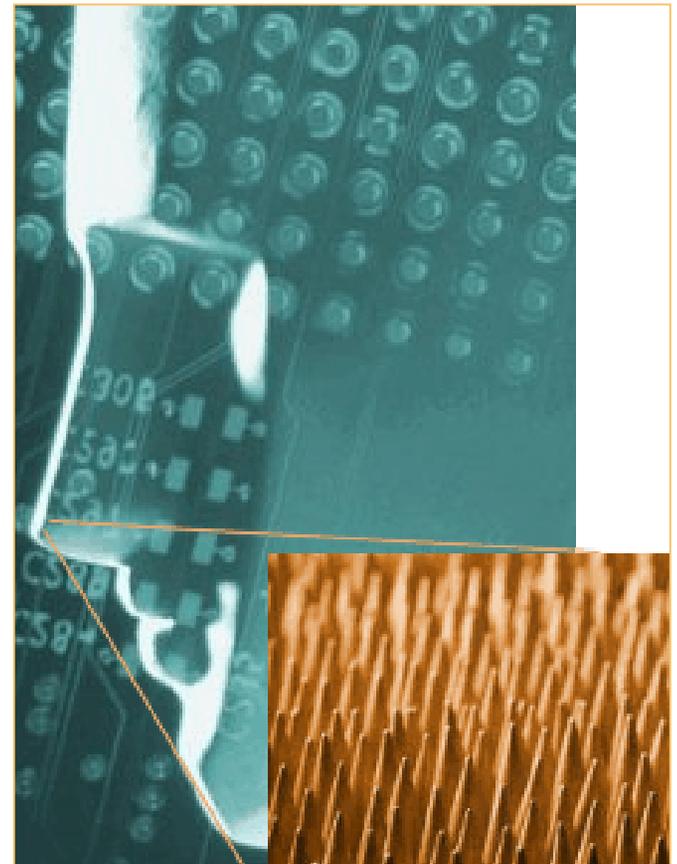
- Bajo diversas metodologías se han identificado alrededor de 300 compuestos volátiles en distintos cultivares de manzana, entre los cuales están: ésteres acetatos (butilo, hexilo, etilo, etc.), butanoatos, propanoatos y alcoholes
- En pera también se han identificado más de 40 compuestos, entre los que es posible encontrar grupos de ésteres, alcoholes, hidrocarbonos, aldehídos y cetonas



# ESPECTRO EN CROMATOGRAFÍA GASEOSA

# DINÁMICA DE LA PERCEPCIÓN HUMANA DEL SABOR

- El sabor es la detección de compuestos no volátiles (ppc) a través de receptores en la lengua, detectando azúcares o alcoholes, sodio, glucósidos y alcaloides, etc.; dando percepción de dulce, amargo, salado, ácido.
- Los compuestos volátiles pueden ser detectados en ppb y son percibidos por los nervios olfatorios al final de la nariz.
- El cerebro procesa la información y hace una integración, proporcionando la experiencia del sabor.





- Los volátiles aromáticos livianos (bajo peso molecular, polares, compuestos hidrofílicos) son percibidos en un primer momento y, generalmente, tienen mayor impacto en la percepción humana
- Algunos compuestos percibidos son la combinación de varios químicos, mientras que otras combinaciones pueden producir enmascaramiento
- Algunos compuestos volátiles son gatillados por la destrucción celular que se produce al reaccionar ciertas enzimas con su sustrato



## ENSAYO EN CENTRO DE POMÁCEAS

- Se evaluó el efecto del almacenaje en frío convencional sobre la evolución de la madurez y el desarrollo de aromas en manzanas cv. *Royal Gala* y peras cv. *Packham's Triumph*
- Verificación posterior en panel sensorial al final de 120 días de almacenaje
- En ambas especies se realizó comparación con fruta de las mismas características pero proveniente de AC + 1-MCP
- Se encontraron los numerosos compuestos volátiles

## Volátiles identificados en peras cv. *P. Triumph*

$t_R$	Nombre de Compuesto	Aroma Característico
2,91	Butanoato de etilo	Muy frutal, floral, dulce, éster
3,12	Acetato de butilo	Muy frutal, chicle, dulce, floral, perfume, geranio
4,05	1- hexanol	Oxidado, rosa fresca, pasto, jabón
4,74	Propanoato de butilo	
5,02	Hexanoato de metilo	Alcachofa cocida
6,00	$\beta$ pineno	
6,35	Butanoato de butilo	Pera, éster
6,40	Acetato de 5-hexenilo	Dulce
6,64	Acetato de hexilo	Pera, floral, frutal, dulce, olor a clavo
8,26	Propanoato de hexilo	
9,69	Butanoato de hexilo	
9,79	Octanoato de etilo	Floral, dulce, frutal, manzana cocida
9,84	1-metoxi-4-(2-propenil)	
10,01	Acetato de octilo	Químico, olor a solvente, perfume rancio

## Volátiles identificados en manzanas cv. *R. Gala*

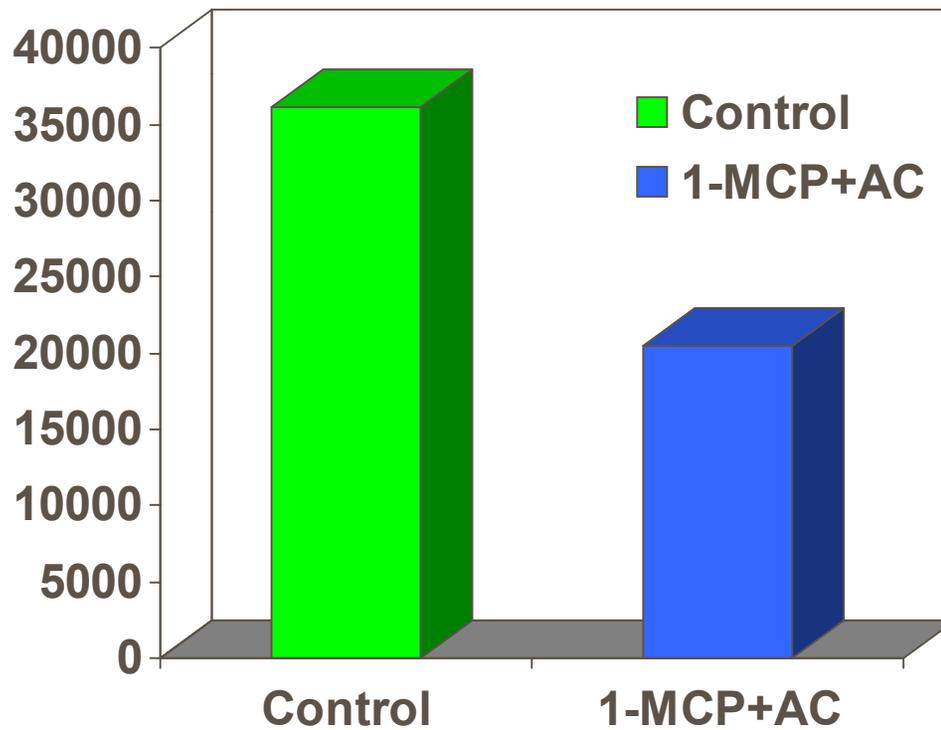
$t_R$	Nombre de Compuesto	Aroma Característico
2,54	Acetato de 2-metil propilo	Frutal, acetona
3,13	Acetato de butilo	Brillo de uñas
4,03	1-hexanol	Nueces, olor a humedad
4,74	Propanoato de butilo	Frutal, manzana
5,07	Hexanoato de metilo	
5,56	2-metil propanoato de 2-metil propilo	Muy dulce, fresa
6,33	Butanoato de butilo	
6,48	Acetato de 5-hexenilo	Dulce
6,65	Acetato de hexilo	Gala, maduro, pera, manzana
8,28	Heptil – hexil éter	
9,70	Butanoato de hexilo	Manzana verde
9,84	1-metoxi-4-(2-propenil)	
10,03	Acetato de octilo	Químico, solvente, perfume rancio
10,43	2-metil butanoato de hexilo	Manzana, uva de mesa



## CONCLUSIONES DEL ENSAYO

- Entre el segundo y tercer mes de almacenaje en FC, en ambas especies, se consigue junto al alza en la producción de etileno, el mayor incremento en la producción de volátiles característicos en sabor y aroma; algunos de los cuales disminuyen al final de 120 días
- Al final de 120 días de almacenaje, fue perceptible por los panelistas el detrimento de la calidad de la fruta de FC, por lo que prefirieron la fruta alternativa; no obstante, percibieron el perfil aromático superior de la fruta almacenada en FC

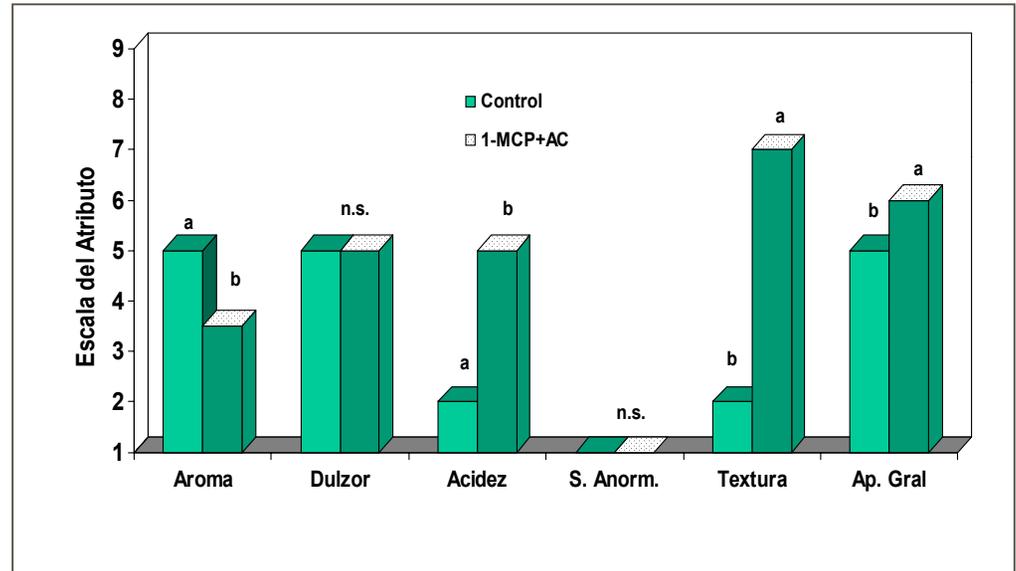
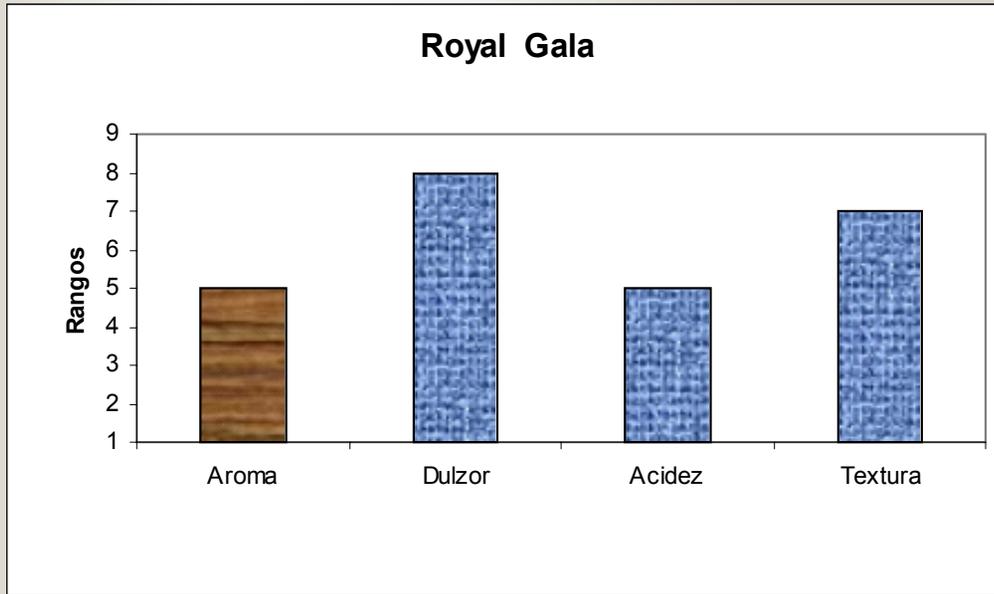
## VOLÁTILES ENCONTRADOS EN *R. GALA*





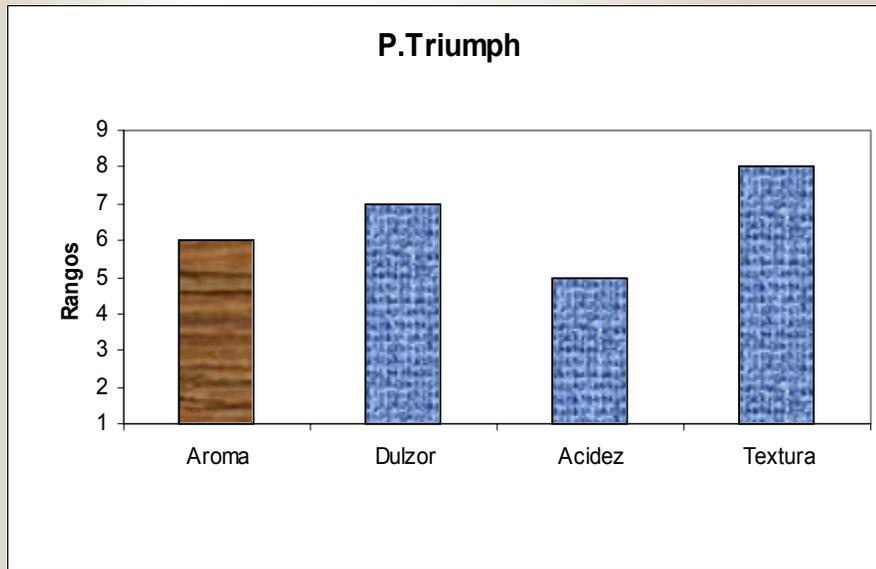
- Paralelamente se realizó una encuesta entre personas con experiencia en determinación de calidad en pomáceas. Con esto se pudo comparar los gustos y preferencias de una fruta “real”, según los panelistas vs. una fruta comercial (para exportación), según los expertos

# Encuesta a productores

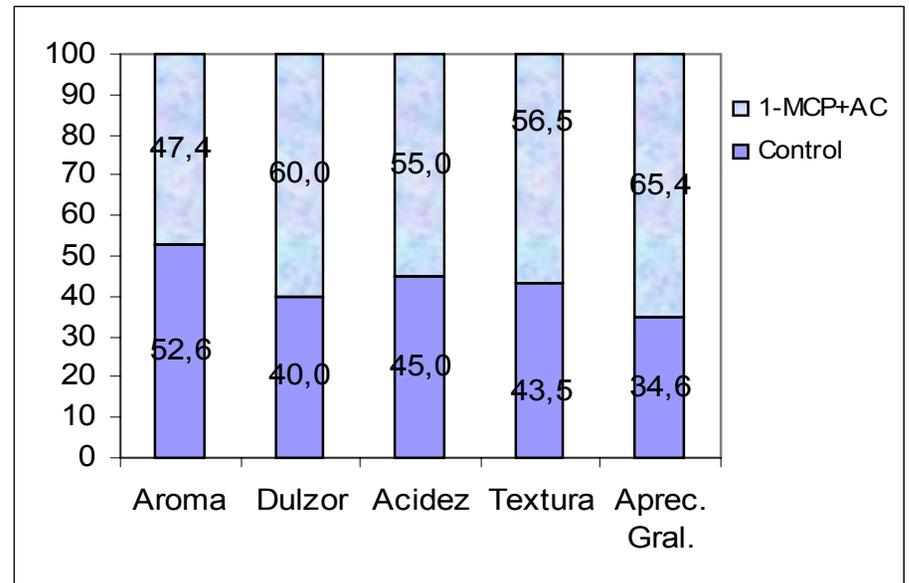


## Panel Sensorial

# Encuesta a productores



## Panel Sensorial



## ALGUNOS COMPUESTOS DE SABOR IMPORTANTES O ABUNDANTES EN CIERTOS FRUTOS Y VEGETALES



CLIMACTÉRICAS			
FRUTO	Principales azúcares	Principales ácidos	Algunos compuestos aromáticos importantes
Manzana	sacarosa	málico	hexanoato de butilo, hexilo, isoamilo
	glucosa	cítrico	butanoato de etilo, propilo, hexilo
	fructosa		acetato de butilo, acetato de 2-etil-1-butilo butanol
Pera	fructosa	cítrico	acetato de butilo, etilo, propilo, hexilo, amilo
	glucosa		propanal, butanal, hexanal
	sacarosa		alcoholes alifáticos, aromáticos
Durazno	sacarosa	málico	benzaldehído
	glucosa	cítrico	bencil alcohol
	fructosa		hexanoato de etilo
	sorbitol		butanoato de 3-metilo
Banana	sacarosa	málico	2-feniletanol
	glucosa	cítrico	ácido 3-oxy-pentanoico
	fructosa	oxálico	ácido 3-metilbutanoico
			acetato de 3-metilbutilo butanoato butanoato de 3 metilo
Papaya	fructosa		hexanoato de metilo, etilo
	glucosa		butanoato de etilo, isobutilo
	sacarosa		acetato de butilo
Tomate	glucosa	cítrico	hexanal
	fructosa	málico	3-metilbutanal
			3-metilbutanol fenilacetaldéhído silicato de metilo

## ALGUNOS COMPUESTOS DE SABOR IMPORTANTES O ABUNDANTES EN CIERTOS FRUTOS Y VEGETALES

NO CLIMACTÉRICAS			
Fresa	sacarosa	cítrico	hexanal
	glucosa		hexanoato de etilo
	fructosa		butanoato de metilo, etilo
			propanoato de etil-2-metilo
Uva	glucosa	tartárico	linalol
	fructosa	málico	geraniol
			metoxyisobutilpirazina





ENSAYO REALIZADO COMO PARTE DEL  
PROYECTO FONDECYT 1030764

INSTITUTO DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOLOGÍA  
VEGETAL DE LA UNIVERSIDAD DE TALCA  
EN CONJUNTO CON EL CENTRO DE  
POMACEAS

PROFESIONALES A CARGO:

Dra. ALEJANDRA MOYA

M.S. CLAUDIA MOGGIA

Dr. JOSÉ A. YURI

Ing. MARÍA ELENA MONTES