



Estudio de los
cambios en
lipólisis, oxidación y
perfil aromático
durante la
maduración de la
Torta del Casar

PERIODO DE DOCENCIA

PROGRAMA: GESTIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

DEPARTAMENTO: FÍSICA

BIENIO: 2005/2007

- CURSOS DE TIPO FUNDAMENTAL (17 Créditos)

>“ENERGIAS RENOVABLES Y MEDIO AMBIENTE”

>“GESTION DE SISTEMAS NATURALES”

>“SISTEMAS AUTOMATICOS EN ESTUDIOS AMBIENTALES”

>“ECOLOGIA QUIMICA: PERSPECTIVAS EVOLUTIVAS”

>“VALORACION AMBIENTAL DESDE UNA PERSPECTIVA ECONOMICA. MODELOS DE VALORACION”

- CURSOS DE TIPO METODOLÓGICO (3 Créditos)

>“ECOSISTEMAS DULCEACUICOLAS EN EXTREMADURA”

PERIODO DE INVESTIGACIÓN

PROGRAMA: VETERINARIA

DEPARTAMENTO: PRODUCCIÓN ANIMAL Y CIENCIA DE LOS ALIMENTOS

BIENIO: 2007/2009

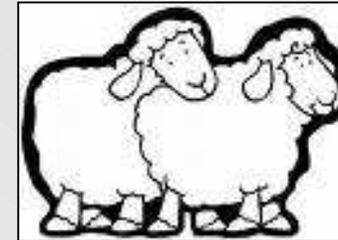
>“ENVASADO DE CARNE Y PRODUCTOS DEL CERDO IBÉRICO Y SUS EFECTOS SOBRE LA CALIDAD” (12 Créditos)

¿Qué es la Torta del Casar?



- DOP → R.D.O. (DOE 119/2001)

- Leche cruda oveja

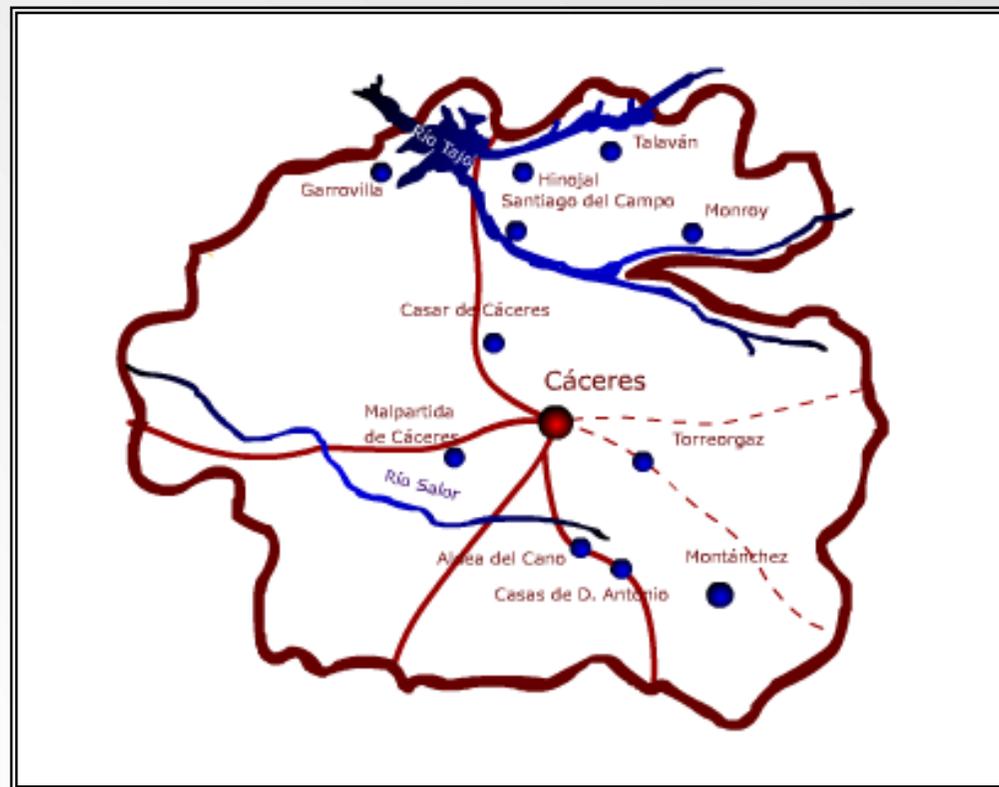


- Cuajo vegetal

(*Cynara cardunculus*)



¿Dónde se produce?



Zona geográfica que engloba a los productores del queso Torta del Casar

¿Cómo se elabora?



1. Leche cruda
2. Adición de cuajo (28-32°C)
3. Corte de la cuajada

4. Desuerado
5. Moldeado



6. Prensado (3-8 horas)
7. Salado

8. Maduración (60 días): 4-12 °C y 75-90% humedad

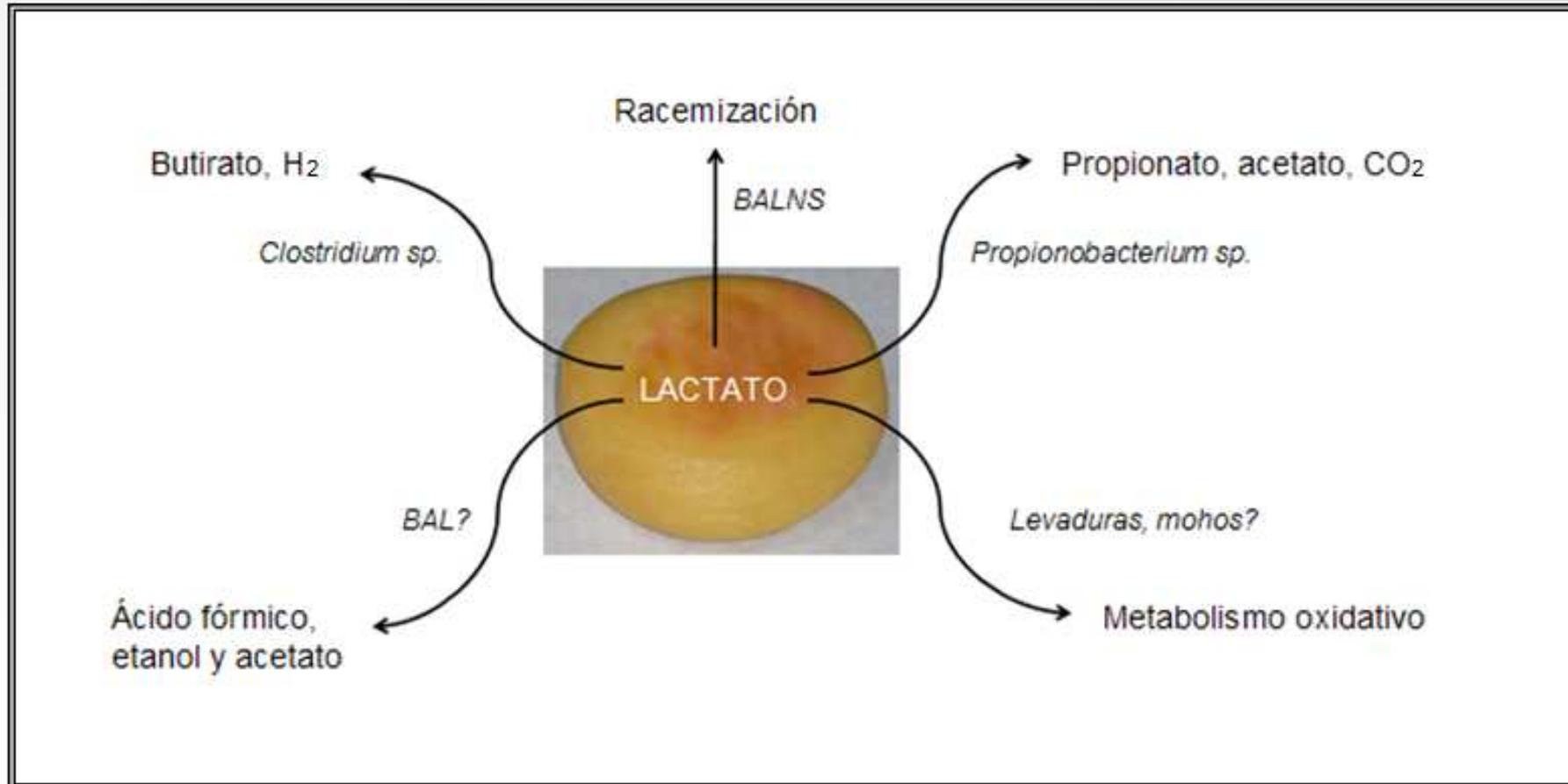


Principales reacciones implicadas en el aroma y sabor del queso:

1. Metabolismo de lactosa, lactato y citrato
2. Lipólisis de la grasa
3. Metabolismo de ácidos grasos
4. Proteólisis

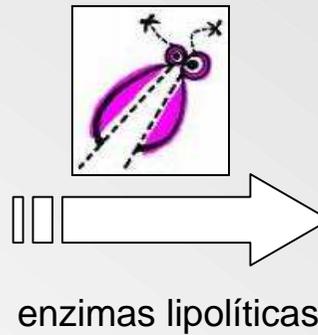
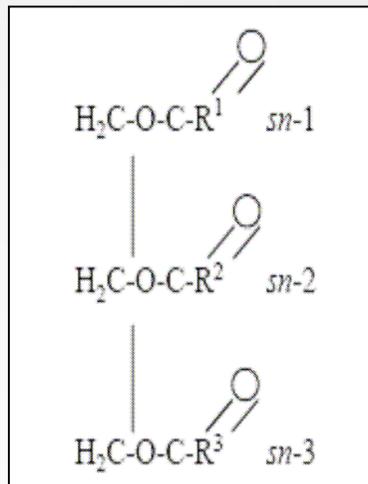


1. METABOLISMO DEL LACTATO



Vías generales del metabolismo de lactato en queso. BALNS: bacterias ácido lácticas no iniciadoras. BAL: bacterias ácido lácticas (Adaptado de McSweeney y Sousa, 2000)

2. LIPOLISIS



Ácidos grasos y glicerol

Ácidos grasos y mono- o diglicéridos

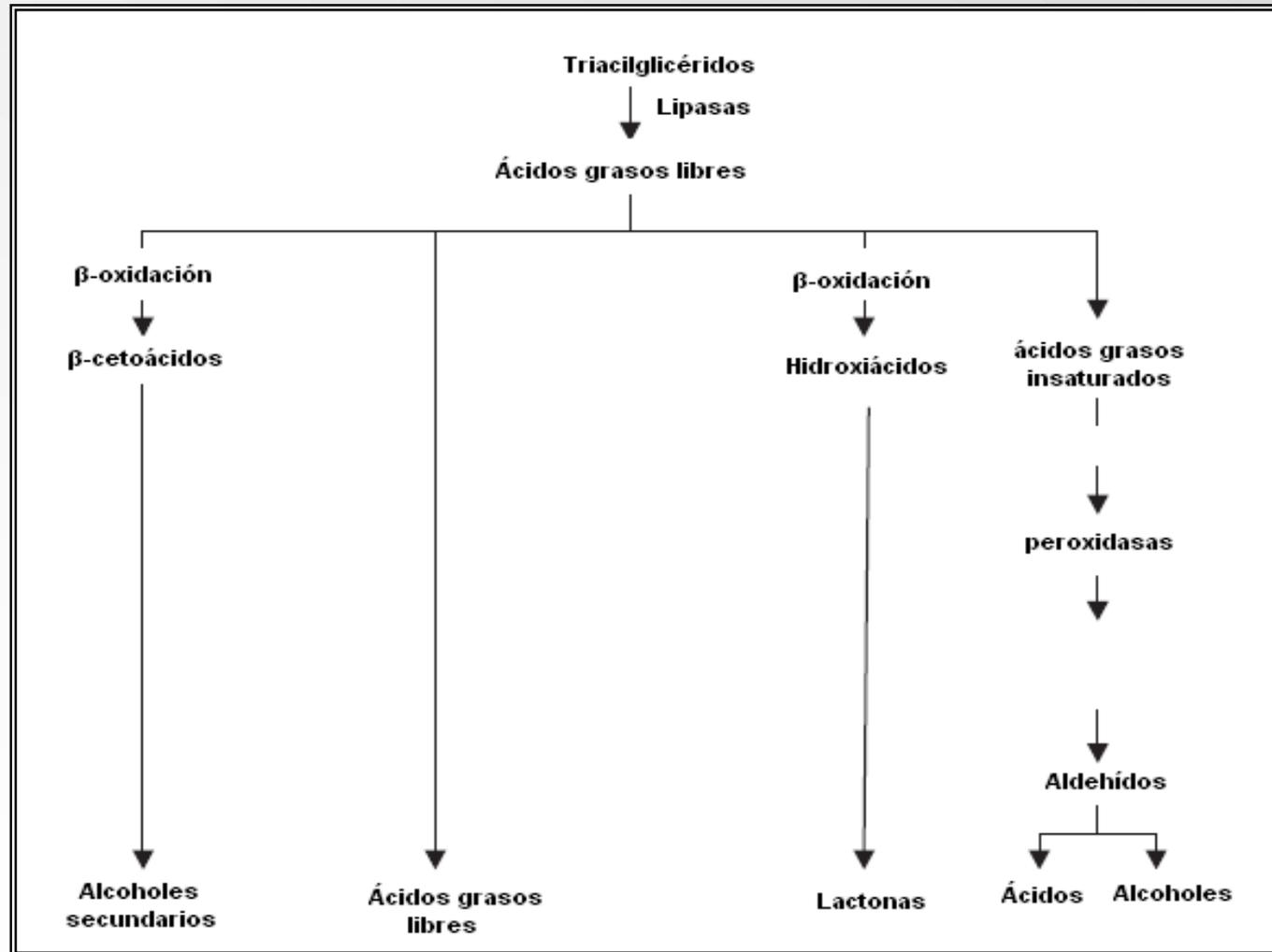
Agentes lipolíticos: leche (LPL), cuajo, bacterias y lipasas exógenas

2. LIPOLISIS

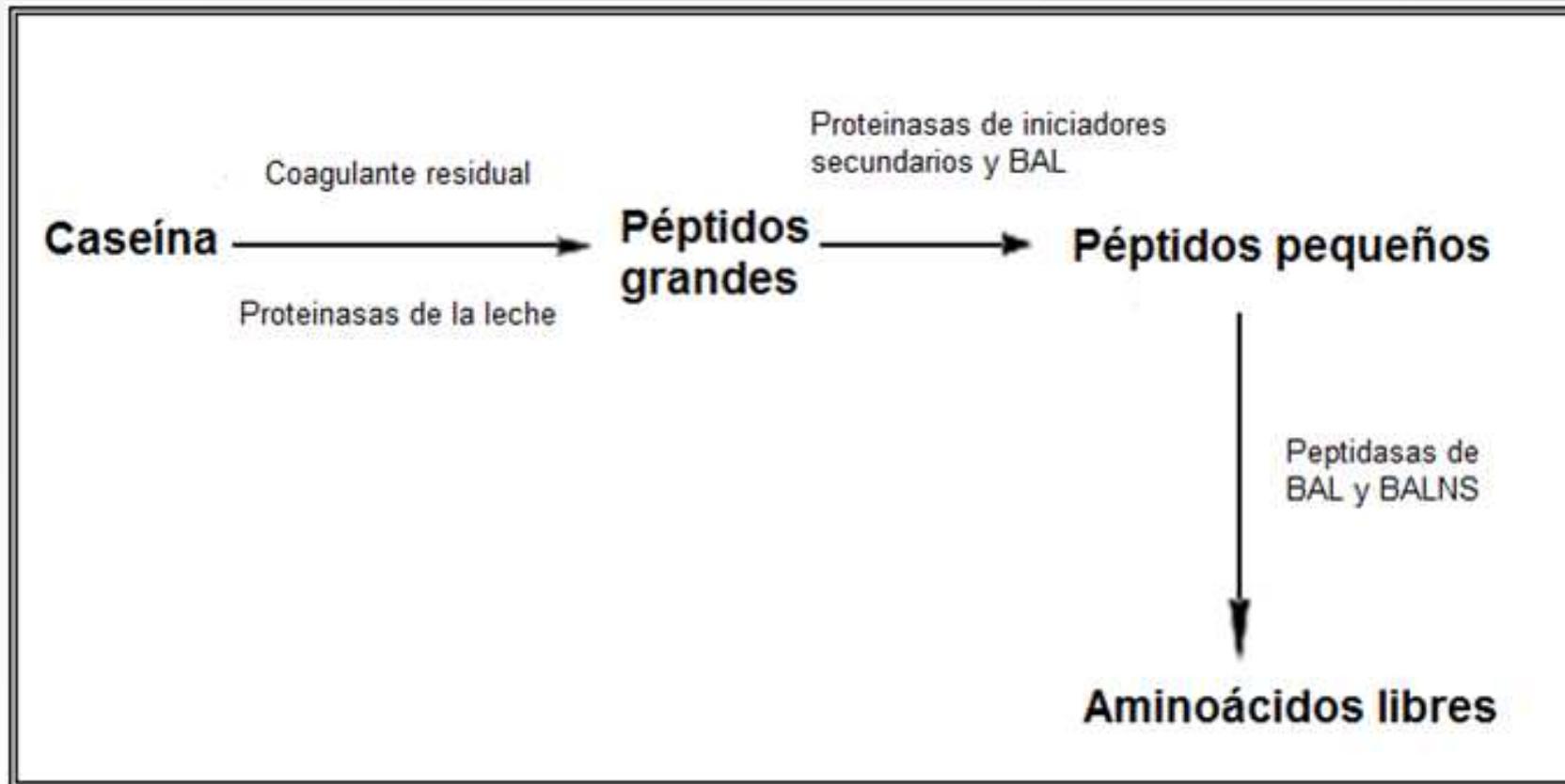
Ácidos grasos de cadena lineal identificados como compuestos odor-activos en diferentes tipos de quesos (Adaptado de Curioni y Bosset, 2002)

<i>Ácido graso</i>	<i>Descriptor/es de olor</i>	<i>Tipo de queso</i>
Ácido etanoico	Vinagre, acético	Camembert, Cheddar, Emmental, Gruyère, Roncal
Ácido propanoico	Gas, acre	Cheddar, Emmental, Gruyère
Ácido butanoico	Rancio, queso maduro	Camembert, Cheddar, Emmental, Gruyère, Roncal
Ácido pentanoico	Madera, nueces	Camembert, Cheddar, Grana Padano
Ácido hexanoico	Cabra, queso sudado	Camembert, Cheddar, Gruyère, Roncal
Ácido heptanoico	Rancio	Grana Padano
Ácido octanoico	Rancio, sudor	Camembert, Cheddar, Grana Padano, Roncal
Ácido nonanoico	Cabra	Bouton de Culotte
Ácido decanoico	Podrido, añejo	Camembert, Cheddar, Grana Padano, Roncal
Ácido dodecanoico	Jabón, leche caliente	Camembert, Cheddar, Roncal
Ácido tetradecanoico	Sudor	Roncal

3. OXIDACIÓN DE LOS ÁCIDOS GRASOS LIBRES



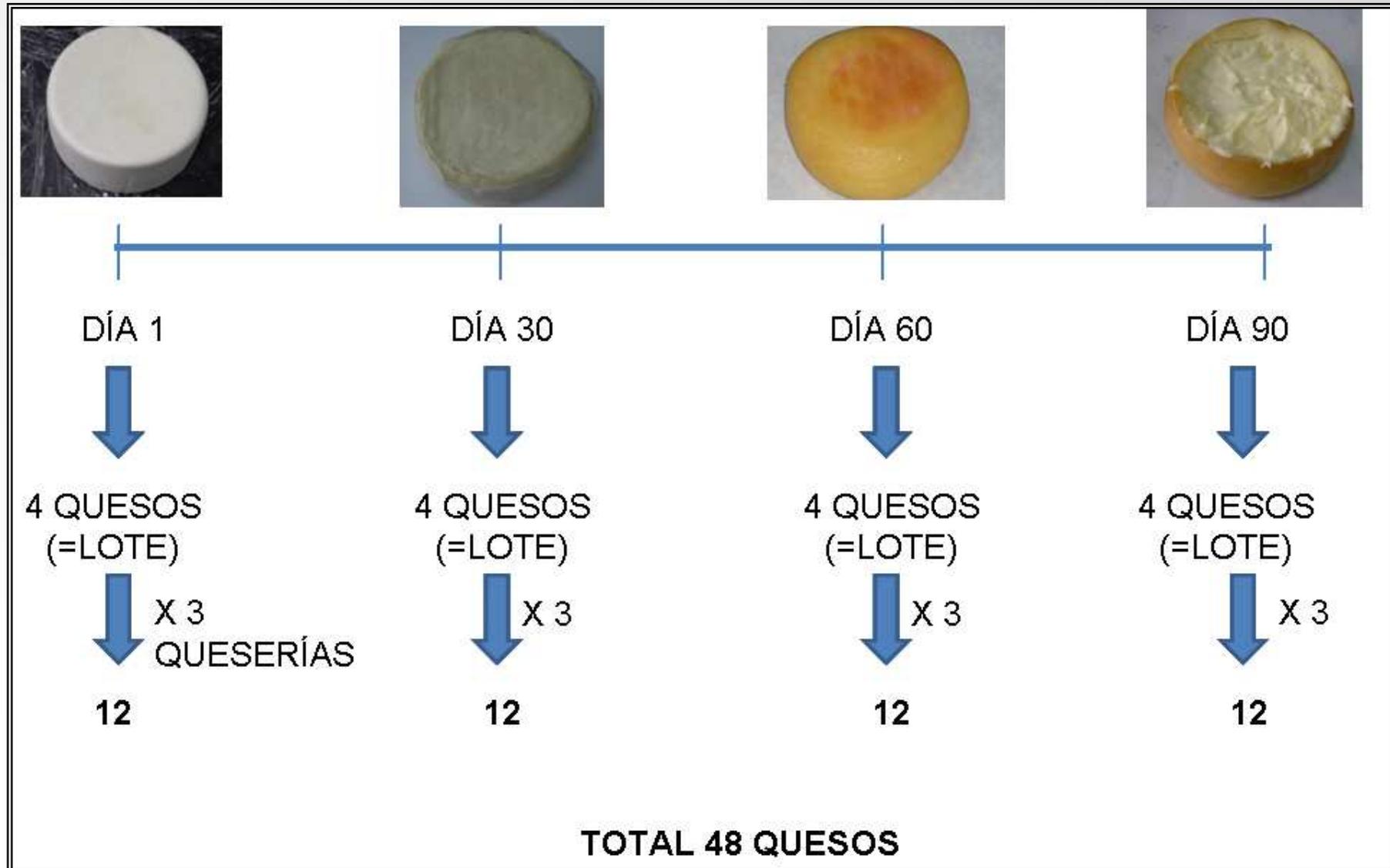
4. PROTEOLISIS



Caracterización de los cambios en ácidos grasos libres y parámetros oxidativos a través de la maduración de la Torta del Casar.

Caracterización del perfil volátil del queso Torta del Casar a lo largo del proceso de maduración.

1. Diseño experimental



2. Análisis de ácidos grasos libres mediante GC-FID

1. Extracción de AGL

(De Jong y Badings, 1990)

2. Cromatografía de gases

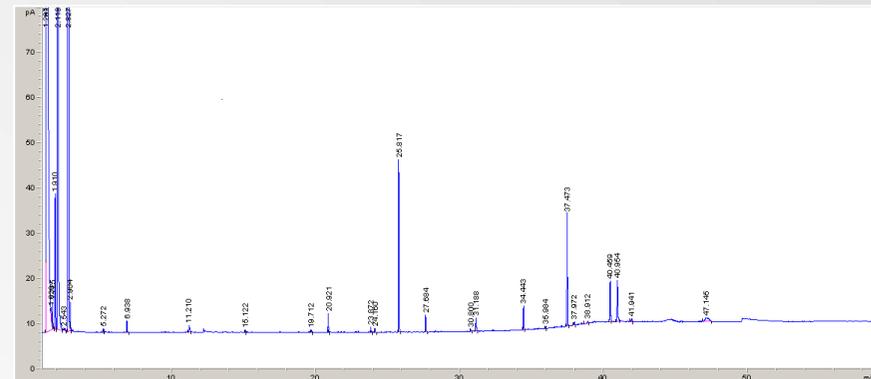
Columna FFAP (30m x 0.25mm DI x 0.25 μ m)

Condiciones análisis cromatográfico:

1. 50°C 1 min
2. 240°C (rango 5°C/min) 20 min

Tiempo total: 59 min

3. Cuantificación (patrón interno)

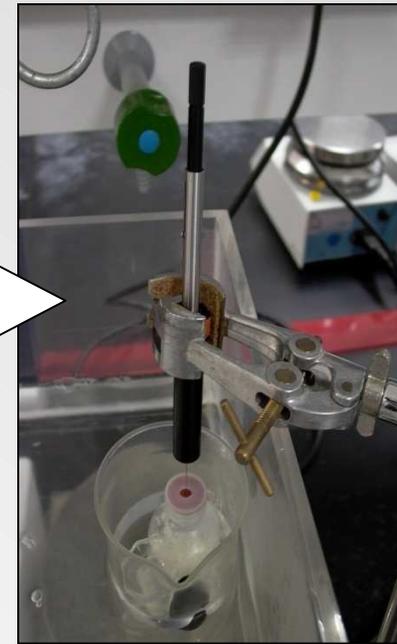
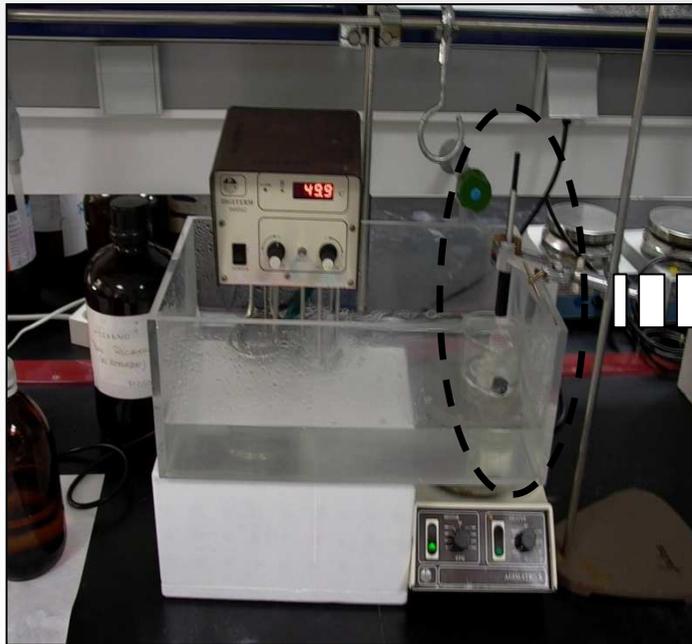


3. Medidas de oxidación de lípidos y proteínas

- La **oxidación de lípidos** se realizó por duplicado mediante el método del ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) de Salih, Smith, Price y Dawson (1987). Los valores se expresaron como mg de malondialdehído Kg⁻¹ de queso.
- La **oxidación de proteínas** se midió mediante la estimación de grupos carbonilo formados durante la incubación con 2,4-dinitrofenilhidrazina (DNPH) en 2N HCl siguiendo el método descrito por Oliver, Ahn, Moerman, Goldstein y Stadtman (1987). La oxidación de proteínas se expresó como nmoles de carbonilos/mg de proteína.

4. Aislamiento de compuestos volátiles mediante SPME

SPME



Lee y col. (2003): 10 g muestra 30 min a 50°C en agitación
inyección de la fibra (DVB/CAR/PDMS) 30 min

5. Análisis de compuestos volátiles mediante GC-MS

GC-MS



1. Condiciones cromatográficas:

40°C 10 min

240°C (rango 5°C/min) 11 min

Total: 61 min

Columna Innowax
(60m x 0.25mm DI x 0.50µm)

2. Detección:

Impacto electrónico 70 eV

0.7 scan seg⁻¹

Rango de masas 40-650 m/z

3. Identificación:

Compuestos comerciales

IR literatura

Librerías

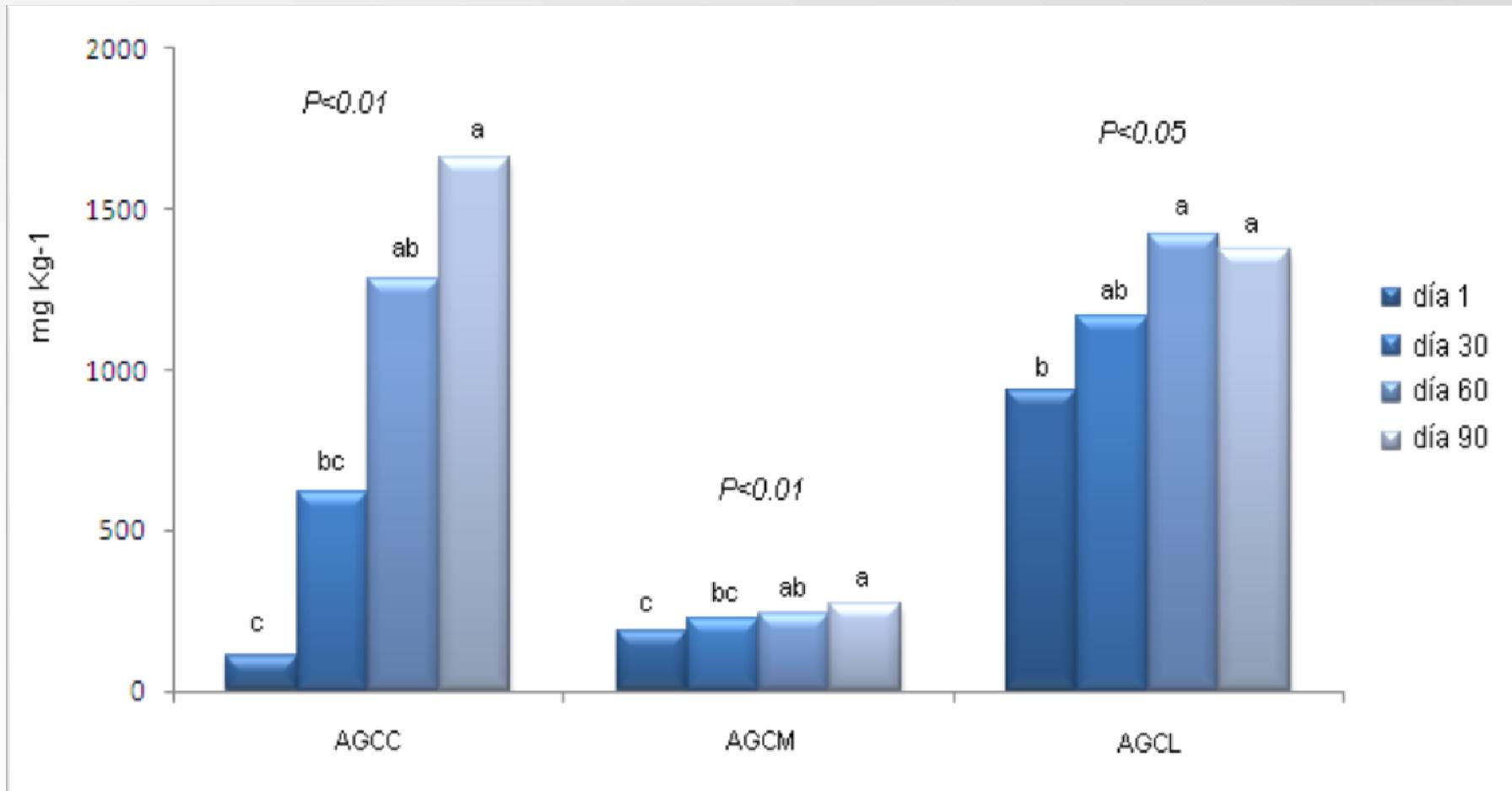
6. Análisis estadístico

- Análisis de la Varianza (ANOVA)
- Comparación de medias (Test Tukey)
- Análisis de Componentes Principales (ACP)

Capítulo I. Ácidos grasos libres y
cambios oxidativos durante la
maduración de la Torta del Casar

1.1. Análisis de ácidos grasos libres mediante GC/FID

Figura 1. Cambios en los ácidos grasos libres (mg Kg^{-1}) durante la maduración del queso Torta del Casar



AGCC (ácidos grasos de cadena corta: C4:0–C8:0). AGCM (ácidos grasos de cadena media: C10:0–C14:0), AGCL (ácidos grasos de cadena larga: C16:0, C18:0, C18:1 y C18:2).
a, b, c: las diferentes letras indican diferencias estadísticas significativas (Test de Tukey. $P < 0.05$)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1. Evolución de la composición en ácidos grasos libres (mg Kg⁻¹) del queso Torta del Casar durante la maduración

	Ácido graso	Día 1	Día 30	Día 60	Día 90	EEM	P ^z
AGCC	Acético (C2:0)	411 ^c	2394 ^b	3901 ^b	6089 ^a	373	***
	Isobutírico (iC4:0)	1 ^c	38 ^{bc}	79 ^{ab}	130 ^a	10	***
	Butírico (C4:0)	47 ^b	118 ^{ab}	649 ^{ab}	837 ^a	110	**
	Isovalérico (iC5:0)	0 ^c	388 ^b	462 ^b	550 ^a	33	***
	Valérico (C5:0)	45	46	59	92	7	n.s.
	Caproico (C6:0)	9 ^c	16 ^b	17 ^b	26 ^a	1	***
	Caprílico (C8:0)	4 ^b	11 ^b	15 ^{ab}	25 ^a	2	**
AGCM	Cáprico (C10:0)	34 ^c	50 ^b	53 ^{ab}	67 ^a	3	***
	Laúrico (C12:0)	65 ^b	75 ^{ab}	75 ^{ab}	87 ^a	2	**
	Mirfístico (C14:0)	86 ^c	99 ^{bc}	108 ^{ab}	120 ^a	3	***

AGCC (ácidos grasos de cadena corta: C4:0–C8:0). AGCM (ácidos grasos de cadena media: C10:0–C14:0), AGCL (ácidos grasos de cadena larga: C16:0, C18:0, C18:1 y C18:2). a, b, c: las diferentes letras indican diferencias estadísticas significativas (Test de Tukey. $P < 0.05$). EEM= Error Estándar de la Media. P^z: probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1 (cont). Evolución de la composición en ácidos grasos libres (mg Kg⁻¹) del queso Torta del Casar durante la maduración

Ácido graso	Día 1	Día 30	Día 60	Día 90	EEM	P ^z
Pentadecanoico (C15:0)	22 ^b	24 ^{ab}	26 ^a	27 ^a	0	***
Palmitico (C16:0)	265 ^b	327 ^{ab}	405 ^a	377 ^{ab}	17	*
Palmitoleico (C16:1)	46 ^b	52 ^a	52 ^a	56 ^a	1	***
AGCL Margárico (C17:0)	57	74	62	75	3	n.s.
AGCL Esteárico (C18:0)	88 ^b	115 ^b	283 ^a	141 ^{ab}	24	*
AGCL Oleico (C18:1)	155 ^b	249 ^{ab}	251 ^{ab}	330 ^a	16	***
Linoleico (C18:2)	304	315	330	330	4	*
Linolénico (C18:3)	0 ^b	11 ^b	8 ^b	40 ^a	4	***
Total AGL	1226 ^b	2007 ^b	2935 ^a	3309 ^a	157	***

AGCC (ácidos grasos de cadena corta: C4:0–C8:0). AGCM (ácidos grasos de cadena media: C10:0–C14:0), AGCL (ácidos grasos de cadena larga: C16:0, C18:0, C18:1 y C18:2). a, b, c: las diferentes letras indican diferencias estadísticas significativas (Test de Tukey. $P < 0.05$). EEM= Error Estándar de la Media. P^z: probabilidad.

1.2. Cambios oxidativos durante la maduración

Tabla 2. Cambios en la oxidación de proteínas (nmol carbonilos mg⁻¹ proteína) y lípidos (mg MDA Kg⁻¹) del queso Torta del Casar durante la maduración

	Día 1	Día 30	Día 60	Día 90	EEM	P ^z
Oxidación de proteínas	0.74	0.67	0.81	0.70	0.04	n.s.
Oxidación de lípidos	0.08 ^c	0.14 ^a	0.09 ^{bc}	0.12 ^{ab}	0.01	***

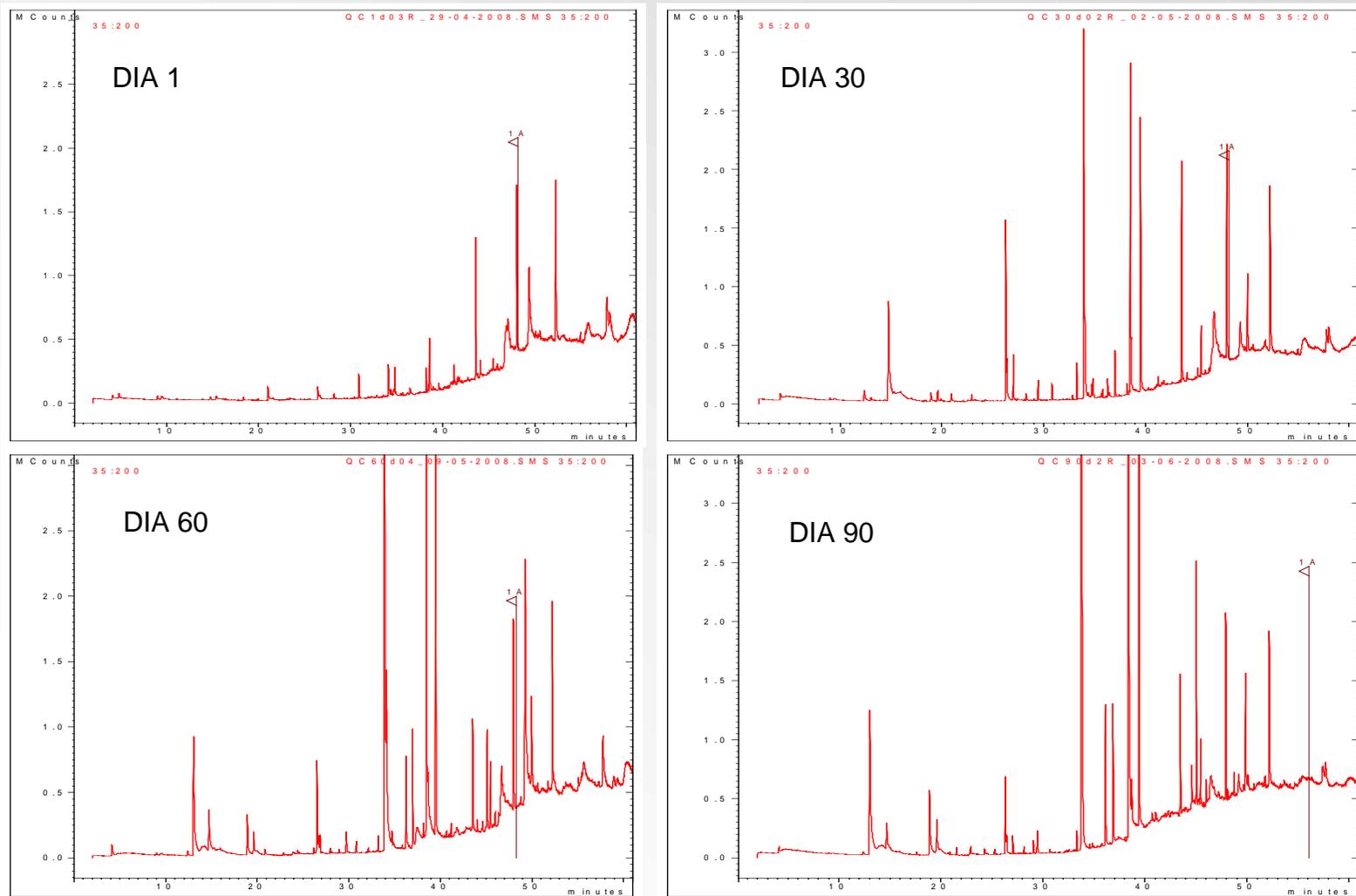
a, b, c: las diferentes letras indican diferencias estadísticas significativas (Test de Tukey. $P < 0.05$). EEM= Error Estándar de la Media. P^z: probabilidad.

Capítulo II. Caracterización del perfil volátil de la Torta del Casar a lo largo de su maduración

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.1. Análisis de compuestos volátiles mediante SPME-GC/MS

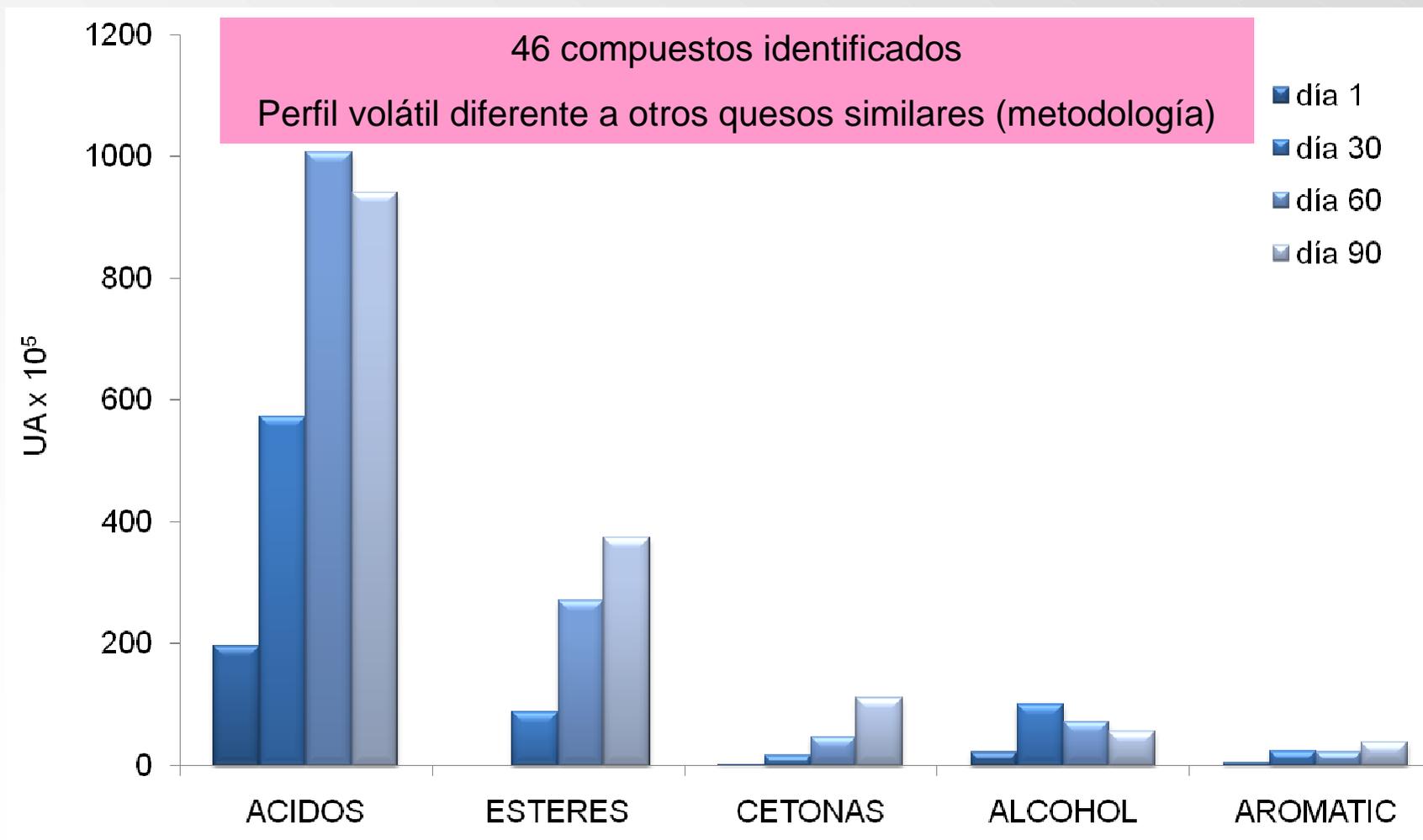
Figura 2. Cromatogramas de compuestos volátiles de queso Torta del Casar a distintos tiempos de maduración



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.1. Análisis de compuestos volátiles mediante SPME-GC/MS

Figura 3. Evolución de los principales grupos químicos principales de los compuestos volátiles ($UA \times 10^5$) aislados en el queso Torta del Casar durante la maduración



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 3 (cont.). Compuestos volátiles -ácidos- (UA x 10⁵) aislados del queso Torta del Casar durante la maduración

Id	Compuesto	Día 1	Día 30	Día 60	Día 90	Pz
RF, RI, TI	ácido acético	7.4 ^c	171.3 ^b	311.8 ^a	339.1 ^a	***
RF, RI, TI	ácido propanoico	0.0 ^b	4.4 ^b	21.1 ^a	25.7 ^a	***
RI, TI	ácido 2-metilpropanoico	0.0 ^c	15.9 ^{bc}	32.8 ^{ab}	46.5 ^a	***
RF, TI	ácido 3-metilbutanoico	1.4 ^c	78.3 ^b	297.1 ^a	264.8 ^a	*
RI, TI	ácido pentanoico	0.4 ^b	0.6 ^b	1.6 ^a	0.5 ^b	**
RF, TI	ácido hexanoico	36.0 ^b	87.2 ^a	36.9 ^b	28.0 ^b	***
RF, TI	ácido octanoico	34.6 ^b	63.8 ^a	62.8 ^a	69.1 ^a	***
TI	ácido (E,E)-2,4-hexadienoico	0.0 ^b	27.4 ^{ab}	40.1 ^a	53.7 ^a	**
RF, TI	ácido decanoico	51.4 ^b	56.8 ^b	71.5 ^a	57.2 ^b	**
	Porcentaje	81.8	71.0	70.6	61.5	

RI: índice de retención. Método de identificación: RF, espectro de masas y tiempo de retención idénticos a los compuestos de referencia; RI, espectro de masas e índice de retención concordantes a partir de la literatura; TI, identificación tentativa mediante el espectro de masas. a, b, c: Diferentes letras en la misma fila indican diferencias estadísticas significativas (Test de Tukey, p<0.05). P: Probabilidad. zPorcentaje (%): porcentaje de cada grupo químico en cada día de maduración del queso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 3 (cont.). Compuestos volátiles -ésteres- (UA x 10⁵) aislados del queso Torta del Casar durante la maduración

Id	Compuesto	Día 1	Día 30	Día 60	Día 90	Pz
RF, RI, TI	ácido acético etil ester	0.0 ^b	4.9 ^a	4.0 ^a	3.0 ^a	***
RF, RI, TI	ácido butírico etil ester	0.1 ^c	3.4 ^b	6.0 ^{ab}	7.5 ^a	***
TI	ácido butanoico-3-metil,etilester	1.5 ^{ab}	2.6 ^a	1.5 ^{ab}	1.2 ^b	*
TI	ácido acético-3-metil-1-butanol ester	0.0 ^c	1.4 ^b	1.2 ^b	2.7 ^a	***
RF, RI, TI	ácido hexanoico etil ester	0.3 ^b	13.6 ^a	8.2 ^a	12.8 ^a	***
TI	ácido 4-hexenoico etil ester	0.0 ^c	0.1 ^c	1.5 ^b	4.4 ^a	***
RF, RI, TI	ácido octanoico etil ester	0.2 ^c	11.1 ^a	6.8 ^b	10.8 ^a	***
TI	ácido butanoico propil ester	1.5 ^b	0.7 ^b	173.3 ^a b	229.8 ^a	**
RF, TI	ácido dodecanoico etil ester	0.0 ^b	0.9 ^b	22.3 ^b	57.3 ^a	***

RI: índice de retención. Método de identificación: RF, espectro de masas y tiempo de retención idénticos a los compuestos de referencia; RI, espectro de masas e índice de retención concordantes a partir de la literatura; TI, identificación tentativa mediante el espectro de masas. a, b, c: Diferentes letras en la misma fila indican diferencias estadísticas significativas (Test de Tukey, p<0.05). P: Probabilidad. zPorcentaje (%): porcentaje de cada grupo químico en cada día de maduración del queso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 3 (cont.). Compuestos volátiles -cetonas- (UA x 10⁵) aislados del queso Torta del Casar durante la maduración

Id	Compuesto	Día 1	Día 30	Día 60	Día 90	Pz
RF, RI, TI	2-propanona	0.0 ^b	4.9 ^a	4.0 ^a	3.0 ^a	***
RI, TI	2-butanona	0.1 ^c	3.4 ^b	6.0 ^{ab}	7.5 ^a	***
RF, RI, TI	2-heptanona	1.5 ^{ab}	2.6 ^a	1.5 ^{ab}	1.2 ^b	*
RI, TI	3-hidroxi-2-butanona	0.0 ^c	1.4 ^b	1.2 ^b	2.7 ^a	***
Porcentaje		0.0	10.9	19.0	24.5	

RI: índice de retención. Método de identificación: RF, espectro de masas y tiempo de retención idénticos a los compuestos de referencia; RI, espectro de masas e índice de retención concordantes a partir de la literatura; TI, identificación tentativa mediante el espectro de masas. a, b, c: Diferentes letras en la misma fila indican diferencias estadísticas significativas (Test de Tukey, p<0.05). P: Probabilidad. zPorcentaje (%): porcentaje de cada grupo químico en cada día de maduración del queso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 3 (cont.). Compuestos volátiles -alcoholes- (UA x 10⁵) aislados del queso Torta del Casar durante la maduración

Id	Compuesto	Día 1	Día 30	Día 60	Día 90	Pz
TI	1-metoxi-2-propanol	2.0 ^d	47.7 ^a	33.3 ^b	22.4 ^c	***
RF, RI, TI	2-butanol	0.3 ^c	2.2 ^c	12.5 ^b	22.3 ^a	***
RF, RI, TI	3-metil-1-butanol	2.3 ^c	49.4 ^a	22.3 ^b	0.0 ^c	***
RI, TI	2-metil-5-hexen-3-ol	0.2 ^b	0.0 ^b	0.0 ^b	5.2 ^a	***
TI	2,5-dimetil-3-hexanol	1.3 ^{ab}	1.6 ^a	0.9 ^{ab}	0.3 ^b	*
TI	2,4-hexadien-1-ol	0.0	0.4	0.5	2.9	n.s.
TI	1-dodecanol	15.7	0.0	3.0	3.9	n.s.
Porcentaje		9.5	12.5	5.1	3.7	

RI: índice de retención. Método de identificación: RF, espectro de masas y tiempo de retención idénticos a los compuestos de referencia; RI, espectro de masas e índice de retención concordantes a partir de la literatura; TI, identificación tentativa mediante el espectro de masas. a, b, c: Diferentes letras en la misma fila indican diferencias estadísticas significativas (Test de Tukey, $p < 0.05$). P: Probabilidad. zPorcentaje (%): porcentaje de cada grupo químico en cada día de maduración del queso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 3 (cont.). Compuestos volátiles –hidrocarburos aromáticos- (UA x 10⁵) aislados del queso Torta del Casar durante la maduración

Id	Compuesto	Día 1	Día 30	Día 60	Día 90	Pz
RI, TI	benzenoacetaldehido	1.2 ^a	0.2 ^b	0.3 ^b	0.0 ^b	***
RI, TI	etildimetilbenzeno	0.0 ^b	0.2 ^b	0.0 ^b	2.0 ^a	***
RI, TI	estireno	1.0	0.6	0.7	1.2	n.s.
RI, TI	benzaldehido	0.2 ^b	0.4 ^{ab}	0.4 ^b	0.8 ^a	**
RF, TI	benzilalcohol	2.1	8.0	4.9	9.6	n.s.
RF, RI, TI	feniletanol	0.0 ^b	12.6 ^a	12.4 ^a	15.8 ^a	***
TI	fenol	0.6 ^b	2.3 ^b	4.2 ^{ab}	9.6 ^a	**
	Porcentaje	2.2	3.0	1.6	2.5	

RI: índice de retención. Método de identificación: RF, espectro de masas y tiempo de retención idénticos a los compuestos de referencia; RI, espectro de masas e índice de retención concordantes a partir de la literatura; TI, identificación tentativa mediante el espectro de masas. a, b, c: Diferentes letras en la misma fila indican diferencias estadísticas significativas (Test de Tukey, p<0.05). P: Probabilidad. zPorcentaje (%): porcentaje de cada grupo químico en cada día de maduración del queso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 3 (cont.). Compuestos volátiles -aldehídos- (UA x 10⁵) aislados del queso Torta del Casar durante la maduración

Id	Compuesto	Día 1	Día 30	Día 60	Día 90	P ^z
RI, TI	3-metilbutanal	0.6 ^{ab}	1.1 ^a	0.0 ^b	0.0 ^b	***
TI	2,4-hexadienal	0.5	0.3	0.1	0.3	n.s.
RF, TI	dodecanal	0.0 ^b	0.0 ^b	1.5 ^{ab}	2.7 ^a	*
	Porcentaje	0.5	0.2	0.1	0.2	

RI: índice de retención. Método de identificación: RF, espectro de masas y tiempo de retención idénticos a los compuestos de referencia; RI, espectro de masas e índice de retención concordantes a partir de la literatura; TI, identificación tentativa mediante el espectro de masas. a, b, c: Diferentes letras en la misma fila indican diferencias estadísticas significativas (Test de Tukey, $p < 0.05$). P: Probabilidad. zPorcentaje (%): porcentaje de cada grupo químico en cada día de maduración del queso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

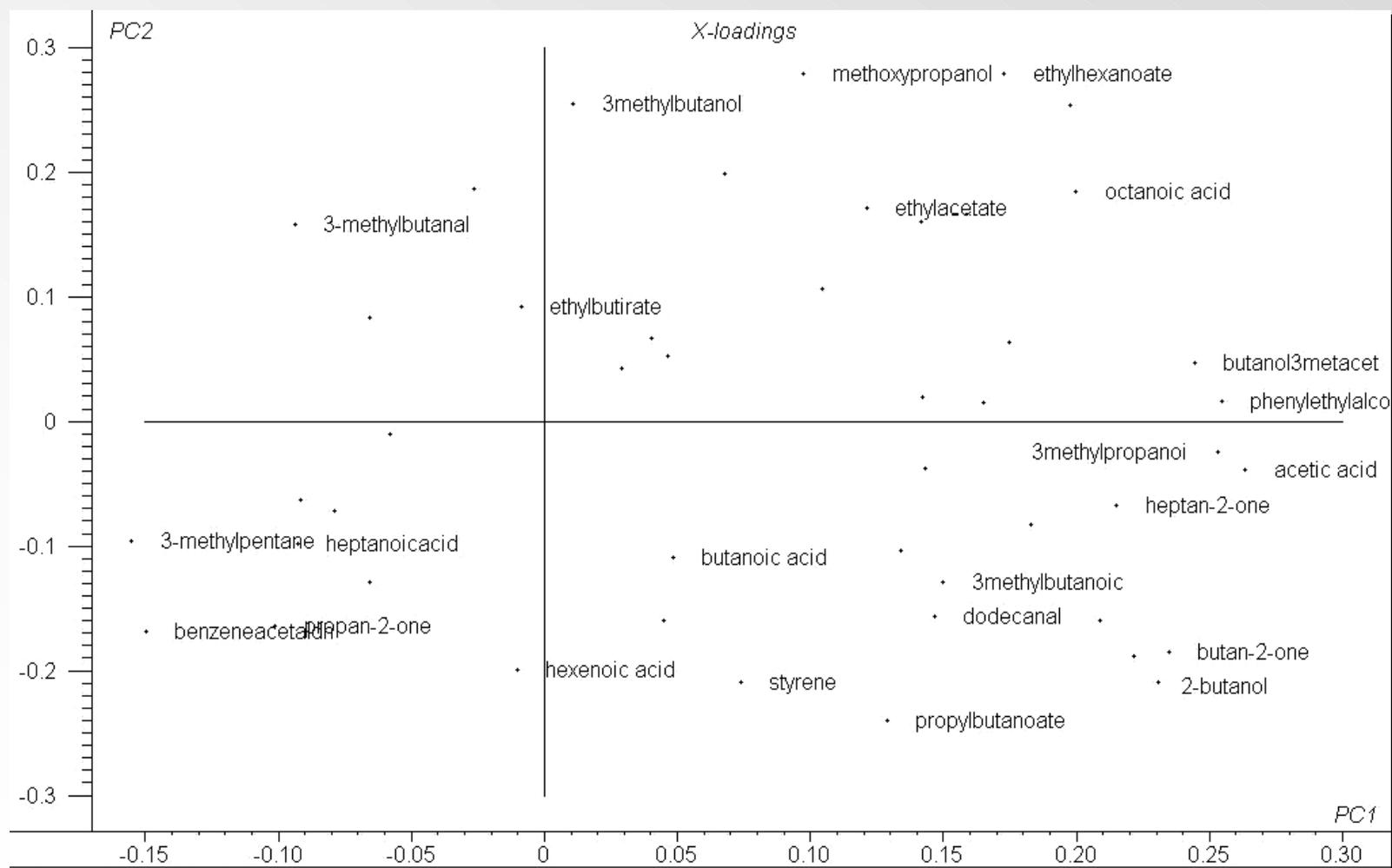
Tabla 3 (cont.). Compuestos volátiles -otros- (UA x 10⁵) aislados del queso Torta del Casar durante la maduración

Id	Compuesto	Día 1	Día 30	Día 60	Día 90	Pz
RF, TI	3-metilpentano	1.0 ^a	0.0 ^b	0.1 ^b	0.0 ^b	**
RF, TI	3-(metiltio)-1-propanol	1.7 ^a	0.3 ^{ab}	0.6 ^{ab}	0.0 ^b	*
TI	δ-decalactona	0.0 ^b	1.8 ^{ab}	3.2 ^{ab}	5.2 ^a	*
	Porcentaje	1.0 ^a	3.0	1.6	2.5	

RI: índice de retención. Método de identificación: RF, espectro de masas y tiempo de retención idénticos a los compuestos de referencia; RI, espectro de masas e índice de retención concordantes a partir de la literatura; TI, identificación tentativa mediante el espectro de masas. a, b, c: Diferentes letras en la misma fila indican diferencias estadísticas significativas (Test de Tukey, p<0.05). P: Probabilidad. zPorcentaje (%): porcentaje de cada grupo químico en cada día de maduración del queso.

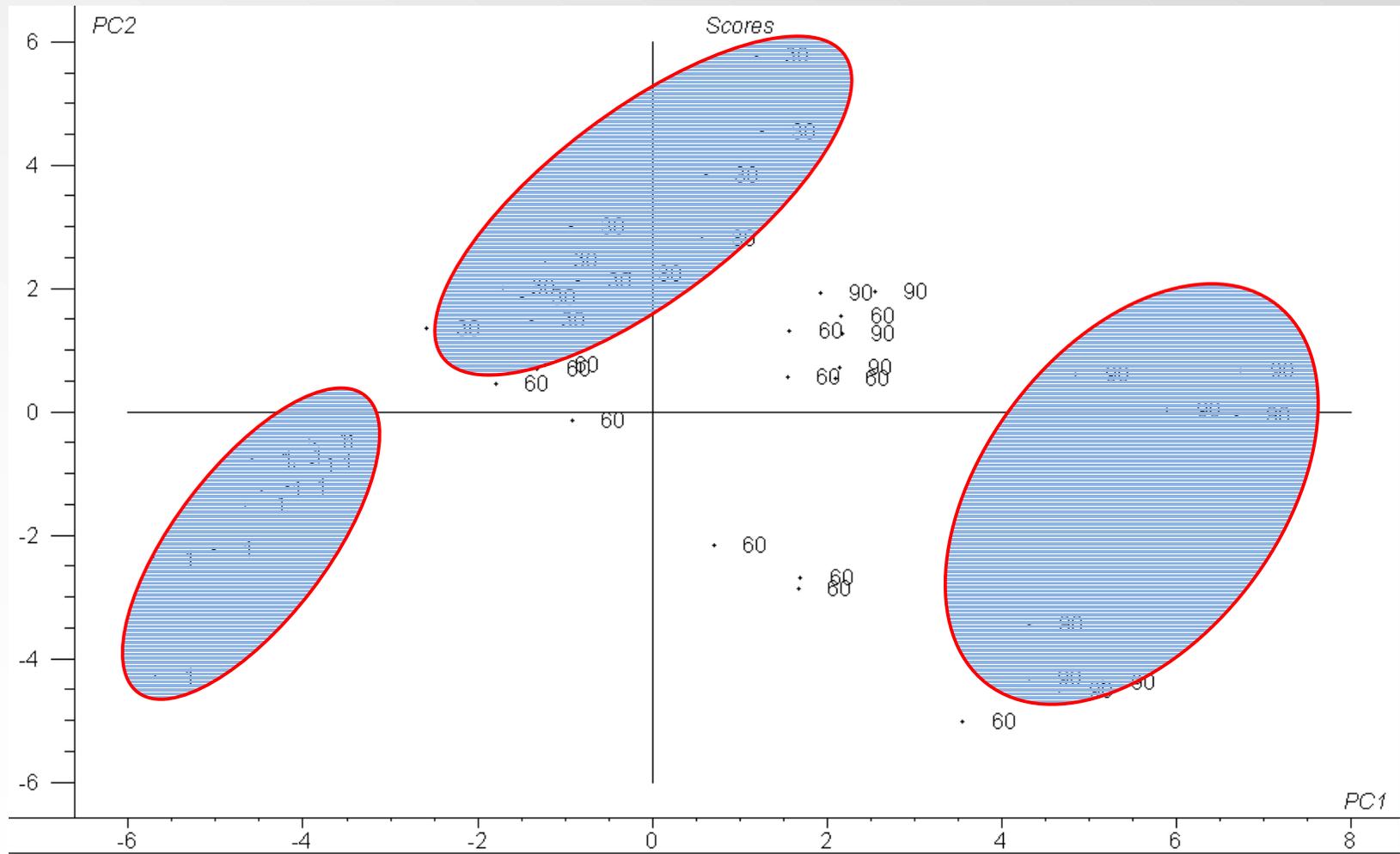
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Figura 4. Representación 2D de las variables en el plano definido por los dos primeros componentes principales (PC1 y PC2)



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Figura 5. Representación 2D de los individuos en el plano definido por los dos primeros componentes principales (PC1 y PC2)



1. El estudio de ácidos grasos libres mediante GC/FID permitió cuantificar los cambios de los mismos durante la maduración de la Torta del Casar. Mediante este perfil se podría caracterizar la maduración óptima de este queso.
2. Los cambios oxidativos no fueron relevantes durante la maduración del queso Torta del Casar, así que este proceso podría no afectar a las cualidades características del mismo.
3. El perfil aromático de la Torta del Casar muestra una gran complejidad por la variedad y abundancia de compuestos volátiles detectados al final de la maduración.

4. El perfil de compuestos volátiles de la Torta del Casar fue diferente al encontrado en otros estudios en quesos con similares características a éste (La Serena, Serra da Estrela). Es probable que la utilización de diferentes métodos de análisis haya podido ser un factor importante en estas diferencias.

5. La gran proporción de ácidos grasos libres detectada sobre el total de compuestos volátiles indica que éstos podrían tener un papel muy importante en el aroma típico de la Torta del Casar por ser compuestos aromáticos por sí mismos y por ser claves para la formación de otros compuestos volátiles a partir de ellos.

6. La caracterización del perfil de compuestos volátiles es el primer paso para definir el tiempo óptimo de maduración y de aceptación por parte del consumidor, aunque se necesitan más estudios para conocer la influencia relativa de cada compuesto en el aroma global característico de este queso.

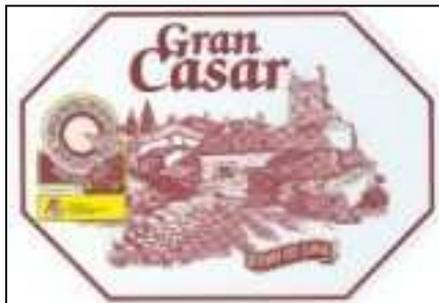
PUBLICACIONES:

Delgado, F.J., González-Crespo, J., Ladero, L., Cava, R., & Ramírez, R. (2009). Free fatty acids and oxidative changes of a Spanish soft cheese (PDO "Torta del Casar") during ripening. *International Journal of Food Science & Technology*, 44, pp. 1721-1728.

Delgado, F.J., González-Crespo, J., Cava, R., García-Parra, J., & Ramírez, R. (2010). Characterization of the volatile profile of a Spanish ewe raw milk soft cheese P.D.O. Torta del Casar during ripening by SPME-GC-MS. *Food Chemistry*, 118, pp. 182-189.

AGRADECIMIENTOS:

"Quesos del Casar"



"José Álvarez-Rocha"



"Jancinto M. Sáenz Pérez"



Financiación del estudio: Proyecto Interno

- Rosario Ramírez Bernabé
- José González Crespo



Gracias por su atención

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Compuestos volátiles (UA x 10⁵) aislados a partir de la “DOP Torta del Casar” a cuatro diferentes estados de maduración

RF, RI, TI	ácido acético	7.4 ^c	171.3 ^b	311.8 ^a	339.1 ^a	***
RF, RI, TI	ácido propanoico	0.0 ^b	4.4 ^b	21.1 ^a	25.7 ^a	***
RI, TI	ácido 2-metilpropanoico	0.0 ^c	15.9 ^{bc}	32.8 ^{ab}	46.5 ^a	***
RF, TI	ácido butanoico	12.9	56.1	121.6	16.6	n.s.
RF, TI	ácido 3-metilbutanoico	1.4 ^c	78.3 ^b	297.1 ^a	264.8 ^a	*
RI, TI	ácido pentanoico	0.4 ^b	0.6 ^b	1.6 ^a	0.5 ^b	**
RF, TI	ácido hexanoico	36.0 ^b	87.2 ^a	36.9 ^b	28.0 ^b	***
TI	ácido (E)-3-hexenoico	30.9	0.0	23.1	35.4	n.s.
TI	ácido heptanoico	6.2	1.2	1.3	0.6	n.s.
RF, TI	ácido octanoico	34.6 ^b	63.8 ^a	62.8 ^a	69.1 ^a	***
TI	ácido (E,E)-2,4-haxadienoico	0.0 ^b	27.4 ^{ab}	40.1 ^a	53.7 ^a	**
RF, TI	ácido decanoico	51.4 ^b	56.8 ^b	71.5 ^a	57.2 ^b	**
RF, TI	ácido dodecanoico	16.2 ^{ab}	10.6 ^{ab}	22.2 ^a	3.7 ^b	*
Porcentaje (%) ^z		81.8	71.0	70.6	61.5	

RI: índice de retención. Método de identificación: RF, espectro de masas y tiempo de retención idénticos a los compuestos de referencia; RI, espectro de masas e índice de retención concordantes a partir de la literatura; TI, identificación tentativa mediante el espectro de masas. a, b, c: Diferentes letras en la misma fila indican diferencias estadísticas significativas (Test de Tukey, p<0.05). P: Probabilidad. zPorcentaje (%): porcentaje de cada grupo químico en cada día de maduración del queso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Compuestos volátiles (UA x 10⁵) aislados a partir de la “DOP Torta del Casar” a cuatro diferentes estados de maduración

RF, RI, TI	ácido acético	7.4 ^c	171.3 ^b	311.8 ^a	339.1 ^a	***
RF, RI, TI	ácido propanoico	0.0 ^b	4.4 ^b	21.1 ^a	25.7 ^a	***
RI, TI	ácido 2-metilpropanoico	0.0 ^c	15.9 ^{bc}	32.8 ^{ab}	46.5 ^a	***
RF, TI	ácido 3-metilbutanoico	1.4 ^c	78.3 ^b	297.1 ^a	264.8 ^a	*
RI, TI	ácido pentanoico	0.4 ^b	0.6 ^b	1.6 ^a	0.5 ^b	**
RF, TI	ácido hexanoico	36.0 ^b	87.2 ^a	36.9 ^b	28.0 ^b	***
RF, TI	ácido octanoico	34.6 ^b	63.8 ^a	62.8 ^a	69.1 ^a	***
TI	ácido (E,E)-2,4-hexadienoico	0.0 ^b	27.4 ^{ab}	40.1 ^a	53.7 ^a	**
RF, TI	ácido decanoico	51.4 ^b	56.8 ^b	71.5 ^a	57.2 ^b	**
Porcentaje (%) ^z		81.8	71.0	70.6	61.5	

RI: índice de retención. Método de identificación: RF, espectro de masas y tiempo de retención idénticos a los compuestos de referencia; RI, espectro de masas e índice de retención concordantes a partir de la literatura; TI, identificación tentativa mediante el espectro de masas. a, b, c: Diferentes letras en la misma fila indican diferencias estadísticas significativas (Test de Tukey, p<0.05). P: Probabilidad. zPorcentaje (%): porcentaje de cada grupo químico en cada día de maduración del queso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Continuación

RI	Id. Método	Compuestos	Día 1	Día 30	Día 60	Día 90	P
Cetonas							
818	RF, RI, TI	2-propanona	1.55 ^a ±0.59	0.51 ^b ±0.40	1.08 ^{ab} ±1.47	0.28 ^b ±0.36	0.002
906	RI, TI	2-butanona	0.29 ^c ±0.43	0.96 ^c ±0.83	41.70 ^b ±31.66	80.12 ^a ±52.11	0.001
1086	RF, RI, TI	2-heptanona	0.00 ^b ±0.00	0.00 ^b ±0.00	0.06 ^b ±0.22	24.63 ^a ±9.87	0.001
1309	RI, TI	3-hidroxi-2-butanona	0.17 ^b ±0.28	15.30 ^a ±21.04	4.34 ^{ab} ±1.71	6.06 ^{ab} ±1.53	0.009
Porcentaje (%)			0.9	2.1	3.3	7.3	
Alcoholes							
940	TI	1-metoxi-2-propanol	2.0 ^d	47.7 ^a	33.3 ^b	22.4 ^c	0.001
1026	RF, RI, TI	2-butanol	0.3 ^c	2.2 ^c	12.5 ^b	22.3 ^a	0.001
1209	RF, RI, TI	3-metil-1-butanol	2.3 ^c	49.4 ^a	22.3 ^b	0.0 ^c	0.001
1219	RI, TI	2-metil-5-hexen-3-ol	0.2 ^b	0.0 ^b	0.0 ^b	5.2 ^a	0.001
1499	TI	2,5-dimetil-3-hexanol	1.3 ^{ab}	1.6 ^a	0.9 ^{ab}	0.3 ^b	0.049
1598	TI	2,4-hexadien-1-ol	0.0	0.4	0.5	2.9	0.220
-	TI	1-dodecanol	15.7	0.0	3.0	3.9	0.378
Porcentaje (%)			9.5	12.5	5.1	3.7	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Continuación

Id. Método	Compuestos	Día 1	Día 30	Día 60	Día 90	P
Hidrocarburos aromáticos						
RI, TI	benzoacetaldehido	1.2 ^a	0.2 ^b	0.3 ^b	0.0 ^b	0.001
RI, TI	etildimetilbenzeno	0.0 ^b	0.2 ^b	0.0 ^b	2.0 ^a	0.001
RI, TI	estireno	1.0	0.6	0.7	1.2	0.224
RI, TI	benzaldehido	0.2 ^b	0.4 ^{ab}	0.4 ^b	0.8 ^a	0.005
RF, TI	benzilalcohol	2.1	8.0	4.9	9.6	0.065
RF, RI, TI	feniletanol	0.0 ^b	12.6 ^a	12.4 ^a	15.8 ^a	0.001
TI	fenol	0.6 ^b	2.3 ^b	4.2 ^{ab}	9.6 ^a	0.007
Porcentaje (%)		2.2	3.0	1.6	2.5	
Aldehídos						
RI, TI	3-metilbutanal	0.6 ^{ab}	1.1 ^a	0.0 ^b	0.0 ^b	0.001
TI	2,4-hexadienal	0.5	0.3	0.1	0.3	0.131
RF, TI	dodecanal	0.0 ^b	0.0 ^b	1.5 ^{ab}	2.7 ^a	0.001
Porcentaje (%)		0.5	0.2	0.1	0.2	
Otros						
RF, TI	3-metilpentano	1.0 ^a	0.0 ^b	0.1 ^b	0.0 ^b	0.001
RF, TI	3-(metiltio)-1-propanol	1.7 ^a	0.3 ^{ab}	0.6 ^{ab}	0.0 ^b	0.023
TI	δ-decalactona	0.0 ^b	1.8 ^{ab}	3.2 ^{ab}	5.2 ^a	0.011
Porcentaje (%)		2.2	3.0	1.6	2.5	