



OVIHUEC.DAT

Caracterización de la gestión forestal e impulso socioeconómico en zonas de montaña mediante un rebaño comunal en un entorno digital

4.3.4

Producción de quesos

Convocatoria de ayudas de la Fundación Biodiversidad, en régimen de concurrencia competitiva, para apoyo a proyectos transformadores para la promoción de la bioeconomía ligada al ámbito forestal y la contribución a la transición ecológica (regulada por la Orden TED/1014/2021, de 20 de septiembre, y por la Orden TED/408/2023, de 24 de abril, que modifica la anterior) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia - Financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU para el ejercicio del 2023



Información del documento

Número de informe	4.3.4
Nombre del informe	Producción de quesos
Descripción del informe	Este es un informe de capacitación donde se presenta la metodología, producción y resultados de la elaboración de diferentes tipos de productos lácteos de leche de cabra
Objetivo	Objetivo 4 - Producto
Actividad	Actividad A4.3 - Puesta en marcha de una ordeñadora móvil para las cabras de Vilamòs y producció de quesos a maquila
Entidad coordinadora de la actividad	IRTA
Entidades participantes de la actividad	Conselh Generau d'Aran
Palabras clave	Rebaños extensivos, productos lácteos, sostenibilidad, producto local
Autores	Marta Garrón Gómez
Colaboradores	
Aprobado por	Antoni Dalmau Bueno

Advertencia:

Este documento es propiedad de los miembros que conforman el proyecto OVIHUEC.DAT. No está permitida su copia o distribución en ningún caso sin el consentimiento previo de los propietarios de este, quienes tienen los derechos de autor del presente escrito.

Parte de la convocatoria de la Fundación Biodiversidad y financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU. Sin embargo, las opiniones y visiones expresadas son de los autores del documento y no representan necesariamente las de los entes convocantes y financieros. Por lo tanto, ni la Unión Europea ni la entidad convocante pueden ser responsabilizadas por estas.



Índice

1. Introducción	3
2. Material y métodos para la elaboración de productos lácteos de leche de cabra	4
2.1 Yogurt de leche de cabra.....	5
2.2 Queso de coagulación ácida de leche de cabra.....	7
2.3 Queso de coagulación enzimática madurado y de piel lavada de leche de cabra.....	15
3. Conclusiones	23



1. Introducción

Los rebaños de pequeños rumiantes en zonas comunales para mantener el medio natural, era una práctica que se llevaba a cabo de manera tradicional en zonas de montaña. La falta del relevo generacional ha hecho que poco a poco hayan ido desapareciendo los pastores, y con ellos los rebaños, y la función que ejercían sobre el medio natural.

Estos rebaños tienen diversas funciones y, una de ellas, en animales de aptitud lechera, es la de obtener leche para poder elaborar productos lácteos. Además, los rebaños de pastoreo aportan toda la naturaleza del territorio en la leche, es decir, proporcionan a la leche unas características aromáticas y gustativas que difieren de los animales que no realizan pastoreo. La leche irá fluctuando conforme fluctúa la naturaleza en sus estaciones. Cada estación aporta unas plantas, floras, condiciones climáticas diversas que hará que la leche tenga una composición físico-química diferente y un perfil aromático-gustativo diverso. Y esto hará que los productos lácteos elaborados también vayan acordes con las estaciones. Por ejemplo, en invierno el contenido graso de la leche es superior que en verano, ya que en época de calor los animales beben más agua. Así también, en primavera inicio verano, los animales encontraran una variabilidad de flora más abundante y diversa que en épocas invernales.

Es importante hacer una labor divulgativa de esta tipología de productos entre los consumidores, ya que se encontrarán delante de productos artesanos, muy arraigados al territorio y con variabilidad, lejos de la homogeneidad y estandarización de procesos, sabores y aromas de los productos industriales.

Los productos desarrollados en esta actividad no fueron directamente de leche de las cabras del rebaño de Vilamòs, ya que las cabras todavía eran jóvenes y justo era el momento de la primera monta y parida.

Las pruebas se realizaron con leche de cabra de pastoreo de una granja de la zona de la montaña de “Les Gavarres” (Girona), en la planta piloto de lácteos de IRTA Monells.



2. Material y métodos para la elaboración de productos lácteos de leche de cabra

En el entregable 4.3.2, se presentaron los diagramas de flujo de 3 productos lácteos diferentes que pudieran ser de interés para su comercialización y a su vez pudieran ser elaborados por los posibles queseros de la Val d'Aran. Se tuvieron en cuenta tipología de maquinarias en sus instalaciones y productos que están elaborando, para poder adaptarlo a los nuevos productos lácteos elaborados con leche de cabra.

Los productos lácteos son los siguientes:

- Yogurt de leche de cabra
- Queso de leche de cabra de coagulación ácida
- Queso de leche de cabra de coagulación enzimática madurado y de piel lavada

Para la elaboración de estos productos, se realizaron 5 pruebas en 5 días diferentes con 60L de leche por día (Tabla 1)

Lote	Producción	Litros
1	Queso coagulación enzimática	60L
2	Yogurt	10L
	Queso coagulación ácida	50L
3	Queso coagulación enzimática	60L
4	Yogurt	10L
	Queso coagulación ácida	50L
5	Yogurt	5L
	Queso coagulación ácida	55L

Tabla 1. Pruebas de elaboración de productos lácteos de leche de cabra

A continuación, en los diferentes apartados se describen la metodología y datos de procesos de las diferentes pruebas.



2.1 Yogurt de leche de cabra

El proceso de producción para la elaboración de los yogures de leche de cabra fue el que se describe en la tabla 2.

Fase	Parámetros
Leche cruda cabra	T 4°C
Pasteurización	T 85-95°C - 10 min
Enfriamiento	T 43 - 45°C
Inoculación fermentos	2 - 5UC/100L
Envasado	100 envases vidrio 140ml
Incubación	T 43°C; t 6- 7h; pH 4,75 - 4,55
Refrigeración	T 4°C

Tabla 2. Proceso de elaboración de yogures de leche de cabra

En la producción de los yogures, se utilizaron dos tipologías de fermentos comerciales diferentes para así poder determinar cuál de estos fermentos proporcionaba una fermentación más óptima, con mejores propiedades de textura y calidad sensorial. Se elaboraron 5L de yogurt con el fermento 1 y 5L de yogurt con el fermento 2.

En la tabla 3, se muestran los fermentos utilizados.

Fermentos	Nombre	Fermentos	T fermentación	Dosis	Características
1	Lyofast Y480F (5UC)	<i>Streptococcus thermophilus</i> <i>Lactobacillus delbruekii</i> spp. <i>bulgaricus</i>	40 - 42°C	2-5UC/100L	Productor de EPS* y sabor tradicional
2	Lyofast Yo_mild (5UC)	<i>Streptococcus thermophilus</i> <i>Lactobacillus delbruekii</i> spp. <i>bulgaricus</i>	37 - 42°C	2-5UC/100L	Yogurt suave, productor de EPS*

Tabla 3. Fermentos para la elaboración de yogures de leche de cabra (*EPS - Exopolisacáridos)

Según las fichas técnicas de ambos fermentos, la dosis de inoculación recomendada era de 2-5UC/100L de leche. En este caso se utilizó la dosis de 2UC/100L. La temperatura recomendada para el proceso de fermentación difiere ligeramente entre ambos fermentos. La fermentación se realizó en la misma estufa, manteniendo así la misma temperatura de fermentación para ambos. La temperatura “set point” de la estufa se fijó en 43°C, para que el interior del yogurt se mantuviese una temperatura de 42°C.

Se realizaron 3 pruebas, con leche de 3 semanas diferentes, para comprobar la repetibilidad del proceso. En la tercera producción, únicamente se elaboró un lote con el fermento que dio un producto de mejor aceptación por el panel de cata.



Imagen 1,2,3,4. Leche inoculada y envasada antes de entrar en la estufa de fermentación; Yogurts en la estufa; Yogurt con sensor de temperatura “picovaq” para el seguimiento de la temperatura durante la fermentación; Yogurt después de la fermentación realizando control del pH (de arriba a abajo y de izquierda a derecha)



2.2 Queso de coagulación ácida de leche de cabra

El proceso de producción para la elaboración de quesos de coagulación ácida de leche de cabra fue el que se describe en la tabla 4.

Día	Fase	Parámetros
1	Leche cruda cabra Pasteurización Enfriamiento Inoculación/Maduración Cloruro cálcico Coagulación	T 4°C T 65°C, t 30 min T 25°C T 18-25°C; + 2-4°D; pH -0,2-0,4 12ml/100L 10ml/100L; T 20 - 25°C; t 16-24h; 50-65°D; pH 4,4-4,6
2	Moldeado Giro Salado	T18-25°C; t 12-24h; 50-65°D; pH 4,2-4,4 tarde 1-1,5%, 10-15g/Kg; 1° cara
3	Giro Salado Desmoldeado Oreo	Mañana 2° cara T18-25°C; 85-90%Hr; t 12h-24h
4	Secado	T 14-18°C; 60-80%Hr; t 12-24h
5	Maduración	T 12-14°C; 85-90%Hr; t 1d - 3sem
	Conservación	T 4°C

Tabla 4. Proceso de elaboración de quesos de coagulación láctica de leche cabra

En la producción de los quesos de coagulación ácida, se utilizaron diferentes tipologías de microorganismos comerciales para poder determinar la combinación de fermentos y mohos que proporcionaba un producto final con unas mejores propiedades de aroma, sabor y textura.

Se utilizaron 3 fermentos lácteos diferentes y 2 mohos diferentes. En general, los fermentos son los responsables de la acidificación de la leche. Los mohos son los responsables de la creación de la piel del queso y de los procesos de proteólisis y lipólisis de las proteínas y las grasas, respectivamente. Los microorganismos utilizados se describen en la tabla 5.



	Nombre comercial	Microorganismos	T crecimiento óptimo	Dosis	Características
1	Lyofast MWO 040 (10UC)	<i>Lactococcus lactis ssp. lactis</i>	22-34°C	1-10UC/100L	Uniforme y controlada producción de nata ácida, queso blando y queso fresco (cottage)
2	Lyofast MO 039 (5UC)	<i>Lactococcus cremoris ssp. cremoris</i> ; <i>Lactococcus lactis ssp. lactis</i>		1-5UC/100L	Producción de queso de textura cerrada y queso blanco. También combinación con otras bacterias lácticas
3	Lyofast MW 039TA (10UC)	<i>Lactococcus cremoris ssp. cremoris</i> ; <i>Lactococcus lactis ssp. lactis</i> ; <i>Lactococcus lactis ssp. lactis biovar. diacetylactis</i> ; <i>Leuconostoc mesenteroides</i>	22-35°C	1-5UC/100L	Leche fermentada y varios tipos de quesos. Rápida fermentación del citrato (32°C)
4	GCC (10D)	<i>Geotrichum candidum</i>	12-25°C		Débil actividad proteolítica y lipolítica; tolerancia media a la sal
5	PCPSM (10D)	<i>Penicilium Camemberti</i>	12-25°C		Rápido crecimiento de una fina y blanca piel; actividad lipolítica mediana y proteolítica baja, alta actividad anti-mucor

Tabla 5. Microorganismos para la elaboración de quesos de coagulación láctica de leche de cabra

En la tabla 6 se muestran las 4 combinaciones diferentes de los microorganismos que se inocularon en la leche. Cada combinación debía incluir unos fermentos lácteos y un moho. Así, se prepararon 4 cajas de fermentación de 10L de leche para la inoculación de los microorganismos.

	Microorganismos
1	1+2+4
2	1+2+5
3	3+4
4	3+5

Tabla 6. Combinación de los diferentes microorganismos inoculados en la leche de cabra para la producción de quesos de coagulación láctica

En las dosis de inoculación de los diferentes fermentos lácteos, se buscó un punto medio dentro del rango de recomendación del proveedor. En el caso de los mohos, no había una recomendación explícita y se inoculó una cantidad mínima. En la tabla 7 se muestra los valores de inoculación.

Microrganismo	Unidad-Dosis/Sobre	Dosis
1	10UC	5UC/100L
2	5UC	2,5UC/100L
3	10UC	2,5UC/100L
4	10D	1D/100L
5	10D	1D/100L

Tabla 7. Dosis de inoculación de los diferentes microorganismos inoculados en la leche de cabra

Se realizaron 3 pruebas, con leche de 3 semanas diferentes, para comprobar la repetibilidad del proceso. En la tercera producción, únicamente se elaboró queso con las dos combinaciones de microorganismos que tuvieron mejor aceptación por el panel de cata.

Las siguientes imágenes (5-19) muestran diferentes pasos llevados a cabo desde la acidificación de la leche al inicio del proceso hasta la maduración del producto final, des del día 1 y hasta el día 25.



Imagen 5. Día 1, leche pasteurizada de cabra en cajas de fermentación



Imagen 6. Día 2, cuajada ácida preparada para introducir en los moldes



Imagen 7. Día 2, moldeado de la cuajada



Imagen 8. Día 2, moldes llenos de la cuajada



Imagen 9. Día 3, cuajada desuerada después de 24h del moldeado



Imagen 10. Día 4, desmoldeado de los quesos de cuajada ácida



Imagen 11. Día 8, crecimiento de los mohos en superficie en cámara de maduración



Imagen 12. Día 9, moho superficial en desarrollo



Imagen 13. Día 10, quesos en proceso de maduración



Imagen 14. Día 12, quesos rejillas superiores; día 6, quesos rejillas inferiores



Imagen 15. Día 19, quesos con mohos superficiales bien implementados (quesos izquierda *Penicillium Camemberti*; quesos derecha *Geotrichum Candidum*)



Imagen 16. Día 25, quesos madurados listos para consumo



Imágenes 17 y 18. Día 25, parte interior de los quesos de coagulación ácida madurados

El punto óptimo de consumo de esta tipología de quesos dependerá del consumidor y de su preferencia por un producto más fresco, con aromas y sabores que recuerdan a la leche, nata, ácido láctico, o más madurado con aromas y sabores con tendencia a mantequilla, mohos, sotobosque y fundente al paladar. Esto dependerá del proceso de maduración:

- des del día 3 o 4 como producto fresco, más ácido, aromas y sabores a leche y nata
- con 8 a 10 días, un queso que ha comenzado su maduración con crecimiento del moho en superficie, pero que aún no ha desarrollado ampliamente aromas y sabores derivados de la maduración

- 15-21 días, un queso en el que se visualiza el avance de la proteólisis y lipólisis, comenzando a tener textura más blanda, y empezando a licuar por debajo de la piel.

Cuanto más días de maduración, los quesos se tornarán más blandos, con sabores y falvares más identificativos del proceso de maduración. Existirá un límite de tiempo de consumo, no tanto por temas sanitarios como por sensorial, donde los procesos de la proteólisis y la lipólisis estarán muy avanzados, llegando a sentir notas de amoníaco (degradación casi total de las proteínas).

Además de la producción de queso en moldes, hubo una pequeña parte de la cuajada que se utilizó para realizar otra tipología de queso: un untable de queso de cabra de coagulación láctica (tipo el producto comercial “Philadelphia”). Es otra tipología de producto que podría tener buena aceptación por parte del consumidor y buena acogida comercial.

Este producto no estaba incluido dentro del entregable 4.3.2, pero se realizó esta prueba ya que es una variante que se puede obtener a partir de la cuajada fermentada. En el momento del moldeado de las cuajadas, parte de esta se colocó en un molde con una tela para ayudar al desuerado. Después de 24h desuerando se envasó en envases de vidrio (imagen 19). Es un queso que se puede comercializar su versión natural, pero también se le puede añadir sal u otras especies creando diferentes variedades de este producto.



Imagen 19. Día 3, envasado de queso de crema ácida unttable



2.3 Queso de coagulación enzimática madurado y de piel lavada de leche de cabra

El proceso de producción para la elaboración de quesos de coagulación enzimática y de piel lavada de leche de cabra fue el que se describe en la tabla 8.

Día	Fase	Parámetros
1	Leche cruda cabra	T 4°C
	Pasteurización	T 65°C, t 30 min
	Enfriamiento	T 34-36°C
	Inoculación/Maduración	T 34-36°C; + 1-2°D; t 30-60min
	Cloruro cálcico	25ml/100L
	Coagulación	25-30ml/100L; T 34-36°C; t 45min
	Corte	1° corte suave con lira vertical
	Reposo	4min
	Corte	2° corte suave con lira horizontal
	Reposo	4min
	Calentamiento cuajada	2°C
	Agitación cuajada	Grano de guisante hasta granos firmes y expulsión agua del interior
	Moldeado	Con telas y moldes
	Prensado	1bar; 2bar, 3,5bar; t 1,2,3h; cada vez que aumentar P girar el queso; pH 5,5; T sala 25°C
	Desmoldeado	
2	Salado	180-200g/L agua (18-20°Bé); ajuste pH similar queso; t 6h; T 10-15°C
	Oreo	T15-17°C, 70-75Hr; t 24-48h
3	Maduración	T10-12°C; 85%Hr; tmín 1m; giros
	Conservación	T 4°C

Tabla 8. Proceso de elaboración de quesos de coagulación enzimática madurado y de piel lavada de leche de cabra

En la producción de estos quesos, se utilizaron diferentes tipologías de microorganismos comerciales para poder determinar la combinación de fermentos y mohos que daba un producto final con unas mejores propiedades de aroma, sabor, flavor y textura.



Se utilizaron 7 microorganismos diferentes (ver tabla 9):

- 3 grupos de fermentos lácteos, para la acidificación de la leche
- 1 levadura (*Brevibacterium linens*) para hacer el tratamiento en superficie (coloración anaranjada), proteólisis y lipólisis
- 2 mohos para el control de la maduración, proteólisis y lipólisis
- 1 bacteria (*Staphylococcus xylosus*) para el control de la maduración

	Nombre comercial	Microorganismos	T crecimiento óptimo	Dosis	Características
1	Lyofast MWO 040 (10UC)	<i>Lactococcus lactis ssp. lactis</i>	22-34°C	0,5-1,5UC/100L	Producción de quesos semi-madurados con ojos
2	Lyofast ST 042 (10UC)	<i>Streptococcus thermophilus</i>	34-35°C	0,5-1UC/100L	Producción uniforme y controlada para quesos cremosos, semi-madurados y madurados
3	Lyofast MW 035TA (10UC)	<i>Lactococcus lactis ssp. cremoris</i> ; <i>Lactococcus lactis ssp. lactis</i> ; <i>Lactococcus lactis ssp. lactis biovar. diacetylactis</i> ; <i>Leuconostoc</i>		0,5-1UC/100L	Quesos blandos, semi-madurados, leches fermentadas, nata ácida y mantequilla
4	Lyofast SB 108 (5D)	<i>Brevibacterium linens</i>		0,5-1D/100L	Tratamiento en superficie en quesos blandos y prensados, rápido desarrollo del pigmento naranja. Actividad proteolítica y lipolítica mediana
5	Lyofast DH1 (10D)	<i>Debaryomyces hansenii</i>		1-10D/100L	Control de la maduración de queso, favoreciendo desarrollo de aromas. Usa azúcares residuales y neutraliza el pH asimilando el ác. láctico
6	Lievito KL-8 (5D)	<i>Kluyveromyces spp.</i>		0,1-0,3D/100L	Control de la maduración de queso, favoreciendo desarrollo de aromas debido a la alta actividad proteolítica y lipolítica
7	Lyofast SX 1 (10D)	<i>Staphylococcus xylosus</i>		1-10D/100L	Control del crecimiento de manchas; favorece a la maduración y aromas del queso

Tabla 9. Microorganismos para la elaboración de quesos de coagulación enzimática de piel lavada de leche de cabra (en azul bacterias lácticas)

En la tabla 10 se muestran las 2 combinaciones diferentes de los microorganismos que se inocularon en la leche. La primera combinación de microorganismos incluía fermentos lácticos y la levadura responsable de la coloración anaranjada. En la segunda combinación, era igual que la primera, pero se añadieron 3 microorganismos



más para el control de la maduración. Así, se prepararon 2 cubas de elaboración de queso con 30L de leche pasteurizada cada una y se le añadieron los microorganismos.

	Microorganismos
1	1+2+3+4
1	1+2+3+4+5+6+7

Tabla 10. Combinación de los diferentes microorganismos inoculados en la leche de cabra para la producción de quesos de coagulación enzimática de piel lavada

En las dosis de inoculación de los diferentes fermentos lácteos, se buscó un punto medio dentro del rango de recomendación del proveedor. De los demás microorganismos, el número 5 y 7 se inoculó el valor mínimo de la recomendación; y en el 4 y 6 se inoculó el máximo para favorecer, en el primero la implementación de la coloración anaranjada en superficie, y en el segundo, el control de crecimiento de otros microorganismos no deseados. En la tabla 11 se muestra los valores de inoculación.

Microorganismo	Unidad-Dosis/Sobre	Dosis
1	10UC	1UC/100L
2	10UC	1UC/100L
3	10UC	1UC/100L
4	5D	1D/100L
5	10D	1D/100L
6	5D	0,3D/100L
7	10D	1D/100L

Tabla 11. Dosis de inoculación de los diferentes microorganismos inoculados en la leche de cabra

Se realizaron 2 pruebas, con leche de 2 semanas diferentes, para comprobar la repetibilidad del proceso.

Las siguientes imágenes (20 -34) muestran diferentes pasos llevados a cabo desde la leche cruda de cabra, al inicio del proceso, hasta la maduración; des del día 1 y hasta el día 34.



Imagen 20. Lechera con la leche cruda de cabra después de la recogida en la granja



Imagen 21. Dos cubas de quesería con la leche pasteurizada de cabra, en la planta piloto de lácteos de IRTA Monells



Imagen 22. Corte de la cuajada quesera después de su coagulación



Imagen 23 y 24. Cuajadas queseras después del corte con las liras y agitación de la cuajada (derecha) y después de la extracción de parte del suero para iniciar el moldeado (izquierda)



Imagen 25. Cuajada dentro de las telas y moldes de quesería



Imagen 26. Finalización del proceso de moldeado



Imagen 27. Salado de los quesos en salmuera



Imagen 28. Control de pH de los quesos



Imagen 29. Proceso de oreo de los quesos (Día 2)



Imagen 30. Quesos en cámara de maduración (Día 3)



Imagen 31. Quesos en cámara maduración: Día 24 (lote 1, parte superior); Día 16 (lote 2, parte inferior)



Imagen 32. Interior del queso con 27 días de maduración



Imagen 33. Quesos con 28 días de maduración, lote 1 (parte superior); y 20 días de maduración lote 2 (parte inferior)



Imagen 33 y 34. Diferente formatos de los quesos de coagulación enzimática de piel lavada

El consumo de esta tipología de queso podría ser a partir de un mes de maduración y hasta 3 y 6 meses en función de la medida del queso y el punto de maduración que se considere óptimo en función del gusto del consumidor. Con el paso del tiempo, el queso pasará de unos aromas y flavours de leche, nata, acidez láctica, de textura más bien tierna y friable, a un queso donde irán desapareciendo aromas y flavours primarios para dejar paso a secundarios derivados de la maduración (mantequilla, levaduras, frutos secos). El crecimiento en superficie de la levadura dará potencia a todo el perfil aromático (con compuesto azufrados). La textura se volverá más firme y a la vez más fundente al paladar.



3. Conclusiones

Las combinaciones de fermentos que tuvieron mejor aceptabilidad por el panel de cata fueron las siguientes:

- Yogurt natural de leche de cabra: Fermentos 2 (ver tabla 3)
- Queso de coagulación ácida de leche de cabra: Combinación de microorganismos 1 y 2 (ver tabla 6)
- Queso de coagulación enzimática de leche de cabra: Combinación de microorganismos 1 (ver tabla 10)