

Memoria Científico-Técnica CICAP 2018

**UTILIZACIÓN DE SENSORES NO DESTRUCTIVOS COMO
HERRAMIENTAS DE APOYO A LA EFICIENCIA PRODUCTIVA DEL
SECTOR GANDERO DE VACUNO DE LECHE**



Código Seguro de verificación: G2TPBCWJJJCF5Z2YM59AR59MZ. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento. Éste documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica. Para comprobar la validez y autenticidad de este documento, puede acceder a la dirección: <https://sica2.cica.es/investigan/public/verifyGrantForm.jsf> indicando el CSV especificado.

FIRMADO POR:	RICARDO JESUS MARIA DELGADO VIZCAINO - 75697789M		
ID. FIRMA	154143537053211852	FECHA Y HORA	05/11/2018 17:44
SERVIDOR	@firma v6 - Junta de Andalucía	PÁGINA	1/26



154143537053211852

Índice de contenidos

1. Resumen de la propuesta	1
2. Objetivos científicos y justificación.....	2
2.1. Adecuación a las prioridades del Plan Andaluz de investigación PAIDI 2020	8
2.2. Existencia o no de infraestructuras similares en Andalucía	9
2.3. Proyección al tejido productivo.....	10
2.4. Proyección internacional de la propuestas.....	11
3. Resultados esperados, difusión y explotación.....	12
3.1. Relación de centros o Grupos de investigación usuarios de la infraestructura.....	14
3.2. Previsión del número de investigadores que trabajarán en las instalaciones	15
3.3. Protocolo de uso de infraestructura y oferta de servicios.....	15
4. Descripción, características técnicas y ubicación.....	17
5. Metodología y plan de trabajo	19
6. Presupuesto detallado y justificación del mismo.	22
7. Bibliografía.....	23

Código Seguro de verificación: G2TPBCWJJJCF5Z2YM59AR59MZ. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento. Éste documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica. Para comprobar la validez y autenticidad de este documento, puede acceder a la dirección: <https://sica2.cica.es/investigacion/public/verifyGrantForm.jsf> indicando el CSV especificado.

FIRMADO POR:	RICARDO JESUS MARIA DELGADO VIZCAINO - 75697789M		
ID. FIRMA	154143537053211852	FECHA Y HORA	05/11/2018 17:44
SERVIDOR	@firma v6 - Junta de Andalucía	PÁGINA	2/26



154143537053211852

1. Resumen de la propuesta

Desde la granja a la mesa, el procesado de la leche representa un largo viaje repleto de controles y certificaciones cuyo cumplimiento, tanto en el ámbito europeo como nacional, es obligatorio. La normativa aplicable a la leche es muy estricta, sobre todo, en el momento de determinar las características que debe exigir un productor a su proveedor de leche cruda, y el consumidor a la industria transformadora. Hay aspectos fundamentales cuyo incumplimiento puede suponer delito penal, como la presencia de medicamentos por encima del límite máximo de residuos permitido.

La calidad de la leche, así como de todos sus derivados, está determinada sobre todo por la calidad del producto original. Este, a su vez, depende de las condiciones de los animales, de las zonas de producción, del trato recibido, del transporte o de la conservación. Una vez en la industria elaboradora, una correcta manipulación y control de los parámetros requeridos son fundamentales para que la leche que se comercializa sea segura y de calidad. La leche cruda pertenece al sector primario, representa una materia prima cuyo consumo puede ser directo o a partir de la cual se elaboran una gran cantidad de derivados.

Las competencias respecto a la calidad de la leche dependen de manera directa de cada comunidad o de cada Estado miembro de la UE. En España, el Real Decreto 1728/2007 establece las condiciones que deben cumplir los operadores del sector lácteo, en el capítulo III del mismo se establecen los controles obligatorios, entre los que se encuentran la determinación de los siguientes parámetros: punto crioscópico, grasa, proteína, extracto seco magro, células somáticas, colonias de gérmenes a 30 °C y presencia de residuos de antibióticos. Estos parámetros físico-químicos se analizan en los laboratorios autorizados por Letra Q por equipos basados en espectroscopía de infrarrojo medio, y la calidad higiénico-sanitaria se mide utilizando equipos de citometría de flujo, alguno de los cuales permiten incluso diferenciaciones celulares, directamente relacionadas con el estado sanitario de los animales.

La espectroscopia de infrarrojo medio (MIR), es una técnica comúnmente empleada en el análisis de muestras de leche para la determinación de parámetros de calidad como su contenido en grasa, proteína, lactosa o extracto seco magro. Además, en los últimos años se han desarrollado modelos para la determinación de otros parámetros de interés, como el contenido en urea o el perfil de ácidos grasos. Sin embargo, hasta el momento existe muy poca bibliografía acerca de la determinación rápida de indicadores vinculados a sanidad y bienestar animal, fertilidad y huella medioambiental en el sector ganadero.

La citometría de flujo es una tecnología biofísica basada en la utilización de luz láser, empleada en el recuento y clasificación de células según sus características morfológicas, presencia de biomarcadores, y en la ingeniería de proteínas. En los citómetros de flujo, las células suspendidas en un fluido atraviesan un finísimo tubo transparente sobre el que incide un delgado rayo de luz láser, la luz transmitida y



Código Seguro de verificación: G2TPBCWJJJCF5Z2YM59AR59MZ. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento. Éste documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica. Para comprobar la validez y autenticidad de este documento, puede acceder a la dirección: <https://sica2.cica.es/investigacion/public/verifyGrantForm.jsf> indicando el CSV especificado.

FIRMADO POR:	RICARDO JESUS MARIA DELGADO VIZCAINO - 75697789M		
ID. FIRMA	154143537053211852	FECHA Y HORA	05/11/2018 17:44
SERVIDOR	@firma v6 - Junta de Andalucía	PÁGINA	3/26



154143537053211852

dispersada por el paso de las células a través del tubo se recoge por medio de unos dispositivos de detección, permitiendo hacer inferencias en cuanto a tamaño y complejidad de las células. También permite el análisis multiparamétrico simultáneo de otras características físicas y químicas, evaluando en promedio más de dos mil partículas por segundo.

Al mismo tiempo, la citometría de flujo es una técnica utilizada de forma rutinaria en muchos centros de salud para el diagnóstico y seguimiento de muchas enfermedades tales como las leucemias, granulomatosis crónica, y SIDA; sin embargo tiene muchísimas otras aplicaciones en investigación básica, práctica y ensayos clínicos. Una variante común de esta técnica es la separación física de partículas según sus propiedades, empleándose por ejemplo para purificar poblaciones de interés.

Por ello, ante la necesidad de buscar herramientas sostenibles comprometidas con la eficiencia de recursos y energía, capaces de dar apoyo y aumentar la eficiencia de la explotación ganadera, se propone el uso de la tecnología de espectroscopia de Infrarrojo Medio y la Citometría de Flujo. Ambas técnicas podrían considerarse como una alternativa a técnicas habituales de laboratorio, por sus numerosas ventajas como el ser técnicas no destructivas, análisis y respuesta inmediata y bajo coste.

2. Objetivos científicos y justificación.

El presente estudio tiene como **Objetivo general** aprovechar las librerías espectrales generadas en los equipos de espectroscopia de infrarrojo medio, debidas al análisis de muestras de leche para pago por calidad y control lechero, en conjunción con la información generada por los equipos de citometría de flujo con diferenciación celular, para desarrollar modelos de predicción de diagnóstico de mamitis, resistencias antimicrobianas, presencia de adulterantes, etc., que nos permitan mejorar la eficiencia productiva de los ganaderos, la aptitud lechera a través de la aplicación de herramientas de sensores no destructivos, y la toma de datos que permitan la toma de decisiones, la digitalización y la modernización del sector.

Objetivos específicos:

- 1º Desarrollar nuevas ecuaciones y modelos para la detección y análisis de datos de interés para los ganaderos de leche en los equipos FTIR.
- 2º Investigar en las soluciones que los equipos FTIR de análisis ofrecen al sector ganadero e industrial de leche en los siguientes campos:
 - Mejora de manejo de las explotaciones:
 - ✓ Diagnosticar patologías: acidosis, cetosis y mamitis.
 - ✓ Confirmar gestaciones en el ganado.



Código Seguro de verificación: G2TPBCWJJJCF5Z2YM59AR59MZ. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento. Éste documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica. Para comprobar la validez y autenticidad de este documento, puede acceder a la dirección: <https://sica2.cica.es/investigacion/public/verifyGrantForm.jsf> indicando el CSV especificado.

FIRMADO POR:	RICARDO JESUS MARIA DELGADO VIZCAINO - 75697789M		
ID. FIRMA	154143537053211852	FECHA Y HORA	05/11/2018 17:44
SERVIDOR	@firma v6 - Junta de Andalucía	PÁGINA	4/26
 154143537053211852			

- ✓ Identificar balances energéticos negativos (urea).
 - ✓ Identificar animales eficientes en cuanto a la sostenibilidad del medio ambiente (reducción emisiones de metano a la capa de ozono).
 - ✓ Bienestar animal (estrés térmico).
- Mejora de calidad y seguridad alimentaria
 - ✓ Detección de antibióticos.
 - ✓ Detección de GMP (Glicomacropéptidos).
 - ✓ Detección de aflatoxinas.
 - ✓ Adulteración de productos con mezclas de nuevas especies.
 - Mejora de productos lácteos
 - ✓ Caracterización sensorial.
 - ✓ Adulteraciones.
 - ✓ Leche sin lactosa.
 - ✓ Detección de alérgenos.

Justificación

La ganadería de leche, está sufriendo fuertes cambios, se está digitalizando, y por tanto modernizando. Hoy en día el ganadero dispone de aplicaciones informáticas (apps) que facilitan el control en tiempo real y la toma de decisiones. Así, de un simple control lechero o de un dato de análisis de tanque nos genera un espectro, que es como una huella dactilar del producto analizado, del cual podemos obtener información tan variada como necesaria, con la ventaja de la rapidez y la posibilidad de tomar decisiones de forma rápida.

Habitualmente se analiza la leche del tanque para realizar el pago al ganadero, y el control del rendimiento lechero en ganado bovino, ovino y caprino tiene como finalidad la valoración genética de los reproductores a través de los esquemas de selección aprobados para las diferentes razas. Este instrumento de control ha contribuido a que las explotaciones lecheras sean un subsector económico de gran trascendencia dentro del sector agroalimentario en Andalucía. No obstante, con avances en la tecnología FTIR propuesta en este proyecto, el ganadero además podrá disponer de datos de eficiencia reproductiva, alimentaria e incluso de control ambiental.

Actualmente, CICAP dispone de tecnología y conocimiento en equipos FTIR. Además, se cuenta con experiencia suficiente en materia de quimiometría necesaria para el desarrollo de modelos de calibración adaptados a cada indicador objeto de estudio.

Entre los diferentes objetivos que se proponen en este proyecto se tratará la determinación individualizada de emisiones de metano por vaca, oveja o cabra en su propia leche mediante instrumentación FT-IR. Al mismo tiempo, tratando de relacionar



Código Seguro de verificación: G2TPBCWJJJCF5Z2YM59AR59MZ. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento. Éste documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica. Para comprobar la validez y autenticidad de este documento, puede acceder a la dirección: <https://sica2.cica.es/investigacion/public/verifyGrantForm.jsf> indicando el CSV especificado.

FIRMADO POR:	RICARDO JESUS MARIA DELGADO VIZCAINO - 75697789M		
ID. FIRMA	154143537053211852	FECHA Y HORA	05/11/2018 17:44
SERVIDOR	@firma v6 - Junta de Andalucía	PÁGINA	5/26



154143537053211852

los resultados obtenidos de este parámetro ambiental con la alimentación de cada animal, así como la composición de ácidos grasos en leche. De este modo, el ganadero podría conocer la eficiencia metabólica de sus animales con respecto al cuidado del medioambiente y las características de calidad de la leche producida.

Antecedentes

Cuando la radiación infrarroja incide sobre una muestra, es capaz de provocar cambios en los estados vibracionales de las moléculas constituyentes de la misma. La absorción de radiación por parte de una muestra es indicativa del tipo de enlaces y grupos funcionales presentes. Cuando la radiación atraviesa una capa de sólido, un líquido o un gas, ciertas frecuencias pueden ser selectivamente eliminadas por absorción, un proceso en el que la energía electromagnética se transfiere a los átomos, iones o moléculas que componen la muestra. La absorción provoca que estas partículas pasen de su estado normal a temperatura ambiente, o estado fundamental, a uno o más estados excitados de energía superior. Con este fin se, realiza experimentalmente una representación gráfica de la absorbancia en función de la longitud de onda o frecuencia. La ley de Lambert-Beer expone que para una radiación monocromática, la absorbancia es directamente proporcional al camino óptico b a través del medio y la concentración c de la especie absorbente y ϵ es la constante de absorptividad molar:

Tanto desde el punto de vista instrumental como de sus aplicaciones, es conveniente dividir la región infrarroja en tres regiones denominadas infrarrojo cercano (NIR), infrarrojo medio (MIR) e infrarrojo lejano (FIR). La gran mayoría de las aplicaciones analíticas clásicas de la espectroscopia infrarroja se basan en el empleo del infrarrojo medio (4000-600 cm^{-1}) y el infrarrojo cercano (13000-3300 cm^{-1}), que proporciona la posibilidad de convertir esta técnica en una técnica cuantitativa. La técnica de transformada de Fourier, que permite mediante una operación matemática, convertir un espectro en dominio del tiempo a un espectro en dominio de frecuencia, permite la obtención de espectros de forma rápida, precisa y con relaciones Señal/Ruido (S/N) elevadas.

La espectroscopia en la región del infrarrojo medio (IRM) es una de las técnicas analíticas disponibles más importantes para conseguir información sobre aspectos cualitativos y cuantitativos de analitos en tiempo real. Una razón fundamental para el atractivo de la espectroscopia infrarroja es la espectroscopia de transformada de Fourier (FT-IR) que fue desarrollada para superar las limitaciones encontradas con los instrumentos dispersivos. De este modo, la técnica FT-IR ha conseguido para la espectroscopia infrarroja una significativa ventaja práctica. Ha hecho posible el desarrollo de muchas nuevas técnicas, [como FTIR-CA (de camino abierto) y FTIR-RTA (de reflectancia total atenuada)] que fueron diseñadas para solucionar los desafíos que eran planteados a la técnica. Se puede decir que ha hecho del uso del análisis infrarrojo casi una técnica sin límites. La mayoría de las aplicaciones citadas aquí se han obtenido usando espectrómetros portátiles lo que da idea de que se ha superado el principal problema de los espectrómetros de la transformada de Fourier,



Código Seguro de verificación: G2TPBCWJJJCF5Z2YM59AR59MZ. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento. Éste documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica. Para comprobar la validez y autenticidad de este documento, puede acceder a la dirección: <https://sica2.cica.es/investigacion/public/verifyGrantForm.jsf> indicando el CSV especificado.

FIRMADO POR:	RICARDO JESUS MARIA DELGADO VIZCAINO - 75697789M		
ID. FIRMA	154143537053211852	FECHA Y HORA	05/11/2018 17:44
SERVIDOR	@firma v6 - Junta de Andalucía	PÁGINA	6/26



154143537053211852

esto es, su tamaño y precio.

Las aplicaciones de la espectroscopia del infrarrojo medio en el sector ganadero y lechero son bastantes amplias. . Hewavitharama y van Brakel y col. 1997 describen un método de espectroscopia FT-IR para la determinación de la caseína de la leche. El espectro de FT-IR fue realizado para las muestras de leche homogeneizada mantenidas a una temperatura de 40 °C. Los parámetros de obtención de datos, así como la resolución y los tipos de espectros de fondo, fueron estudiados para lograr las condiciones óptimas. Dos métodos quimiométricos, mínimos cuadrados parciales y regresión en componentes principales se usaron para el procesado de datos. Los mejores resultados se obtuvieron usando una resolución de 4 cm⁻¹ con calibración sobre las regiones del espectro 3000-2800, 1600- 1500 y 1300-1000 cm⁻¹.

Un estudio quimiométrico sobre la predicción de los principales aspectos nutricionales de la leche ha sido llevado a cabo por Iñón y col. 2004, usando la espectroscopia IRTF junto con la reflectancia total atenuada (RTA). Se hicieron medidas de todas las muestras de leche disponibles en el mercado, entera, semidesnatada, desnatada, con calcio y vitaminas o modificadas con la alteración de lípidos o la composición de grasas. Pappas y col. 2008 presentan un estudio sobre la diferenciación de leche de cabra y oveja por espectroscopia infrarroja de reflectancia difusa con transformada de Fourier (RD FT-IR). Cuarenta y nueve muestras de leche griega de cabra y 38 de oveja fueron analizadas. Los resultados mostraron que la técnica se revela útil para la diferenciación de los dos tipos de leche. Woodcock y col. 2008 presentan un estudio sobre el uso de la espectroscopia en el infrarrojo medio en el control de autenticidad y calidad de los quesos. En este estudio se revisan las recientes investigaciones y se comparan las bases de los diseños experimentales, además se comparan los distintos métodos quimiométricos empleados en los procesos de control de calidad en la manufactura de los quesos. Martín del Campo y col. 2007 describen la aplicación de la espectroscopia en el infrarrojo medio para la caracterización de las diferentes etapas de maduración del queso camembert. Lucia y col. 2001 informan sobre el uso de la espectroscopia FT-IR en el estudio de la actividad proteolítica del hongo *Yarrowia lipolytica* en los procesos de maduración del queso.

Subramanian y col. 2007 presentan la espectroscopia FT-IR como un método para clasificar los quesos cheddar en función de su sabor. Karoui y col. 2001 describen el uso de la espectroscopia FT-IR como un método para determinar el origen geográfico de los quesos suizos Gruyère y L'Etivaz. En el estudio se detalla el uso de la técnica para diferenciar las diferentes altitudes donde pueden ser elaborados los quesos. En otro estudio, estos mismos autores 2006 hacen uso de la espectroscopia en el infrarrojo medio para la determinación de algunos parámetros químicos (el nitrógeno total, el nitrógeno soluble en agua y el nitrógeno no procedente de proteína) de los quesos emmenthal europeos.



Código Seguro de verificación: G2TPBCWJJJCF5Z2YM59AR59MZ. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento. Éste documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica. Para comprobar la validez y autenticidad de este documento, puede acceder a la dirección: <https://sica2.cica.es/investigan/public/verifyGrantForm.jsf> indicando el CSV especificado.

FIRMADO POR:	RICARDO JESUS MARIA DELGADO VIZCAINO - 75697789M		
ID. FIRMA	154143537053211852	FECHA Y HORA	05/11/2018 17:44
SERVIDOR	@firma v6 - Junta de Andalucía	PÁGINA	7/26
 154143537053211852			

En el caso de la leche, Gemblour y col, están realizando numerosos estudios para el desarrollo de modelos de predicción a partir de los espectros MIR almacenados en el marco del proyecto OptimMIR en el que participan diversos países a nivel europeo para poder aportar información y desarrollar modelos para predecir parámetros de calidad, propiedades tecnológicas de la leche para el desarrollo de productos lácteos, detección de contaminantes e incluso identificación de orígenes de la leche a través de la proporción de los diferentes ácidos grasos presentes en la grasa láctea.

En fin, son múltiples las posibilidades a investigar para mejorar la eficiencia productiva del sector lechero andaluz.

Existe una gran variedad de compuestos químicos que por diferentes vías pueden llegar a los productos alimenticios que se consumen cada día. Dentro de éstos se encuentran productos como plaguicidas, medicamentos veterinarios, micotoxinas y acrilamida, para los cuales el empleo de la espectrometría de masas ha posibilitado una detección rápida y fiable, permitiendo determinar dichos compuestos por debajo de los límites regulados por los organismos oficiales en un tiempo de análisis relativamente corto.

Otro grupo que está cobrando una gran importancia en los últimos años son los productos farmacológicos y promotores del crecimiento dentro del sector veterinario. Estos productos ayudan a controlar las infecciones bacterianas de los animales y a preservar su salud y crecimiento. Estas medicaciones son administradas a través del agua o como aditivos en los piensos. La aparición de residuos veterinarios indeseados en los productos de alimentación se debe a la administración de medicamentos prohibidos, o a un uso inadecuado, sin respeto de los plazos de seguridad de medicamentos permitidos. Dentro de los distintos fármacos de uso veterinario se pueden distinguir numerosas clases, entre las que destacan las sulfonamidas, quinolonas, tetraciclinas, macrólidos y antihelmínticos. Tanto las tetraciclinas, quinolonas y macrólidos son agentes bacterianos de amplio espectro y su presencia en los alimentos de origen animal supone un riesgo para la salud, ya que pueden resultar tóxicos y dar lugar a reacciones de resistencia bacteriana que a través de la cadena alimentaria puede ser transferida a los consumidores. De igual forma, los antihelmínticos están considerados como unos poderosos agentes antiparasitarios, mientras que las sulfonamidas son un potente grupo bacteriostático potencialmente carcinógeno.

Dentro de las sustancias tóxicas que pueden aparecer de forma natural en los alimentos se encuentran las micotoxinas, que son metabolitos secundarios tóxicos producidos por hongos en alimentos y derivados bajo ciertas condiciones ambientales. El crecimiento de estos hongos y la aparición de las micotoxinas puede ocurrir en cualquiera de las etapas que recorren los alimentos: antes de la recogida, tras la cosecha, durante el almacenamiento, durante el procesado o al comerlos, debido a condiciones ambientales extremas y afectando a la calidad de los alimentos. Existen diferentes tipos de micotoxinas, entre las más importantes encontramos: la patulina



Código Seguro de verificación: G2TPBCWJJJCF5Z2YM59AR59MZ. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento. Éste documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica. Para comprobar la validez y autenticidad de este documento, puede acceder a la dirección: <https://sica2.cica.es/investigacion/public/verifyGrantForm.jsf> indicando el CSV especificado.

FIRMADO POR:	RICARDO JESUS MARIA DELGADO VIZCAINO - 75697789M		
ID. FIRMA	154143537053211852	FECHA Y HORA	05/11/2018 17:44
SERVIDOR	@firma v6 - Junta de Andalucía	PÁGINA	8/26



154143537053211852

(manzanas), las aflatoxinas (frutos secos, maíz, especias), la ocratoxina A (cereales, especias, vino, cerveza, zumos,..), los tricotecenos (cereales), zearalanona (maíz) o la fumonisina (maíz). Las micotoxinas pueden causar una diversidad de efectos tóxicos en humanos y animales. Actualmente se ha demostrado que algunos de estos tóxicos son cancerígenos, genotóxicos y pueden afectar al hígado, riñón y al sistema inmunológico. Por ejemplo, se piensa que la ingesta continuada de aflatoxinas está relacionada con el cáncer de hígado en personas afectas por la hepatitis B. Así se considera la aflatoxina B₁ como uno de los agentes causantes del cáncer de hígado más potentes junto a la M₁, que es un carcinógeno genotóxico de especial relevancia para aquellos consumidores habituales de leche.

Por otro lado, existen ciertos tóxicos que pueden aparecer como resultado del cocinado de los alimentos, los cuales no provienen de una aportación directa intencionada, sino como consecuencia de las reacciones químicas que tienen lugar cuando los productos alimenticios se someten a temperaturas elevadas. Entre estos tóxicos cabe destacar la acrilamida y los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs). La acrilamida se forma cuando alimentos con alto contenido en carbohidratos y bajo en proteínas son procesados o cocinados a altas temperaturas. Los principales alimentos en los que aparece son las patatas fritas, el café, los pasteles, pan y tostadas. En cuanto a los efectos tóxicos de esta sustancia diferentes estudios han demostrado que una exposición prolongada puede ocasionar daños en el sistema nervioso, sistema reproductivo y en el material genético, además de considerarse como una molécula con propiedades carcinogénicas y mutagénicas²³. Pero a pesar de esto, se ha llegado a la conclusión de que la mayoría de estos efectos son improbables en el ser humano si se tiene en cuenta que el promedio de consumo es muy reducido.

Por otro lado, los PAHs son un grupo muy elevado de compuestos, más de 100 familias diferentes, los cuales entran a formar parte de los denominados compuestos orgánicos persistentes (COPs). Esto se debe a la capacidad de mantenerse estables durante largos períodos de tiempo sin alterar sus propiedades tóxicas. Los PAHs tienen su origen en la combustión incompleta de la materia orgánica y pueden llegar a los alimentos como resultado de la contaminación ambiental, los procesos de secado y ahumado, además de por el proceso de cocinado a elevadas temperaturas con contacto directo con el fuego. Los principales impactos de los PAHs en la salud humana se centran en sus propiedades genotóxicas, es decir causan daños al material genético (teratogénicas, mutagénicas y carcinogénicas). Los más potentes carcinógenos son el benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno y el dibenz(ah)antraceno.

Finalmente conviene destacar la presencia de contaminantes ambientales en alimentos. De esta forma, las dioxinas y los bifenilos policlorados (PCBs) son un grupo de productos químicos tóxicos y persistentes entre cuyos efectos en la salud humana y el medio ambiente se incluyen la toxicidad dérmica, la inmunotoxicidad, los efectos reproductivos, los efectos perturbadores del sistema endocrino y los efectos cancerígenos. Las dioxinas son principalmente subproductos no intencionales de una



Código Seguro de verificación: G2TPBCWJJJCF5Z2YM59AR59MZ. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento. Éste documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica. Para comprobar la validez y autenticidad de este documento, puede acceder a la dirección: <https://sica2.cica.es/investigacion/public/verifyGrantForm.jsf> indicando el CSV especificado.

FIRMADO POR:	RICARDO JESUS MARIA DELGADO VIZCAINO - 75697789M		
ID. FIRMA	154143537053211852	FECHA Y HORA	05/11/2018 17:44
SERVIDOR	@firma v6 - Junta de Andalucía	PÁGINA	9/26



154143537053211852

serie de procesos químicos, así como de casi todos los procesos de combustión, mientras que los PCB son sustancias producidas intencionalmente, que han sido fabricados durante décadas antes de su prohibición debida a su toxicidad, persistencia y efectos bioacumulativo. La vía de exposición principal de la población a éste tipo contaminantes es a través de los alimentos, más concretamente el pescado y el marisco. Los suelos, los sedimentos y el entorno acuático son depósitos importantes dada la persistencia de estos contaminantes en el medio ambiente. La vía más importante de exposición humana a las dioxinas es el consumo de alimentos y los productos derivados del pescado.

Como se ha visto, existen una variedad de compuestos químicos que por diferentes vías pueden llegar a los productos alimenticios que se consumen cada día. Éstos pueden considerarse como microcontaminantes, ya que la concentración a la que se pueden encontrar es muy baja a nivel de traza. Sin embargo, a pesar de esto, está completamente demostrada su peligrosidad para los consumidores. Así, los organismos legislativos europeos como la EFSA han tomado medidas para fijar los límites máximos a los que se pueden encontrar estas sustancias en cada tipo de alimento.

Las exigentes legislaciones actuales que limitan la presencia de estos compuestos a unas concentraciones realmente bajas, de trazas, como se ha comentado anteriormente, requieren de potentes herramientas instrumentales que permitan detectar su presencia a esos niveles. De ahí, la importancia que ha adquirido la cromatografía tanto de gases como de líquidos acoplada a detectores de espectrometría de masas, ya que son equipos tecnológicos de extraordinaria sensibilidad y capacidad para identificar y confirmar la presencia estos compuestos con un elevado grado de seguridad.

Existen numerosas publicaciones donde se pone de manifiesto la capacidad de la espectrometría de masas para la determinación de estos contaminantes en alimento. De forma general, se puede indicar que la metodología a utilizar se divide en varias etapas que comprenden la extracción de analitos de la muestra; etapa de limpieza o “clean-up”, para eliminar una parte importante de los interferentes, separación de los distintos compuestos mediante técnicas cromatográficas (GC o LC) y, finalmente, una detección sensible y selectiva mediante espectrometría de masa

2.1. Adecuación a las prioridades del Plan Andaluz de investigación PAIDI 2020

El Plan Andaluz de Investigación PAIDI 2020 tiene como misión Convertir el Sistema de Ciencia-Tecnología e Innovación Andaluz en un motor de desarrollo socio económico que permita a Andalucía mejorar la cohesión social y territorial impulsando la competitividad empresarial y potenciando la rentabilidad social, ambiental, cultural y económica de la ciencia y el conocimiento en general.



Código Seguro de verificación: G2TPBCWJJJCF5Z2YM59AR59MZ. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento. Éste documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica. Para comprobar la validez y autenticidad de este documento, puede acceder a la dirección: <https://sica2.cica.es/investigan/public/verifyGrantForm.jsf> indicando el CSV especificado.

FIRMADO POR:	RICARDO JESUS MARIA DELGADO VIZCAINO - 75697789M		
ID. FIRMA	154143537053211852	FECHA Y HORA	05/11/2018 17:44
SERVIDOR	@firma v6 - Junta de Andalucía	PÁGINA	10/26



154143537053211852

La visión estratégica del programa PAIDI es lograr que Andalucía escale posiciones acercándose en 2020 a los niveles de los territorios europeos más avanzados, alcanzando un mayor grado de competitividad a través de un Sistema de Ciencia-Tecnología Innovación excelente capaz de garantizar niveles de progreso y bienestar social satisfactorios para sus habitantes.

Dentro de las prioridades del RIS3 de Andalucía, CICAP centra sus acciones en la Prioridad 6: Agroindustria y Alimentación Saludable. Línea prioritaria desde los inicios de CICAP en el año 2007, concretamente desarrollada en la línea 64, Innovación en procesos y productos de las industrias alimentarias. Esta línea de acción basada en la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación, centrandose en tres direcciones de trabajo: las industrias vinculadas a la producción alimentaria intensiva, el aumento del valor añadido de la producción agroindustrial y la producción ecológica, en las cuales encuadra directamente las acciones solicitadas en el proyecto.

La presente propuesta se adapta a las prioridades del Plan Andaluz de Investigación 2020 al tratar de mejorar la eficiencia productiva del sector ganadero lechero andaluz, mediante el uso de herramientas que nos permitan obtener gran cantidad de información de parámetros productivos, sanitarios y de seguridad alimentaria

2.2. Existencia o no de infraestructuras similares en Andalucía

En Andalucía, y más concretamente en las provincias de Córdoba, Granada y Cádiz existen equipamientos similares en los laboratorios oficiales de la Junta de Andalucía que se utilizan para la realización del Control del Rendimiento lechero Oficial, sin embargo, ninguno de ellos dispone de herramientas para poder aprovechar la gran cantidad de datos generados y almacenados e investigar en el desarrollo de aplicaciones para mejorar la eficiencia productiva del sector ganadero vacuno lechero andaluz.

En CICAP, aparte del conocimiento de su equipo humano altamente cualificado y preparado para dar un servicio óptimo al cliente, disponen en sus instalaciones con equipamiento, aunque son modelos antiguos que actualmente se encuentran incluso descatalogados, a pesar de que en CICAP sigan en uso.

Durante los últimos años, CICAP ha participado en proyectos en los que se ha especializado en herramientas Big Data como el caso del proyecto Big Dairy en el que se están implantando sensores en explotaciones de vacuno de leche para monitorizar todos los eventos vinculados a alimentación, producción, reproducción y bienestar animal. Dentro de este proyecto se ha creado una base de datos para desarrollar



Código Seguro de verificación: G2TPBCWJJJCF5Z2YM59AR59MZ. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento. Éste documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica. Para comprobar la validez y autenticidad de este documento, puede acceder a la dirección: <https://sica2.cica.es/investigacion/public/verifyGrantForm.jsf> indicando el CSV especificado.

FIRMADO POR:	RICARDO JESUS MARIA DELGADO VIZCAINO - 75697789M		
ID. FIRMA	154143537053211852	FECHA Y HORA	05/11/2018 17:44
SERVIDOR	@firma v6 - Junta de Andalucía	PÁGINA	11/26



154143537053211852

modelos predictivos que alerten al ganadero sobre posibles problemas en su explotación y le faciliten su trabajo y la gestión de la explotación. También se está trabajando en proyectos como Multidetec en los que se están desarrollando herramientas para detección de patógenos en producción primaria.

CICAP desde el año 2009, lleva trabajando en el sector lechero andaluz, cuenta en sus instalaciones con un laboratorio de leche acreditado por ENAC con el número 876/LE1704 autorizado por el MAPAMA para la subida a la base de datos de letra Q de los resultados de pago por calidad de leche cruda. Ha participado desde su creación en diversos proyectos de investigación aplicado a la leche y los productos lácteos: Capritec, Biofoss, Leca y RTA.

2.3. Proyección al tejido productivo

Córdoba es la provincia andaluza donde la ganadería tiene más peso. La producción ganadera aporta como media el 18 por ciento de toda la producción agraria de la provincia, con más de 270 millones de euros en 2017. Se trata de una ganadería predominantemente extensiva, ligada a la dehesa, con sectores de importancia como el ovino, vacuno de leche, vacuno de carne o el cerdo ibérico.

La provincia de Córdoba cuenta con más de 360.000 hectáreas de dehesa, de las cuales la mayoría se encuentra en el Valle de los Pedroches, donde se concentra la mayor parte de los efectivos ganaderos de la provincia: vacuno de leche (92%), vacuno de carne (72%), ovino (65%) y porcino ibérico (57%). La provincia también es líder destacado en el sector lácteo, con más de la mitad de la producción lechera andaluza, gracias, entre otros, al liderazgo de la Cooperativa Ganadera del Valle de los Pedroches.

La provincia de Córdoba continúa manteniendo el liderazgo regional en el sector del vacuno de leche, con casi un 60% del censo andaluz de vacas lecheras, la mayoría de las cuales se concentran en Los Pedroches y están ligadas a la cooperativa COVAP. Aunque también hay explotaciones en torno a la cooperativa Virgen de la Alcantarilla, de Belalcázar, y a la cooperativa San Francisco de Borja, de Fuente Palmera.

El impacto del fin de las cuotas lácteas el 31 de marzo del año 2015 trajo consigo un descenso de explotaciones, pero al mismo tiempo un aumento de la producción y la calidad de las que han sobrevivido, que han ido adaptándose para ser más competitivas. No obstante, el año 2017 se entregaron 329,7 millones de kilos de leche, frente a los 297,2 millones del 2014. Así mismo, las entregas mensuales por productor han pasado de 61.777 toneladas de promedio en el 2014 a 69.593 toneladas en el 2016. El incremento de la producción está ligado también a un aumento de las vacas lecheras, desde las 34.881 cabezas registradas en el 2014 a las 36.769 del 2017.

Por todo esto, dotar a CICAP con el equipamiento solicitado, colocaría al sector lácteo andaluz a la vanguardia de la innovación. En resumen, CICAP es un



Código Seguro de verificación: G2TPBCWJJJCF5Z2YM59AR59MZ. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento. Éste documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica. Para comprobar la validez y autenticidad de este documento, puede acceder a la dirección: <https://sica2.cica.es/investigacion/public/verifyGrantForm.jsf> indicando el CSV especificado.

FIRMADO POR:	RICARDO JESUS MARIA DELGADO VIZCAINO - 75697789M		
ID. FIRMA	154143537053211852	FECHA Y HORA	05/11/2018 17:44
SERVIDOR	@firma v6 - Junta de Andalucía	PÁGINA	12/26



154143537053211852

instrumento que ayuda a los productores del sector agroalimentario a ser pioneros en su ámbito y con ello, ser más eficientes y productivos, asegurado así su sostenibilidad y posicionándolos dentro de los distintos mercados agropecuarios en el ámbito nacional e internacional.

2.4. Proyección internacional de la propuestas

La presente memoria se plantea con el objetivo de obtener tecnología e infraestructura para conseguir una caracterización completa de la leche y productos lácteos obteniéndose una mayor información que permita describir el comportamiento de ambos ante determinados factores y evaluar de este modo alteraciones físicas, químicas, biológicas o sensoriales, condiciones de homogeneidad y/o estabilidad. De este modo, los requisitos legales exigidos actualmente en materia de calidad y seguridad alimentaria por distintas entidades nacionales e internacionales podrían ser alcanzados con mayor celeridad y certeza.

Al mismo tiempo, se pretende ligar esta tecnología dirigida al diagnóstico de enfermedades in situ de la leche, predicción de la gestación de animales en las explotaciones ganaderas, presencia de antibióticos y adulterantes, etc.

Con este proyecto se dotaría al sector ganadero y a la industria láctea de capacidad suficiente para predecir, controlar y mejorar tanto la calidad y seguridad alimentaria como la productividad de las explotaciones, mejorando en eficiencia y minimizando costes. La legislación europea contempla actualmente un Reglamento donde se marcan las pautas para realizar los controles de calidad en productos lácteos y cuáles son los parámetros que deben ser analizados para garantizar la calidad y seguridad alimentaria del producto. El cumplimiento de dicho Reglamento es indispensable para optar a la exportación de leche y productos lácteos hacia otros países. De manera paralela, algunos países aplican normativas ajustadas a la legislación europea que pueden no estar alineadas con las pautas de producción, controles o el tipo de producto que desarrollan las industrias.

Las posibilidades desde el punto de vista de I+D son numerosas dada la creciente demanda de nuevos productos sanos, funcionales y de mayor calidad, lo que amplía las posibilidades de transformar la leche, mantequilla, nata y otros productos, en productos innovadores.

El rol de CICAP como centro de investigación vinculado a una de las principales comarcas ganaderas de España va a permitir un know-how en materia de Big Data, así como puesta a punto de sensores aplicados a la industria que permitirá incrementar la oferta de servicios a otras empresas, no sólo del sector lácteo, individualizado según las necesidades de cada empresa, independientemente de la legislación de su país, puesto que el servicio estándar sería adaptado en función de sus principales requisitos.



Código Seguro de verificación: G2TPBCWJJCF5Z2YM59AR59MZ. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento. Éste documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica. Para comprobar la validez y autenticidad de este documento, puede acceder a la dirección: <https://sica2.cica.es/investigan/public/verifyGrantForm.jsf> indicando el CSV especificado.

FIRMADO POR:	RICARDO JESUS MARIA DELGADO VIZCAINO - 75697789M		
ID. FIRMA	154143537053211852	FECHA Y HORA	05/11/2018 17:44
SERVIDOR	@firma v6 - Junta de Andalucía	PÁGINA	13/26



154143537053211852

Las relaciones actuales de CICAP con grupos de investigación, universidades y empresas de otros países gracias al histórico de proyectos y servicios llevados a cabo, así como las buenas relaciones mantenidas y afianzadas en el tiempo con otras empresas y con actuales distribuidores a nivel internacional, permiten optar a nuevos mercados objetivo, o conocer al menos, las potencialidades de los mismos.

De este modo, siendo conscientes de la globalización y la mayor implicación política, social, cultural y comunicación, se pretende que los proyectos de investigación que se desarrollen con la tecnología solicitada hagan del centro un punto de referencia internacional en el ámbito de la comunidad científica.

El presente proyecto permitirá a CICAP colaborar con el proyecto europeo OptiMir, liderado por la Universidad de Liege, Bélgica aportando espectros e información.

3. Resultados esperados, difusión y explotación

La aplicación de sensores como herramientas ágiles y eficientes, con especial interés en aquellos de tipo no destructivo, supone una alternativa novedosa a las metodologías rutinarias empleadas para el control de calidad. Por ello, la implementación de estas técnicas supone actualmente una de las principales áreas de innovación a la hora de abordar la mejora de la eficiencia productiva del sector ganadero. Las características que otorgan a estas técnicas su potencial innovador residen en su elevada velocidad de muestreo, su respuesta en tiempo real (que posibilita llevar a cabo una rápida toma de decisión) y la facilidad para integrarlas en la línea de procesado. Estas características hacen, tanto de la espectroscopia de FT-IR como la citometría de flujo, unas metodologías idóneas para el desarrollo de técnicas de diagnóstico que garanticen la calidad de los alimentos, incluyendo la leche y sus productos derivados, y la determinación de otros parámetros de interés en el sector ganadero. Su capacidad para analizar la totalidad del producto elaborado elimina posibles errores de muestreo y proporciona una garantía de calidad y seguridad.

En lo que respecta a la leche y sus productos derivados, el desarrollo de sensores para la detección temprana de alteraciones en la leche es un campo de innovación de máxima actualidad como demuestra el elevado número de aplicaciones publicadas en los últimos años.

Otras aplicaciones recientes basadas en la incorporación de sensores para la evaluación de la calidad de la leche y los productos lácteos han sido la detección del pH en tiempo real, la detección y cuantificación de la desnaturalización de la leche. Atendiendo al control de procesos en la industria láctea, sensores basados en la aplicación de ultrasonidos han sido empleados para la monitorización del almacenamiento y producción industrial de leche, incluyendo las fases necesarias para su pasteurización, homogenización, fermentación y extracción, así como para la detección de adulteraciones del producto final.



Código Seguro de verificación: G2TPBCWJJJCF5Z2YM59AR59MZ. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento. Éste documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica. Para comprobar la validez y autenticidad de este documento, puede acceder a la dirección: <https://sica2.cica.es/investigan/public/verifyGrantForm.jsf> indicando el CSV especificado.

FIRMADO POR:	RICARDO JESUS MARIA DELGADO VIZCAINO - 75697789M		
ID. FIRMA	154143537053211852	FECHA Y HORA	05/11/2018 17:44
SERVIDOR	@firma v6 - Junta de Andalucía	PÁGINA	14/26



154143537053211852

Por otro lado, las aplicaciones de estas técnicas no se restringen únicamente a la determinación de parámetros físicos, químicos o biológicos, también se han abordado con éxito la aplicación de sensores no destructivos al análisis sensorial de la leche y los productos lácteos. Dentro del presente proyecto en CICAP se desarrollarán metodologías para la predicción de atributos sensoriales positivos y negativos en leche mediante la utilización de espectroscopia de infrarrojo medio (FT-MIR).

Las tecnologías basadas en la implementación de sensores que serán acometidas de este proyecto supondrán una revolución en el campo de la calidad y la seguridad alimentaria de la leche y productos derivados, asegurando la recepción y transformación de leche libre de peligros químicos, físicos y biológicos específicos que asegurarán la obtención de un producto de calidad óptima, agilizando la liberación de los lotes de producción y minimizando la eliminación de producto debido a la detección de incidencias en las fases finales de producción. Además, la gran cantidad de datos generados por estos instrumentos alimentarán la base de datos de mejora de procesos de la industria láctea, de forma que se utilizarán para mejorar la eficiencia de los procesos de producción y el desarrollo de modelado y simulación de procesos.

Difusión

En cuanto a la difusión de los resultados obtenidos, se espera que la realización de las actividades descritas en este proyecto tenga un efecto directo inmediato sobre el sector ganadero de vacuno de leche debido al desarrollo de herramientas que permitan la toma de decisiones y mejora de parámetros sanitarios, productivos, etc.

Los resultados obtenidos serán expuestos en jornadas enfocadas al sector lácteo y se presentaran en conferencias técnicas especializadas y que permitan hacer llegar los avances obtenidos a otros ganaderos a lo largo del territorio nacional. Para ello, se plantea generar al menos una jornada de difusión para la presentación de los resultados obtenidos, descripción de líneas principales desarrolladas y objetivos alcanzados a finalización del proyecto donde se evaluarán las estrategias innovadoras abordadas, incluyendo casos de éxito. Del mismo modo, no se descarta que los resultados obtenidos sean también de utilidad a otros sectores productivos similares.

Además, de forma paralela a estas jornadas, y dentro del plan de trabajo propuesto se incluyen acciones de transferencia específicas entre las que podemos mencionar:

- a) Publicación de notas de prensa de las actividades realizadas y aplicación de resultados que serán enviadas a medios de comunicación generales y especializados.
- b) Incorporación en la página web de CICAP de los aspectos relacionados con los objetivos, directrices del proyecto de innovación, fuentes de financiación, así como noticias y publicaciones de actualidad relacionadas con la materia a abordar.



Código Seguro de verificación: G2TPBCWJJJCF5Z2YM59AR59MZ. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento. Éste documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica. Para comprobar la validez y autenticidad de este documento, puede acceder a la dirección: <https://sica2.cica.es/investigacion/public/verifyGrantForm.jsf> indicando el CSV especificado.

FIRMADO POR:	RICARDO JESUS MARIA DELGADO VIZCAINO - 75697789M		
ID. FIRMA	154143537053211852	FECHA Y HORA	05/11/2018 17:44
SERVIDOR	@firma v6 - Junta de Andalucía	PÁGINA	15/26



154143537053211852

c) Los diferentes logros conseguidos serán difundidos a través de redes sociales (Facebook, Twitter).

Por otro lado, los resultados obtenidos y los casos de éxito recogidos durante la ejecución de este proyecto serán presentados en congresos especializados en el ámbito de la innovación del sector lácteo que permitirán contrastar los resultados obtenidos con estudios similares. Durante esta actividad se pondrá especial interés en aquellas iniciativas que potencien la transferencia de resultados a nivel nacional implicando a distintas comunidades autónomas.

También se potenciará el desarrollo de publicaciones de divulgación científica enfocadas al sector agropecuario, o sectores afines, que puedan beneficiarse de las estrategias innovadoras evaluadas en este estudio (pe. Producción Animal, Tierras, Vacuno de élite etc.) y que generen un impacto dentro del sector lácteo, se utilizarán aplicaciones informáticas, se publicará en las revistas de comunicación interna para los ganaderos o revistas de divulgación del sector, y los resultados podrán formar parte además de artículos científicos.

Por último, se pondrá en valor la explotación de los resultados obtenidos en leche mediante investigaciones desarrolladas con innovación tecnológica e instrumentación en sensores no destructivos basados en técnicas FT-IR y citometría de flujo. Además, con los resultados se tratará de poner a punto un servicio I+D para participar en diferentes programas de proyectos, vinculación con universidades, generación de sinergias con otras entidades, publicaciones científicas, etc. De este modo, constituyendo CICAP como un centro tecnológico de referencia en el sector lácteo y ganadero.

3.1. Relación de centros o Grupos de investigación usuarios de la infraestructura

El centro está fuertemente vinculado a la Universidad de Córdoba haciendo una fuerte apuesta para ser el socio estratégico del Campus de Excelencia Ceia3, apoyando a este proyecto universitario en su proyección hacia las empresas agroalimentarias.

CICAP mantiene convenios con la Universidad de Córdoba para incorporar anualmente al menos 3 titulados universitarios que están cursando algún máster universitario de postgrado, con perfil investigador o profesional.

Por otro lado, el laboratorio de CICAP incorpora cada anualidad personal de prácticas de diferentes ciclos formativos.

Además, CICAP cuenta también con un convenio de colaboración con el IFAPA de Hinojosa para el “Control de calidad de quesos madurados sin lactosa”.

Igualmente, se han firmado convenios con las Universidades de Extremadura y



Código Seguro de verificación: G2TPBCWJJJCF5Z2YM59AR59MZ. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento. Éste documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica. Para comprobar la validez y autenticidad de este documento, puede acceder a la dirección: <https://sica2.cica.es/investigan/public/verifyGrantForm.jsf> indicando el CSV especificado.

FIRMADO POR:	RICARDO JESUS MARIA DELGADO VIZCAINO - 75697789M		
ID. FIRMA	154143537053211852	FECHA Y HORA	05/11/2018 17:44
SERVIDOR	@firma v6 - Junta de Andalucía	PÁGINA	16/26



154143537053211852

Castilla la Mancha, incorporándose anualmente varios alumnos de dichos centros.

Anualmente se formalizan varias becas de formación procedentes de diversas entidades tales como Fundecor, CeIA3 o becas Santander.

Por otro lado, el laboratorio de CICAP incorpora cada anualidad personal de prácticas de diferentes ciclos formativos de la localidad y de la provincia (entorno a quince-veinte alumnos anualmente).

En el presente proyecto CICAP incorpora su Know-how el desarrollo e implantación de sensores no destructivos on line, at line y on site para su aplicación en procesos productivos agroindustriales y su experiencia en calidad integral de productos agroalimentarios.

3.2. Previsión del número de investigadores que trabajarán en las instalaciones

La plantilla de CICAP la conforma un equipo humano altamente cualificado que trabajan como un equipo coordinado y preparado para dar un servicio óptimo al cliente.

A día de hoy CICAP cuenta con 17 personas: 2 doctores, 8 titulados superiores y 7 analistas. Cabe destacar, la presencia de dos doctores en Veterinaria. Todo el personal de CICAP está dedicado a la I+D+i. Los investigadores de CICAP conforman el grupo del plan andaluz de investigación (PAI) AGR 263.

En adicción, CICAP mantiene convenios de colaboración con distintos grupos de investigación de la Universidad de Córdoba, Granada, Badajoz, Ciudad Real y con instituciones como el Instituto de Investigación y Formación Agraria (IFAPA) de Hinojosa del Duque.

3.3. Protocolo de uso de infraestructura y oferta de servicios

Como consecuencia de la función investigadora, CICAP dispone de diferentes equipos de investigación en sus laboratorios, presenta relación con otros Centros de Investigación, entidades privadas y otras estructuras de investigación. Por tanto, respecto a la financiación de estas infraestructuras se dispondría de nuevos equipamientos para el apoyo y cobertura a las futuras necesidades de proyectos I+D+i.

De este modo, se tendrían como objetivos tanto favorecer el acceso a los servicios procedentes de estos equipamientos o infraestructuras, como contribuir en la ayuda al mantenimiento del equipamiento y sus recursos asociados. Así, maximizando su aprovechamiento y aportación a la comunidad científica.



Código Seguro de verificación: G2TPBCWJJJCF5Z2YM59AR59MZ. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento. Éste documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica. Para comprobar la validez y autenticidad de este documento, puede acceder a la dirección: <https://sica2.cica.es/investigan/public/verifyGrantForm.jsf> indicando el CSV especificado.

FIRMADO POR:	RICARDO JESUS MARIA DELGADO VIZCAINO - 75697789M		
ID. FIRMA	154143537053211852	FECHA Y HORA	05/11/2018 17:44
SERVIDOR	@firma v6 - Junta de Andalucía	PÁGINA	17/26



154143537053211852

En primer lugar, se describen los diferentes pasos que se seguirán en infraestructura y equipamiento:

1. Los equipos trabajarán siempre respetando los horarios de disponibilidad del centro.
2. Se emplearán el personal suficiente para su funcionamiento. Al mismo tiempo, se le aportará al técnico la información y recursos suficientes para su manejo.
3. Los equipos se emplearán con el objetivo de fomentar conocimiento en la comunidad científica en el ámbito de sensores no destructivos, así como el desarrollo de proyectos de investigación que hagan de la instrumentación propuesta una herramienta de apoyo al sector ganadero y la Industria Láctea, etc. De este modo, tratando de hacer el centro un punto de referencia en este entorno.

A continuación, se definen los pasos que deberán seguirse para establecer el procedimiento y los costes de uso del equipamiento:

1. Presentación de Solicitud de la Prestación del Servicio

Se pondrá a disposición de los diferentes grupos de investigación una solicitud de uso. La persona responsable de la solicitud será la coordinadora del centro. La solicitud incluirá al menos la siguiente información:

- **Identificación de los equipos.** La descripción de los equipos y su ubicación. Además, se incluirá el origen de la financiación de los mismos y la justificación de la posibilidad de aplicación de los mismos en los servicios ofrecidos.
- **Necesidades de uso de equipos.** Descripción del personal técnico necesario para el uso de equipos, tanto del personal de plantilla técnico y científico, como del personal solicitante del servicio.
- **Identificación de los servicios científicos a desarrollar.** Se describirán los servicios que ofrecerán los equipos, normas de acceso y condiciones de uso.
- **Propuesta de tarifa de uso.** Se aportará una tarifa de aplicación de cada servicio. Para llevar a cabo el procedimiento para la propuesta de tarifas se realizará teniendo en cuenta los siguientes componentes:
 - o Costes de amortización del equipo.
 - o Gastos de mantenimiento.
 - o Costes de personal.
 - o Otros costes necesarios para llevar el servicio.

Al mismo tiempo, se ofrecería la posibilidad de presentar tarifas diferentes



Código Seguro de verificación: G2TPBCWJJJCF5Z2YM59AR59MZ. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento. Éste documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica. Para comprobar la validez y autenticidad de este documento, puede acceder a la dirección: <https://sica2.cica.es/investigan/public/verifyGrantForm.jsf> indicando el CSV especificado.

FIRMADO POR:	RICARDO JESUS MARIA DELGADO VIZCAINO - 75697789M		
ID. FIRMA	154143537053211852	FECHA Y HORA	05/11/2018 17:44
SERVIDOR	@firma v6 - Junta de Andalucía	PÁGINA	18/26



154143537053211852

adaptadas a cada usuario interno y externo, en cualquier caso, justificando el interés para ambas partes.

2. Aprobación por parte de la Coordinación de CICAP

3. Publicación del servicio

Una vez aprobado el listado de servicios desarrollados serán publicados en la página web de CICAP y en redes sociales para dar una mayor difusión a las actividades desempeñadas.

El laboratorio de CICAP destinado a productos lácteos dispondrá de personal que pueda recoger las demandas de los servicios ofrecidos con la instrumentación financiada, y se habilitarán formularios preferiblemente online para recibir los resultados.

Las solicitudes se gestionarán de diferente manera en caso de tratarse de demandantes internos y externos. Se considerarán usuarios internos aquellos en los que se les preste un servicio relacionado con la actividad investigadora, miembros pertenecientes a alguna estructura I+D+i, etc.

4. Descripción, características técnicas y ubicación

La instrumentación propuesta en la presente memoria es la siguiente:

- **Software FTIR Calibrator PLS Development.** FOSS. Laboratorio de Leche
- **Software FTIR Calibrator Import PLS.** FOSS. Laboratorio de Leche.
- **Analizador FOSSOMATIC 7 DC.** Nuevo sistema de diferenciación de células somáticas para un control más efectivo de la mastitis. La diferenciación de células somáticas permite distinguir neutrófilos de macrófagos y linfocitos. Laboratorio de leche. Características:
 - ✓ Measuring range: 0 – 10 mill cells/ml
 - ✓ Performance range: 0.1-1.5 mill
 - ✓ Accuracy < 10% relative mean difference from DMSCC
 - ✓ Carry-over < 1%
 - ✓ Sample types: cow's, goat's, sheep's milk and buffalo
- **Analizador MILKOSCAN 7 RM,** para el análisis físico-químico de la leche, basada en la técnica FTIR (Fourier Transform Infrared) que facilita el trabajo de calibraciones. Solución totalmente automática de gran capacidad para el análisis



Código Seguro de verificación: G2TPBCWJJCF5Z2YM59AR59MZ. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento. Éste documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica. Para comprobar la validez y autenticidad de este documento, puede acceder a la dirección: <https://sica2.cica.es/investigan/public/verifyGrantForm.jsf> indicando el CSV especificado.

FIRMADO POR:	RICARDO JESUS MARIA DELGADO VIZCAINO - 75697789M		
ID. FIRMA	154143537053211852	FECHA Y HORA	05/11/2018 17:44
SERVIDOR	@firma v6 - Junta de Andalucía	PÁGINA	19/26



154143537053211852

de la composición de la leche. FOSS. Laboratorio de leche.

Incluye:

- ✓ Pipeta
- ✓ Conveyor
- ✓ Lector código barras
- ✓ Calibraciones: presencia de agua, urea, grasa, proteína, lactosa y sólidos no grasos.

- **Analizador MilkoScan FT2.** Analizador de leche, basado en la técnica de infrarrojos que incorpora un interferómetro FTIR, proporcionando todas las ventajas de un analizador de espectro entero. FOSS. Laboratorio de leche.

Incluye:

- ✓ Milk applications
- ✓ Cream application
- ✓ Cocentrated milk application
- ✓ Infant formula
- ✓ Liquid whey calibrations
- ✓ Lims OPTIONS
- ✓ Módulo de repredicción

- **Analizador Bactoscan FC 65H** para el recuento automático y directo de bacterias en leche cruda realizando 65 muestras por hora. Las soluciones de análisis de leche cruda de FOSS cumplen los estándares de la IDF/ISO e ICAR. El BactoScan™ FC+ es el único método rápido aprobado para el recuento bacteriano en la leche cruda por EURL/Microval en Europa y NCIMS/FDA en EE. UU. El software exhaustivo cumple las Buenas prácticas de laboratorio y las herramientas de estandarización facilitan la tarea de monitorizar el rendimiento del instrumento. FOSS. Laboratorio de leche

Que incluye:

- ✓ Equipo Bactosan FC
- ✓ Conveyor. Sistema de presentación automático de las muestras
- ✓ Software FOSS Integrator. FOSS Integrator es una plataforma de software compartida compatible con otras soluciones de análisis de la leche de FOSS. En todo el laboratorio se pueden utilizar la misma interfaz de usuario, las mismas cintas transportadoras, los mismos lectores de códigos de barras, etc.



Código Seguro de verificación: G2TPBCWJJJCF5Z2YM59AR59MZ. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento. Éste documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica. Para comprobar la validez y autenticidad de este documento, puede acceder a la dirección: <https://sica2.cica.es/investigacion/public/verifyGrantForm.jsf> indicando el CSV especificado.

FIRMADO POR:	RICARDO JESUS MARIA DELGADO VIZCAINO - 75697789M		
ID. FIRMA	154143537053211852	FECHA Y HORA	05/11/2018 17:44
SERVIDOR	@firma v6 - Junta de Andalucía	PÁGINA	20/26
 154143537053211852			

Esto facilita la formación del personal del laboratorio y la manipulación, transferencia y almacenamiento de los datos. El software uniforme proporciona flexibilidad en el laboratorio. Además, la ayuda contextual disponible a través del software del FOSS Integrator proporciona soluciones y respuestas sencillas y rápidas, además de una herramienta excelente para garantizar la calidad.

- ✓ Software y lector laser para lectura de código de barras
 - ✓ Mesas del sistema
 - ✓ Sistema informático con sus soportes
 - ✓ Formación funcionamiento del equipo.
- 0... para detección de antibióticos y contaminantes en leche
 - Pipeta automática de volumen variable 100-1000µl
 - Pipeta automática de volumen variable 20-200µl
 - Pipeta automática de volumen variable 1-10µl
 - Pipeta automática multicanal de volumen variable 1-10µl
 - Pipeta automática multicanal de volumen variable 10-100µl
 - Pipeta automática multicanal de volumen variable 30-300µl

5. Metodología y plan de trabajo

A continuación, pasamos a describir de modo detallado el alcance y plan de trabajo, organizados como actividades principales y tareas, en el que se hace referencia a los métodos y procedimientos que se van a seguir para alcanzar los objetivos expuestos anteriormente.

Actividad 1. Desarrollo de métodos de análisis rápido para la predicción de factores de mejora de manejo de explotaciones.

Tarea 1.1. Se realizarán estudios para correlacionar información espectral y diferenciación celular, con los resultados del diagnóstico de mamitis, para obtener un modelo que nos permita de forma rápida, determinar si existe un problema de mamitis, intentando además vincular dichos resultados con los recuentos de bacterias obtenidos por citometría de flujo.

Tarea 1.2. Desarrollo de un modelo de predicción del estado gestacional de las vacas, tomando directamente muestras de leche del animal.

Tarea 1.3. Se realizarán estudios para obtener un modelo de predicción del balance energético de las raciones mediante el estudio de los niveles de urea excretados en la leche.



Código Seguro de verificación: G2TPBCWJJJCF5Z2YM59AR59MZ. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento. Éste documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica. Para comprobar la validez y autenticidad de este documento, puede acceder a la dirección: <https://sica2.cica.es/investigacion/public/verifyGrantForm.jsf> indicando el CSV especificado.

FIRMADO POR:	RICARDO JESUS MARIA DELGADO VIZCAINO - 75697789M		
ID. FIRMA	154143537053211852	FECHA Y HORA	05/11/2018 17:44
SERVIDOR	@firma v6 - Junta de Andalucía	PÁGINA	21/26



154143537053211852

Tarea 1.4. Se realizarán estudios para obtener un modelo de predicción de la eficiencia de animales individuales, intentando relacionar los niveles de emisión de metano excretados con la proporción de diferentes ácidos grasos en la leche.

Tarea 1.5. Desarrollo de modelos de predicción del bienestar animal, ligando el uso de sensores que relacionen condiciones ambientales de las explotaciones con la información espectral de la leche (Estrés térmico).

Actividad 2. Desarrollo de métodos de análisis rápido para la predicción de alteraciones en leche.

Tarea 2.1. Desarrollo de modelos de predicción para detección de antibióticos. El reglamento 1728/2007, establece los límites que deben cumplir la leche cruda antes de la descarga en la industria láctea en cuanto a presencia de antibióticos. Se doparán muestras de leche con distintas concentraciones de diferentes antibiótico, intentando desarrollar modelos predictivos indicativos de la contaminación.

Tarea 2.2. Determinación rápida y eficaz de glicomacropéptido (GMP) como indicador de la calidad global de la leche. El glicomacropéptido o GMP es una fracción peptídica e hidrófila de la kappa-caseína, que actúa manteniendo la caseína micelar en la leche y que se libera en gran cantidad en el suero lácteo durante la precipitación de las caseínas, acontecida por ejemplo durante la formación del cuajo en la producción del queso. Además de en aquellos procesos tecnológicos que supongan la precipitación de las caseínas, su concentración aumenta en la leche mal conservada o envejecida, debido a la acción de la flora láctica que aumenta causando procesos de proteólisis. Si bien el mercado ofrece algunos kits comerciales basados en el inmunoensayo que permiten realizar la detección de dicho compuesto por encima de niveles establecidos, aún no se han desarrollado metodologías similares que permitan cuantificar su contenido de forma rápida y precisa. Se adulterarán diferentes muestras con distintas proporciones de suero de quesería para intentar desarrollar un modelo que nos permita discriminar la presencia de GMP en leche cruda

Tarea 2.3. Detección temprana de aflatoxina M1 en leche mediante el desarrollo de modelos de predicción para implantar antes de la descarga de la leche en las industrias lácteas. Existen determinaciones relevantes desde el punto de vista de la seguridad alimentaria, como es el caso del control de la presencia de aflatoxina M1 (AFM1) como metabolito de hongos presentes en alimentación animal. A pesar de que la alimentación, pienso o la ración unifeed, suministrada a los animales está controlada por el laboratorio de la fábrica de piensos, en ocasiones existen proveedores externos o socios que pueden suministrar leche de vacas cuya alimentación no está controlada en industria. En este caso, se realizan controles de leche cruda a nivel de recepción de cisternas, utilizando kits comerciales de ELISA. Su especificidad y sensibilidad es alta, pero implica 15 minutos de preparación de la muestra y hasta dos horas o más de análisis (entre procedimientos, lavados y tiempos de incubación). Dicho control es muy



Código Seguro de verificación: G2TPBCWJJCF5Z2YM59AR59MZ. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento. Éste documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica. Para comprobar la validez y autenticidad de este documento, puede acceder a la dirección: <https://sica2.cica.es/investigacion/public/verifyGrantForm.jsf> indicando el CSV especificado.

FIRMADO POR:	RICARDO JESUS MARIA DELGADO VIZCAINO - 75697789M		
ID. FIRMA	154143537053211852	FECHA Y HORA	05/11/2018 17:44
SERVIDOR	@firma v6 - Junta de Andalucía	PÁGINA	22/26



154143537053211852

importante porque, los niveles permitidos en leche están por debajo de 50 ppt y 25 ppt en productos lácteos infantiles. Si la leche recepcionada presentara una alta carga de AFM1, y no fuera detectada, podrían incumplirse dichos umbrales en el producto acabado. Teniendo en cuenta que el control de la alimentación, en esta tarea se propone el desarrollo de un modelo de predicción para la determinación de AFM1 que estaría a disposición durante la recepción de cisternas a la industria láctea, basada en la espectroscopia MIR para su detección y cuantificación.

Tarea 2.4. Desarrollo de modelos para detectar mezclas de leche. Uno de los principales problemas de fraude que existen en las industrias lácteas en la actualidad es la no existencia de métodos de análisis que nos permitan cuantificar con éxito las diferentes mezclas de leche. Se realizarán pruebas en el laboratorio mezclando distintos tipos de leche a diferentes concentraciones para estudiar la posibilidad de desarrollar un modelo discriminante que nos indique la presencia de mezclas de leche

Actividad 3. Desarrollo de métodos de análisis rápido para la caracterización y mejora de la calidad de la leche y productos lácteos.

Tarea 3.1 Desarrollo de modelos de predicción MIR para la caracterización sensorial de leche y productos lácteos, mediante la identificación de atributos y defectos sensoriales (alteraciones). Consistirá en el desarrollo de modelos de predicción MIR para la estimación del valor de puntuación de cata así como para la identificación de atributos y defectos en leche y productos lácteos. Se desarrollarán los modelos de clasificación para la identificación de atributos y defectos y modelos de predicción para la estimación de la intensidad de cada atributo o defecto así como para la valoración final de la puntuación de cata a partir de los espectros MIR y datos sensoriales proporcionados por el panel analítico existente en CICAP

Tarea 3.2 Incorporación de sensores para la verificación de la hidrólisis de la lactosa en productos lácteos sin lactosa. La detección de la lactosa en los productos lácteos sin lactosa es hoy por hoy una de las analíticas de control de calidad más importantes para la industria láctea. Durante esta tarea se estudiarán distintas alternativas para la detección de lactosa basadas en el empleo de técnicas espectroscópicas.

Tarea 3.3. Detección temprana de alérgenos en la leche. Durante la realización de mezclas para la elaboración de los productos lácteos se utilizan ingredientes relacionados con alergias alimentarias como puede ser el aceite de pescado azul o la lecitina de soja. La adecuada organización del flujo durante este proceso es indispensable para evitar contaminaciones con estos alérgenos en productos libres de los mismos. En esta actividad se propone la utilización de sensores no destructivos basados en la espectroscopia de infrarrojo medio para la detección precoz de alérgenos en la leche. Esta nueva herramienta permitiría realizar una toma de decisión sobre el destino de la leche contaminada (eliminación o incorporación a otros procesos) y reduciría el número de incidencias asociadas a la presencia de alérgenos.



Código Seguro de verificación: G2TPBCWJJJCF5Z2YM59AR59MZ. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento. Éste documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica. Para comprobar la validez y autenticidad de este documento, puede acceder a la dirección: <https://sica2.cica.es/investigacion/public/verifyGrantForm.jsf> indicando el CSV especificado.

FIRMADO POR:	RICARDO JESUS MARIA DELGADO VIZCAINO - 75697789M		
ID. FIRMA	154143537053211852	FECHA Y HORA	05/11/2018 17:44
SERVIDOR	@firma v6 - Junta de Andalucía	PÁGINA	23/26



154143537053211852

Tarea 3.4. Desarrollo de herramientas para la predicción de alteraciones biológicas. Control de microorganismos termorresistentes a lo largo del proceso de transformación de la leche. Los microorganismos termorresistentes (HRS) son esporulados mesófilos, que producen esporas de extrema termoresistencia. Aunque la leche UHT se considera estéril, en la misma se pueden encontrar recuentos de hasta 105 UFC/ml. La tasa de formación de esporas es extremadamente baja, cuentan con un escaso metabolismo y prácticamente no hidrolizan los hidratos de carbono. Si bien se detectan enzimas proteolíticas (proteasas), apenas son activas. A pesar de ello, su reducida actividad metabólica son capaces de crecer en la escasa reserva de oxígeno que se encuentra en los envases multicapa Durante esta actividad se estudiará la posibilidad de correlacionar estas enzimas con el espectro de infrarrojo medio de estas muestras.

6. Presupuesto detallado y justificación del mismo.

Infraestructura	Justificación	Partida presupuestaria	PVP
Software FTIR Calibrator PLS Development	Software para extraer información espectral MIR	Software	4.451,79
Software FTIR Calibrator Import PLS	Software para desarrollar modelos de calibración MIR	Software	7.536,98
Analizador FOSSOMATIC 7 DC	Equipo para recuento y diferenciación de células somáticas	Equipo	126.359,85
Analizador MILKOSCAN 7 RM	Equipo para analizar parámetros físico-químicos en leche cruda. Almacenador espectros MIR	Equipo	146.335
Analizador MilkoScan FT2	Equipo para analizar parámetros físico-químicos en productos lácteos. Almacenador espectros MIR	Equipo	86.261
Analizador Bactoscan FC 130H	Equipo para recuento de microorganismos a 30°C	Equipo	306.432
HPLC MS-MS	Equipo para detección de residuos de antibióticos	Equipo	439.384
Micro pipeta 100-1000 µl	Equipo de apoyo para realización de analíticas de investigación	Pequeño material	271,71
Micro pipeta 20-200 µl	Equipo de apoyo para realización de analíticas de	Pequeño material	271,71



Código Seguro de verificación: G2TPBCWJJJCF5Z2YM59AR59MZ. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento. Éste documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica. Para comprobar la validez y autenticidad de este documento, puede acceder a la dirección: <https://sica2.cica.es/investigan/public/verifyGrantForm.jsf> indicando el CSV especificado.

FIRMADO POR:	RICARDO JESUS MARIA DELGADO VIZCAINO - 75697789M		
ID. FIRMA	154143537053211852	FECHA Y HORA	05/11/2018 17:44
SERVIDOR	@firma v6 - Junta de Andalucía	PÁGINA	24/26



154143537053211852

	investigación		
Micro pipeta 1-10 µl	Equipo de apoyo para realización de analíticas de investigación	Pequeño material	271,71
Micro pipeta multicanal 1-10µl	Equipo de apoyo para realización de analíticas de investigación	Pequeño material	852,56
Micro pipeta multicanal 10-100µl	Equipo de apoyo para realización de analíticas de investigación	Pequeño material	852,56
Micro pipeta multicanal 30-300µ	Equipo de apoyo para realización de analíticas de investigación	Pequeño material	852,86

7. Bibliografía

- Hewavitharana, A. K.; van Brakel, B. Fourier transform infrared spectrometric method for the rapid determination of casein in raw milk. *Analyst* **1997**, *122*: 701-704.
- Iñón, F. A.; Garrigues, S.; de la Guardia, M. Nutritional parameters of commercially available milk samples by FTIR and chemometric techniques. *Analytica Chimica Acta* **2004**, *513*, 401-412.
- Pappas, C. S.; Tarantilis, P.A.; Moschopoulou, E.; Moatsou, G.; Kandarakis, I.; Polissiou, M. G. Identification and differentiation of goat and sheep milk based on diffuse reflectance infrared Fourier transform spectroscopy (DRIFTS) using cluster analysis. *Food Chemistry* **2008**, *106*, 1271-1277.
- Woodcock, T.; Fagan, C. C.; O'Donnell, C. P.; Downey, G. Application of Near and Mid-Infrared Spectroscopy to Determine Cheese Quality and Authenticity. *Food Bioprocess Technol.* **2008**, *1*, 117-129.
- Martín del Campo, S. T.; Picque, D.; Cosío-Ramírez, R.; Corrieu, G. Middle infrared spectroscopy characterization of ripening stages of Camembert-type cheeses. *International Dairy Journal* **2007**, *17*, 835-845.
- Lucia, V.; Daniela, B.; Rosalba, L. Use of Fourier transform infrared spectroscopy to evaluate the proteolytic activity of *Yarrowia lipolytica* and its contribution to cheese ripening. *International Journal of Food Microbiology*



Código Seguro de verificación: G2TPBCWJJJCF5Z2YM59AR59MZ. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento. Éste documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica. Para comprobar la validez y autenticidad de este documento, puede acceder a la dirección: <https://sica2.cica.es/investigacion/public/verifyGrantForm.jsf> indicando el CSV especificado.

FIRMADO POR:	RICARDO JESUS MARIA DELGADO VIZCAINO - 75697789M		
ID. FIRMA	154143537053211852	FECHA Y HORA	05/11/2018 17:44
SERVIDOR	@firma v6 - Junta de Andalucía	PÁGINA	25/26



154143537053211852

2001, 69, 113-123.

7. Subramanian, A.; Harper, J. W.; Rodriguez-Saona, L. E. Classification of cheddar cheese based on flavor quality using Fourier transform infrared spectroscopy. *Journal of Dairy Science* **2007**, *90* (Suppl 1), 114.
8. Karoui, R.; Mazerolles, G.; Bosset, J.-O.; De Baerdemaeker, J.; Dufour, E. Utilisation of mid-infrared spectroscopy for determination of the geographic origin of Gruyère PDO and L'Etivaz PDO Swiss cheeses. *Food Chemistry* **2001**, *105*, 847-854.
9. Karoui, R.; Mounem Mouazen, A.; Dufour, E.; Pillonel, L.; Picque, D.; De Baerdemaeker J.; Bosset, J.-O. Application of the MIR for the determination of some chemical parameters in European Emmental cheeses produced during summer. *Eur. Food Res. Technol.* **2006**, *222*, 165-170.



Código Seguro de verificación: G2TPBCWJJJCF5Z2YM59AR59MZ. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento. Éste documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, 19 de diciembre, de firma electrónica. Para comprobar la validez y autenticidad de este documento, puede acceder a la dirección: <https://sica2.cica.es/investigacion/public/verifyGrantForm.jsf> indicando el CSV especificado.

FIRMADO POR:	RICARDO JESUS MARIA DELGADO VIZCAINO - 75697789M		
ID. FIRMA	154143537053211852	FECHA Y HORA	05/11/2018 17:44
SERVIDOR	@firma v6 - Junta de Andalucía	PÁGINA	26/26
 154143537053211852			