

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN

## Reporte de Informe del Proyecto

31/07/2020 - 7:09 pm

Informe de Proyecto

### B6536 VALIDACIÓN DE LAS MEDIDAS DE CONTROL PARA REDUCIR PATÓGENOS Y GARANTIZAR LA INOCUIDAD DE TRES PRODUCTOS LÁCTEOS ARTESANALES PRODUCIDOS EN LA REGIÓN MESOAMERICANA.

#### INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN 2020

#### INVESTIGADORES

IDENTIFICACIÓN	NOMBRE	GRADO	TIPO DE PARTICIPACIÓN	VIGENCIA INICIO	VIGENCIA FINAL	HORAS
107580011	ERIC WONG GONZALEZ	DR.	PRINCIPAL	01/01/2017	31/05/2017	3 HR
111310417	JESSIE USAGA BARRIENTOS	DR.	PRINCIPAL	01/06/2017	12/03/2018	3 HR
111310417	JESSIE USAGA BARRIENTOS	DR.	PRINCIPAL	01/10/2016	31/12/2016	S. C.
111310417	JESSIE USAGA BARRIENTOS	DR.	PRINCIPAL	12/08/2018	14/05/2020	3 HR
111310417	JESSIE USAGA BARRIENTOS	DR.	PRINCIPAL	13/03/2018	11/08/2018	S. C.
111310417	JESSIE USAGA BARRIENTOS	DR.	ASOCIADO	01/01/2017	31/05/2017	S. C.
113120670	DIANA VÍQUEZ BARRANTES	LIC.	ASOCIADO	01/01/2019	14/05/2020	5 HR
107580011	ERIC WONG GONZALEZ	DR.	ASOCIADO	01/06/2017	12/03/2018	2 HR

107580011	ERIC WONG GONZALEZ	DR.	ASOCIADO	12/08/2018	14/05/2020	2 HR
113120670	DIANA VÍQUEZ BARRANTES	LIC.	ASOCIADO	13/03/2018	31/12/2018	S. C.
107580011	ERIC WONG GONZALEZ	DR.	ASOCIADO	13/03/2018	11/08/2018	S. C.
113120670	DIANA VÍQUEZ BARRANTES	LIC.	ASOCIADO	14/12/2016	12/03/2018	5 HR

## TESIARIOS

IDENTIFICACIÓN	NOMBRE	TIPO DE PARTICIPACIÓN	GÉNERO	VIGENCIA INICIO	VIGENCIA FINAL
0115220163	LOURDES CECILIA CHACON QUIROS	ESTUDIANTE PREGRADO	F	09/01/2017	28/02/2019

## ANTECEDENTES

Un derecho fundamental de todas las personas es tener acceso a una alimentación saludable e inocua que le permita un adecuado crecimiento, desarrollo y estado de salud. La inocuidad de los alimentos se considera un elemento prioritario en la producción de alimentos para consumo humano que involucra la salud pública, el bienestar de la población y la economía de los países (FAO, 2009). El aumento en el consumo de productos artesanales y de producción local es una tendencia marcada de mercado que se observa en diferentes partes del mundo en la actualidad. Por ejemplo, para el reporte de tendencias en el consumo de alimentos y bebidas en el 2016, publicado por la agencia de inteligencia de mercados MINTEL, destaca que el consumidor actual se ve fuertemente atraído por el origen de los productos que consume y sus ingredientes o bien a través de historias inspiradoras de superación y emprendedurismo detrás de los productores que manufacturan los alimentos que consume. Los productos lácteos en general representan un alimento de alto riesgo desde una perspectiva microbiológica y se han vinculado a numerosos brotes de enfermedades transmitidas por alimentos. Esta situación se debe a que estos productos son alimentos potencialmente peligrosos producto de su alto contenido de humedad, alto contenido de nutrientes y pH neutro; condiciones idóneas para el desarrollo de microorganismos causantes de enfermedad. Cabe destacar que en Costa Rica, al igual que en el resto de la región Mesoamericana, una proporción alta de los productos lácteos de mayor consumo son elaborados en forma artesanal por pequeños productores que en la mayoría de los casos carecen de controles básicos de formulación y proceso que garanticen la inocuidad de sus productos (FAO, 2009). Sumado a esta realidad, en muchas de las instalaciones dedicadas a la producción de derivados lácteos artesanales se incumplen los requisitos básicos de higiene y sanidad recomendados para el procesamiento de alimentos o bien se dan fluctuaciones indeseables en el control de la cadena de frío. Asimismo, algunos productores artesanales en ocasiones eliminan la etapa de pasteurización de la leche dentro de sus procesos productivos o bien sustituyen dicha operación unitaria por un tratamiento alternativo (salado, hilado, acidificado) y con esta práctica podrían aumentar el riesgo de causar un brote de origen alimentario. Como ejemplo, un estudio previo a la presente investigación publicado por Acuña et al., (2004) evidenció el uso de leche cruda, con altos niveles de contaminación, para la elaboración de diversos productos lácteos artesanales con altos niveles de contaminación. De igual forma Reuben et al. (2003) aislaron *Escherichia coli* O157H7 y *Listeria monocytogenes* en leche cruda procedente de productores del área metropolitana de San José. A la fecha, existe una falta importante de evidencia científica y datos experimentales que demuestren la eficacia de los tratamientos de salado en seco, hilado y acidificación ligera como mecanismos tecnológicos capaces de controlar la presencia de los patógenos de relevancia en leche y derivados lácteos, así como guías de formulación y procesamiento que orienten al productor sobre cómo garantizar la inocuidad de los productos lácteos que comercializan a nivel local.

### Anotaciones:

Información no suministrada

## JUSTIFICACIÓN

Estudios llevados a cabo en colaboración entre organizaciones gubernamentales costarricenses incluyendo el Ministerio de Salud, INCIENSA e INISA revelaron niveles inaceptables de patógenos tales como *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* y coliformes fecales. Resultados que exceden de forma importante los límites aceptables establecidos por la normativa vigente (Acuña et al., 2004). Estos datos fueron obtenidos en quesos frescos muestreados en expendios y puestos de

Ferias del Agricultor en la Región Central Norte del país. El estudio también puso en evidencia la falta de controles y registros por parte de las autoridades responsables ya que el 70% de los quesos comercializados en las Ferias del Agricultor y el 48% de los quesos que se venden en los expendios comerciales formales no contaban con registro sanitario del Ministerio de Salud. Acuña et al., (2004) concluyeron en su publicación que los altos niveles de contaminación de los quesos se asocian a la manipulación y al almacenamiento inadecuados de los productos lácteos elaborados a pequeña escala o a nivel artesanal. En un número importante de estos casos, los productos se sometían a un proceso de reempaque, en condiciones sanitarias deficientes, y se mantenían a temperaturas superiores a 6 °C (16% de las muestras se encontraban almacenados entre 0 y 5 °C, mientras que el 35% estaban entre 6 y 10 °C y el 49% se encontraba a una temperatura alarmante superior a los 15 °C). Por su parte, el estudio realizado por Windrantz y Arias (2000) evidenció que el 82,9% de muestras de helados caseros y el 56,7% helados comerciales presentaron presencia de coliformes fecales. Mientras que *Escherichia coli* fue aislada en 51,4% de helados caseros y en el 26,7% de helados comerciales muestreados. Asimismo, en el marco del estudio se aisló *Listeria monocytogenes* y *Listeria innocua*. Dado el panorama anterior, se propone la presente investigación con el objetivo de ejecutar evaluaciones, con fundamento científico, en tres productos lácteos artesanales de alto consumo en la región, seleccionados como modelo de estudio. Los resultados esperados serán utilizados para desarrollar guías de proceso que resuman la formulación, procesamiento y factores críticos de control requeridos para obtener productos lácteos artesanales inocuos. Esta información será además transferida a pequeños y medianos productores artesanales costarricenses y capacitadores de la región para contribuir a la prevención de brotes de enfermedades de origen alimentaria asociados a estos productos. Se espera que este esfuerzo facilite eventualmente el planteamiento de regulaciones específicas para garantizar la inocuidad de los productos estudiados.

#### **Anotaciones:**

Información no suministrada

## **METODOLOGÍA**

Objetivo específico 1 Se realizará una búsqueda en bases de datos, revistas científicas indexadas, fichas técnicas, prácticas culinarias y estudios de campo realizados con productores de alimentos artesanales de la región Mesoamericana para identificar tres productos lácteos artesanales representativos de la región. Dentro de la información que se reunirá destacan el número y descripción de productos lácteos artesanales seleccionados, la lista de las áreas de mayor producción en Costa Rica de los productos a estudiar y de productores vinculados con la elaboración de los productos de interés y la lista de productos, de naturaleza similar, producidos a nivel artesanal por productores artesanales Mesoamericanos. Objetivos específicos 2, 3 y 4. Para la ejecución de los objetivos dos, tres y cuatro del presente proyecto se seguirá una metodología de tres etapas. A saber Etapa 1 Visitar al menos 3 productores de cada uno de los productos seleccionados y evaluar el grado de cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) siguiendo como guía de verificación el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 67.01.3306) "Industria de alimentos y bebidas procesadas. Buenas Prácticas de Manufactura. Principios Generales". Asimismo se documentará la formulación y los procesos de manufactura actuales de los productos en estudio. Etapa 2 Con base en una revisión bibliográfica y en los resultados de la primera etapa, se seleccionarán los parámetros de inocuidad de mayor significancia para cada uno de los productos seleccionados. Asimismo, se identificará la operación unitaria, en el proceso de manufactura del alimento, que se aplica en sustitución del tratamiento térmico tradicional de pasteurización (salado, hilado o acidificación) y se caracterizará dicha operación para determinar su efectividad sobre el control de la inocuidad de los productos evaluados. Etapa 3. Se documentarán los principales hallazgos y las oportunidades de mejora para cada uno de los productos en formato de informe o ficha técnica (incluye las condiciones de formulación, procesamiento y factores críticos a controlar para garantizar la inocuidad de los productos artesanales estudiados). Esta información se utilizará como material didáctico durante la ejecución del objetivo 5 del presente proyecto. Objetivo específico 5 Se realizarán al menos dos taller de capacitación con pequeños productores artesanales costarricenses para transferir las prácticas adecuadas de producción sugeridas posterior a la ejecución del estudio. Uno de los talleres se realizará en el primer año de vigencia del proyecto para sensibilizar a los productores sobre la relevancia de la inocuidad en un producto alimentaria y la importancia de la pasteurización de la leche para garantizar la inocuidad de productos lácteos derivados. El segundo taller se planea para el último año de vigencia del proyecto y tiene como objetivo transferir a los productores los principales hallazgos de la investigación realizada y las oportunidades de mejora detectadas a nivel de cumplimiento de BPM y formulación y procesamiento de los productos estudiados. Adicionalmente, con el apoyo de profesionales en ilustración y diseño gráfico se preparará al menos un manual de capacitación para pequeños productores de los productos estudiados y productos similares de la región Mesoamericana. Este material se divulgará con capacitadores de la región de tal forma que pueda utilizarse como herramienta de capacitación en los diferentes países.

#### **Anotaciones:**

Información no suministrada

## **POBLACIÓN DE ESTUDIO**

Productores de los productos lácteos artesanales que se vinculen al proyecto. Productores, en general, de los productos lácteos artesanales estudiados. Capacitadores costarricenses y de la región Mesoamericana con vínculo con productores de los productos estudiados. Consumidores de los productos evaluados. Estudiantes vinculados al proyecto. Investigadores vinculados al proyecto.

## Anotaciones:

Información no suministrada

## CONVENIOS EXTERNOS

NÚMERO DE CONVENIO	ENTIDAD COLABORADORA	TIPO DE COLABORACIÓN	NÚMERO DE CUENTA	MONTO	ENTE ADMINISTRADOR
xxx	INTERNATIONAL LIFE SCIENCES INSTITUTE				

## OBJETIVO GENERAL

EJECUTAR EVALUACIONES TECNOLÓGICAS, CON FUNDAMENTO CIENTÍFICO, DE TRES PRODUCTOS LÁCTEOS ARTESANALES DE ALTO CONSUMO EN LA REGIÓN MESOAMERICANA (SELECCIONADOS COMO MODELO DE ESTUDIO) PARA EMITIR LAS GUÍAS DE PROCESO RESPECTIVAS QUE RESUMAN FORMULACIÓN, PROCESAMIENTO Y FACTORES CRÍTICOS DE CONTROL REQUERIDOS PARA GARANTIZAR SU INOCUIDAD.

### Anotaciones del objetivo general:

Los tres productos lácteos seleccionados fueron evaluados y se emitieron las guías de proceso que resumen la formulación, proceso y factores críticos de control requeridos para el control de la inocuidad de dichos productos. Todas las actividades propuestas fueron en el marco del proyecto ejecutadas según lo programado.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

**Objetivo:** Identificar y describir tres productos lácteos artesanales representativos de la región Mesoamericana sujetos a procesos alternativos a la pasteurización, específicamente salado, acidificado e hilado.

**Meta 1:** Seleccionar, identificar y describir tres productos lácteos artesanales representativos de la región.

**Meta 2:** Documentar un procedimiento estandarizado para la formulación y manufactura de los tres productos seleccionados.

### Actividades realizadas y resultados

Se seleccionaron tres productos representativos (considerando el volumen de producción artesanal y el consumo en la región) incluyendo (1) leche agria o leche fermentada, producto regional que utiliza la fermentación y consecuente acidificación como mecanismo para garantizar la inocuidad en lugar de una pasteurización térmica tradicional; (2) queso palmito, ejemplo de queso hilado sujeto a un proceso de acidificación ligero acompañado de calentamiento de la cuajada y finalmente (3) queso Bagaces, representante de los quesos salados en seco que se comercializan en la región Mesoamericana y cuya inocuidad recae en gran medida, según la opinión de los productores artesanales, en el salado, pues una cantidad importante de estos productos se elaboran a partir de leche no pasteurizada. Para describir cada uno de los productos seleccionados, se documentó la formulación y proceso de manufactura seguido por los queseros artesanos considerando las prácticas más comunes reportadas por los productores y las recomendaciones generales indicadas en la literatura para una producción inocua de quesos y derivados lácteos. Esta información quedó documentada y disponible en las guías de proceso que se elaboraron para transferencia de resultados. Cabe destacar que la descripción de la formulación y el proceso fueron además validadas a nivel de planta piloto para verificar que permitían obtener un producto con las características esperadas por el consumidor y los productores. Las dos metas propuestas fueron satisfechas tal como se propuso.

**Objetivo:** Evaluar la eficacia, de las condiciones de formulación y procesamiento actuales, para garantizar la inocuidad de un queso artesanal, de la región Mesoamericana, sujeto a un proceso de salado en seco.

**Meta 1:** Visitar al menos 3 productores del queso sujeto a salado en seco seleccionado y evaluar la aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y el proceso de manufactura del producto en estudio.

**Meta 2:** Definir los parámetros de inocuidad de mayor significancia en el queso salado seleccionado.

**Meta 3:** Caracterizar la operación unitaria de mayor impacto sobre la inocuidad en un proceso de manufactura de un queso artesanal salado en seco.

### **Actividades realizadas y resultados**

Se visitaron un total de 6 productores de queso Bagaces en las zonas de Golfito, Zarcero, San Ramón, Bagaces-Guanacaste y Nicoya-Guanacaste. Las visitas se realizaron por triplicado y permitieron evaluar el grado de cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura así como las características físicoquímicas y microbiológicas de muestras de productos recolectadas durante las visitas. Producto de estas visitas, se documentó el proceso de elaboración, con todas sus variantes, del queso salado Bagaces. Para el cumplimiento de la meta 1, se evaluaron un total de 6 productores y para el cumplimiento de la meta 2, se identificaron los parámetros críticos que podrían impactar negativamente la inocuidad de quesos salados, incluyendo elementos de la formulación y procesamiento tales como pasteurización de la leche, calidad de la leche utilizada, proporción queso-sal o salmuera durante el salado, tiempo de salado y temperatura de almacenamiento del queso durante el salado; además de la distribución y comercialización del producto terminado. Finalmente, para satisfacer la meta 3, se caracterizó la operación unitaria de salado del queso considerando un diseño experimental que abarcaba el efecto del tipo de salado (en salmuera y en seco) y el tamaño de trozo de queso (2 tamaños distintos) sobre la eficacia del salado en el tiempo. Asimismo, se determinó el contenido de sal, pH y actividad de agua en el centro geométrico del queso durante 60 días con tiempos de muestreo los días 0, 8, 23 y 60. Estos experimentos se ejecutaron por triplicado y los resultados fueron analizados estadísticamente. Se elaboraron 3 lotes independientes de queso Bagaces a escala piloto para medir el pH y el Aw en el tiempo de salado del queso (2 meses). Lo anterior se evaluó por medio de cuatro 1) tratamientos bloque de queso en seco, 2) cubo de queso en seco, 3) bloque de queso en salmuera y 4) cubo de queso en salmuera. Con los valores de Aw y pH se calcularon las áreas bajo la curva de cada parámetro y la probabilidad de crecimiento de *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp., *E. coli* O157H7 y *S. aureus*. Este último análisis se realizó con la ayuda del software "Cheese Shelf Stability Predictor" de la Universidad de Wisconsin-Madison. Como resultado se obtuvo que, con respecto al Aw, el tratamiento de cubo en seco presenta la mayor velocidad de salado. Sin embargo, independientemente del tratamiento evaluado, en las condiciones actuales de procesamiento la probabilidad de que los microorganismos de referencia antes mencionados puedan desarrollarse en el queso es del 100% comprometiendo así la inocuidad del producto lácteo, por lo tanto, el queso debe almacenarse desde el primer día de salado y durante todo este proceso en condiciones de refrigeración. Resulta además imprescindible realizar la pasteurización de la leche y aplicar un control estricto de las BPM para garantizar la inocuidad del producto terminado.

**Objetivo:** Evaluar la eficacia, de las condiciones de formulación y procesamiento actuales, para garantizar la inocuidad de un queso artesanal, de la región Mesoamericana, sujeto a un proceso de hilado.

**Meta 1:** Visitar al menos 3 productores del queso sujeto a hilado seleccionado y evaluar la aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y el proceso de manufactura del producto en estudio.

**Meta 2:** Definir los parámetros de inocuidad de mayor significancia en el queso hilado seleccionado.

**Meta 3:** Caracterizar la operación unitaria de mayor impacto sobre la inocuidad en un proceso de manufactura de un queso artesanal hilado.

### **Actividades realizadas y resultados**

Para cumplir la meta 1 propuesta, se realizaron visitas por triplicado a cuatro productores artesanales de queso Palmito ubicados en San Carlos, Golfito y Turrialba, en las que se evaluó el grado de cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura de acuerdo con el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.3306 y se caracterizó el proceso de elaboración del queso Palmito. Se determinó además, por triplicado, la cinética acidificación de la cuajada y el perfil de temperatura de la cuajada durante el hilado y se analizó un queso por productor para determinar el pH y la actividad de agua (Aw) del producto terminado. En el caso de la meta 2, se definieron como parámetros críticos de inocuidad la pasteurización de la leche, calidad de la leche utilizada y temperatura de almacenamiento del queso durante el almacenamiento. Finalmente, para satisfacer la meta 3, se elaboraron 3 lotes independientes de queso Palmito a escala piloto y se determinó el pH y la temperatura de la cuajada a través del tiempo durante la acidificación y el hilado, respectivamente. Se realizaron mediciones del pH y Aw, por triplicado, de 3 quesos por lote. Los datos recolectados durante el hilado se utilizaron para calcular, junto con información bibliográfica, la letalidad asociada a esta operación unitaria y las reducciones logarítmicas alcanzadas, a nivel teórico, en patógenos de referencia para quesos. Los valores de pH y Aw del queso se utilizaron para determinar la posibilidad de crecimiento de *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., *E. coli* O157H7 y *Staphylococcus aureus* en el producto terminado utilizando el software "Cheese Shelf Stability Predictor" de la Universidad de Wisconsin-Madison. Asimismo, a partir de información bibliográfica se determinó la probabilidad de sobrevivencia de *Coxiella burnetii* en el queso durante el almacenamiento. Para los cálculos de letalidad se utilizó como microorganismo de referencia *C. burnetii* ( $z = 4,34$  °C), dada la práctica común de utilizar leche sin

pasteurizar y que, de los patógenos comúnmente presentes en leche, este es el que presenta mayor resistencia térmica. Como tratamiento térmico de referencia se utilizaron las condiciones de pasteurización de leche 65 °C por 30 min. Las letalidades obtenidas del proceso de hilado realizado para 3 de los productores y en las pruebas en laboratorio son las siguientes, respectivamente  $3,0133 \pm 2,3324$  min,  $0,0777 \pm 0,1011$  min,  $0,2290 \pm 0,4224$  min y  $0,0496 \pm 0,0677$  min. Cabe destacar que la alta variabilidad obtenida evidencia la ausencia de controles y procedimientos estandarizados durante el procesamiento. Los resultados obtenidos permiten concluir que el proceso de hilado del queso palmito, realizado con agua a 65-96 °C durante 11-30 min, no es equivalente a la pasteurización dado que no permite garantizar una reducción de al menos 5 logaritmos de *C. burnetii*. Por lo tanto, este proceso no puede ser utilizado como única medida de control o sustituta a la pasteurización para reducir patógenos y asegurar la inocuidad del producto. Se obtuvieron valores de pH en un ámbito entre 5,26 y 5,53 y valores de  $A_w$  entre 0,97 y 0,99. Estos valores evidencian la probabilidad de crecimiento de *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp., *E. coli* O157H7 y *S. aureus* en el queso durante el almacenamiento, además, no se logró determinar la probabilidad de sobrevivencia de *C. burnetii* ya que no hay suficiente información bibliográfica al respecto. Por tanto, se recomienda, que una vez elaborado el queso se mantenga un control estricto de las BPM para evitar contaminación cruzada y garantizar que el producto alcance una temperatura de 21 °C en 2 h o menos después del hilado y 5 °C en 4 h o menos posterior al hilado, manteniéndose estrictamente ésta última condición durante todo el almacenamiento, distribución y comercialización.

**Objetivo:** Evaluar la eficacia, de las condiciones de formulación y procesamiento actuales, para garantizar la inocuidad de un productos lácteo artesanal (natilla o leche agria), de la región Mesoamericana, sujeto a un proceso de acidificación.

**Meta 1:** Visitar al menos 3 productores del productos lácteos artesanales acidificado seleccionados y evaluar la aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y el proceso de manufactura de los productos en estudio.

**Meta 2:** Definir los parámetros de inocuidad de mayor significancia en el productos lácteo artesanales acidificado seleccionados.

**Meta 3:** Caracterizar la operación unitaria de mayor impacto sobre la inocuidad en un proceso de manufactura del producto lácteos artesanal acidificado seleccionado.

### Actividades realizadas y resultados

Para el cumplimiento de la meta 1, se visitaron 5 productores de leche agria en la zonas de Santa Cruz de Turrialba, Golfito, Guadalupe y Los Chiles. Las visitas se realizaron por triplicado y permitieron evaluar el grado de cumplimiento de las BPM utilizando como referencia el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.3306 así como las características físicoquímicas y microbiológicas de muestras de productos recolectadas de los proveedores participantes. De estas visitas se documentó el proceso de elaboración, con todas sus variantes, de la leche agria artesanal. Se determinó el perfil microbiológico y los valores de pH promedio de la leche agria elaborada por los productores que participaron en el diagnóstico. Se obtuvo un rango de pH que varía de 4,0 a 4,7, valores del recuento total de aerobios mesófilos (RT) entre 7,5 y 9,5 log (UFC/g), del recuento de bacterias ácido lácticas (BAL) entre 7,4 y 9,4 log (UFC/g) y del recuento de mohos y levaduras (MyL) entre 3,0 y 6,3 log (UFC/g). Se encontró que un 83,3% de las muestras analizadas dieron positivo para la presencia de *E.coli* genérica y sobrepasan el límite máximo permitido (<3 NMP/g). Para el caso de la meta 2, se identificaron los parámetros críticos que podrían impactar negativamente la inocuidad de la leche agria producida artesanalmente, incluyendo elementos de la formulación y procesamiento. Se definieron como aspectos críticos para el control de la inocuidad de leche agria la pasteurización de la leche, calidad de la leche utilizada, uso de cultivo iniciador, curva de acidificación y pH del producto terminado, empaque del producto y condiciones de distribución y comercialización del producto terminado. Finalmente, para el cumplimiento de la meta 3, se obtuvieron las curvas de acidificación y las de crecimiento de bacterias ácido lácticas para seis distintas condiciones de elaboración de leche agria a nivel de planta piloto, así como el tiempo estimado en horas en que se alcanza un valor de pH = 4,4 (pH límite para detener el crecimiento de *Listeria monocytogenes*.. Se obtuvo como resultado principal que el tratamiento en el que no se pasteuriza la leche, no se hace uso de cultivo láctico y no se controla la temperatura de incubación (condiciones más utilizadas a nivel artesanal), es el que tarda el mayor tiempo ( $68 \pm 12$  h) para alcanzar el valor de pH deseado y presenta una mayor variabilidad. Los otros tratamientos presentan valores de tiempo menores y con una menor variabilidad (sin pasteurizar, con cultivo, incubación a temperatura ambiente requiere de  $16 \pm 3$  h y sin pasteurizar, con cultivo, incubación a  $37\text{ C} = 9 \pm 1$  h, leche pasteurizada con cultivo e incubada a temperatura ambiente =  $14 \pm 1$  h y leche pasteurizada, con cultivo e incubada implica una duración de  $37\text{ C} = 9 \pm 1$  h). Se concluyó con un 95% de confianza, que el uso de cultivo láctico iniciador favorece el proceso de elaboración de leche agria para la obtención de un producto inocuo en menor tiempo.

**Objetivo:** Transferir, a productores queseros artesanales y capacitadores de la región, las condiciones de formulación y

procesamiento que permiten producir de forma inocua los tres productos lácteos artesanales estudiados.

**Meta 1:** Elaborar las fichas técnicas para el proceso de elaboración de los tres productos estudiados.

**Meta 2:** Realizar talleres con industriales de productos lácteos artesanales costarricenses con el fin de transferir los resultados y favorecer la producción de productos inocuos.

**Meta 3:** Generar material didáctico para la capacitación de productores artesanales de productos lácteos de la región.

**Meta 4:** Diseñar un manuscrito para una revista indexadas resumiendo los resultados obtenidos en el presente proyecto.

#### Actividades realizadas y resultados

Para el cumplimiento de la meta 1, se elaboraron tres fichas técnicas (guías de proceso) para la producción inocua de queso Bagaces, queso palmito y leche agria. Estas guías fueron enviadas para publicación a la revista Horizonte Lechero de la Cámara Nacional de Productores de Leche de Costa Rica. En la meta 2, se realizaron talleres de capacitación con cada uno de los productores artesanales colaboradores del proyecto. Se dio énfasis en las deficiencias detectadas durante las visitas para reforzar conceptos relacionados con las BPM e inocuidad y para introducir otros como control de Aw y pH según corresponda. Así mismo, se hizo entrega de una guía de proceso que resume las condiciones idóneas para producir los tres productos estudiados de forma inocua. Los participantes de los talleres demostraron interés en las actividades planeadas y expresaron un alto grado de satisfacción con el desarrollo de éstos. Por su parte, se comprobó que las actividades fue educativa y los participantes adquirieron nuevos conocimientos aplicables a su labor diaria. Durante estas actividades, se observó gran apertura por parte de los participantes en la obtención de nuevo aprendizaje. Adicional a lo ofrecido en la meta, se realizó un taller de capacitación a inspectores de SENASA (10); inspectores del Ministerio de Salud (10) e instructores del INA (10) con el objetivo de transferir los principales resultados de la investigación a los entes gubernamentales responsables de la generación de legislación, toma de decisiones y capacitación del sector productivo. Con el objetivo de cumplir con la meta 3, para la ejecución de los distintos talleres se generó material didáctico en idioma español y con el nivel de complejidad requerido dependiendo del público a capacitar. Incluso, para capacitar a los productores de queso palmito se realizó un video demostrativo en planta piloto para puntualizar las diferentes etapas requeridas para la producción inocua de este producto lácteo. La combinación de las presentaciones diseñadas y las guías técnicas constituyen un manual de capacitación para los productores participantes y servirá además para futuras experiencias de capacitación. Finalmente, para satisfacer el compromiso indicado en la meta 4, se envió a publicación (para la edición de Setiembre del 2020 de la revista Horizonte Lechero de la Cámara Nacional de Productores de Leche), un artículo dirigido a productores en el cual se incluyen las guías de proceso generadas en el marco del proyecto. Así mismo, se realizó el análisis estadístico de todos los datos obtenidos para cada uno de los productos estudiados, los cuáles fueron tabulados para generar una publicación científica. Se redactó el primer borrador del manuscrito titulado "Demystifying Non-Scientific Based Measures Applied in Two Costa Rican Artisanal Cheeses for Safety Assurance" con la intención de ser enviado a la revista Journal of Dairy Science. Este borrador se circulará entre los co-autores para su respectiva revisión y ajuste y se enviará posteriormente a un revisor del idioma inglés para finalmente ser enviado a la revista seleccionada para su valoración.

Nuevos objetivos propuestos

## CRONOGRAMA

NÚMERO DE TAREA	NOMBRE	FECHA DE INICIO	FECHA FINAL
1	Revisión bibliográfica	31/08/2016	28/02/2017
2	Evaluación de las BPM (producto 1)	01/11/2016	28/02/2017
3	Caracterización de la operación unitaria utilizada como sustitución de la pasteurización (producto 1)	02/01/2017	16/12/2017
4	Diseño de informe técnico (producto 1)	02/01/2018	28/02/2018
5	Taller de capacitación (motivacional) con productores artesanales	01/10/2016	31/10/2016
6	Evaluación de las BPM (producto 2)	02/05/2017	31/08/2017
	Caracterización de la operación unitaria utilizada como sustitución de la		

7	pasteurización (producto 2)	03/07/2017	31/08/2018
8	Diseño de informe técnico (producto 2)	01/07/2018	31/08/2018
9	Evaluación de las BPM (producto 3)	01/11/2017	28/02/2018
10	Caracterización de la operación unitaria utilizada como sustitución de la pasteurización (producto 3)	01/01/2018	31/12/2018
11	Diseño de informe técnico (producto 3)	02/01/2019	28/02/2019
12	Redacción de material didáctico para capacitación	01/09/2017	31/08/2018
13	Taller de capacitación con productores artesanales para transferencia de resultados	01/03/2019	30/04/2019
14	Redacción de publicación científica	01/03/2019	31/08/2019
15	Redacción de informe final	01/07/2019	31/08/2019

### Anexos de Renovación/Ampliación

Todas las actividades programadas en el cronograma se concluyeron de forma satisfactoria y en el periodo previsto.

**Presupuesto:** No

**Ampliación:** No

Documentos no disponibles.

## TRANSFERENCIA DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

### Exposición

Usaga, J. 2019. Participación en el Acto de Clausura de la Semana Nacional de la Inocuidad de los Alimentos 2019; con la ponencia titulada "Validación de las medidas de control para garantizar la inocuidad de tres productos lácteos artesanales costarricenses". Actividad organizada por el MEIC el 7 de junio del 2019.

### Exposición

Usaga, J. 2017. Participación en la Inauguración de la Semana Nacional de la Inocuidad año 2017. Ponencia oral. Título "Validación de las medidas de control para reducir patógenos y garantizar la inocuidad de productos lácteos artesanales producidos en la región Mesoamericana".

### Congreso

Rodríguez, G., Usaga J., Víquez, D., Wong, E. 2017. XXIII Congreso Nacional Lechero. Ponencia en formato póster. Título "Determinación del efecto del hilado del queso palmito sobre patógenos de referencia, mediante la caracterización del proceso aplicado por productores artesanales".

### Congreso

Víquez, D. 2017. XXIII Congreso Nacional Lechero. Ponencia oral. Título "Validación de las medidas de control para reducir patógenos y garantizar la inocuidad de productos lácteos artesanales producidos en la región Mesoamericana".

### Congreso

Usaga, J. ILSI. 2017. ILSI Platform for International Partnerships (PIP) Annual Meeting. Ponencia oral "Validation of safety control measures and pathogen reduction steps for the safe production of traditional artisanal dairy products from the Mesoamerican region". California, USA.

### Simposio



Usaga, J. 2016. ILSI. I Simposio Internacional Sobre la Cadena de Producción. Ponencia oral. Título "Validación de las medidas de control para reducir patógenos y garantizar la inocuidad de productos lácteos artesanales producidos en la Región Mesoamericana". Bogotá, Colombia.

### Curso

Curso Validación de las medidas de control para garantizar la inocuidad de tres productos lácteos artesanales de la región mesoamericana. Fecha 28 de marzo del 2019. Instructores PhD. Jessie Usaga (coordinadora), Licda. Diana Víquez, PhD. Eric Wong. Perfil del participantes Colaboradores de instituciones gubernamentales (SENASA, MINSA e INA) con responsabilidades en la inspección, asesoría o capacitación de compañías lecheras nacionales dedicadas a la producción de quesos de pasta hilada, quesos salados en seco y/o leche agria.

### Divulgación en redes sociales

Noticia La UCR aporta un estudio para mejorar calidad de los productos lácteos artesanales.

<https://www.ucr.ac.cr/noticias/2019/05/10/la-ucr-aporta-un-estudio-para-mejorar-calidad-de-los-productos-lacteos-artesanales.html>

### Otro

Proyecto de graduación presentado a la Escuela de Tecnología de Alimentos para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos "Evaluación de las prácticas actuales de formulación, procesamiento, manejo y del efecto de la acidificación sobre la reducción de patógenos y el aseguramiento de la inocuidad de leche agria artesanal producida en Costa Rica" Elaborado por Marcela Espinoza Mora / Carné B12380

### Otro

Proyecto Final de Graduación presentado a la Escuela de Tecnología de Alimentos para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos "Evaluación de las condiciones actuales de procesamiento y la eficacia de la etapa de salado en queso seco Bagaces producido de forma artesanal, para el establecimiento de recomendaciones técnicas transferibles al sector productivo mediante una capacitación" Elaborado por Lourdes Chacón Quirós / Carné B11777

### Otro

Proyecto final de graduación presentado a la Escuela de Tecnología de Alimentos para optar por el grado de Licenciada en Ingeniería de Alimentos "Determinación del efecto de las etapas de acidificación e hilado sobre patógenos de referencia en queso Palmito, mediante la caracterización del proceso de elaboración, con el fin de dar a conocer las condiciones de proceso que permitan asegurar la inocuidad" Elaborado por Gloriana Rodríguez Herrera / Carné B25667

### Exposición

Usaga, J. 2020. Participación en Congreso de la Cámara Nacional de Productores de Leche 2020; con la ponencia titulada "Reforzando el control de la inocuidad en la industria láctea en el contexto de la crisis sanitaria por COVID-19". Actividad realizada en agosto del 2020.

### Exposición

Usaga, J. 2020. Participación en la Reunión Anual de ILSI en San José, Costa Rica en la sesión científica Smart Consumer Protection and Increasing Consumer Trust con la ponencia titulada "Validation of safety control measures for microbial safety assurance challenges and opportunities in developing countries". Actividad realizada en enero 2020.

### Artículo en revista

Artículo titulado "GUÍAS DE PROCESO PARA GARANTIZAR LA INOCUIDAD DE TRES PRODUCTOS LÁCTEOS ARTESANALES COSTARRICENSES". Revista Horizonte Lechero de la Cámara de Productores de Leche. Setiembre 2020.

### Artículo en revista

Rodríguez, G. 2017. Colaboración en artículo titulado "Hilos de historia con mucho sabor, queso Palmito". Publicado en la revista Sabores de La Nación.

## PUBLICACIONES

TÍTULO	TIPO	AUTOR	FECHA
No hay datos disponibles			



## DIFICULTADES ENCONTRADAS

### Anotaciones:

1. La elaboración de productos artesanales resultó retador dado que no existe información documentada y condiciones estandarizadas de la formulación y condiciones de producción requeridas para su elaboración. Por tanto, el contacto directo con los productores voluntarios que colaboraron en el proyecto permitió solventar este reto tras documentarse las diferentes variantes en los procesos productivos de los 3 productos seleccionados.
2. Durante el estudio relacionado con queso Bagaces, un primer lote de producción de queso presentó contaminación microbiológica que comprometía la calidad de los resultados; por tanto se reforzaron las medidas de Buenas Prácticas de Manufactura durante la fabricación del producto y se implementaron análisis microbiológicos durante los tiempos de muestreo para verificar la ausencia de microbiota indeseable.
3. Por la ubicación geográfica tan distante de los productores participantes voluntarios del proyecto, se dificultó realizar una única actividad de capacitación. Por tanto, se decidió realizar capacitaciones personalizadas con cada pequeño colaborador participante. El material didáctico utilizado fue el mismo para todos los procesadores de un mismo grupo de producto lácteo pero con la diferencia de que para los ejemplos, se utilizaron datos propios recopilados de su planta de producción, destacándose las oportunidades de mejora para cada uno de ellos.
4. Finalmente, conociendo a priori el alto costo y complejidad de ejecutar estudios microbiológicos reto para validar las medidas de control, se decidió en su lugar utilizar predicciones de crecimientos de patógenos en quesos almacenados a temperatura ambiente basadas en un programa informático ya validado disponible y de uso gratuito. Esta información permitió obtener conclusiones muy relevantes sobre el riesgo de aplicar algunas prácticas reconocidas como comunes por los productores de los tres productores. Con la información obtenida, se establecieron medidas de control puntuales en las guías de proceso de cada producto y, de aplicarse a cabalidad, se pueden prevenir una serie de eventos desafortunados vinculados a la inocuidad de los productos.

## EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA

EQ	PARTIDA	ASIGNADO	AUMENTOS Y AMPLIACIONES	DISMINUCIONES Y DEDUCCIONES	EGRESOS	DISPONIBLE
0	No hay datos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

## EJECUCIÓN HISTÓRICA PRESUPUESTARIA

PERIODO 2017				
PARTIDA	ASIGNADO	AMPLIACIONES	DISMINUCIONES	EGRESOS
2019901 - Reactivos y útiles de laboratorio	500.000,00	0,00	0,00	499.534,85
Total	500.000,00	0,00	0,00	499.534,85

¿Contó con financiamiento externo?

No

¿Contó con exoneración del fondo de desarrollo institucional (FDI)?

No

Indique los beneficios obtenidos del plan de inversión

## CONCLUSIONES

## **Anotaciones:**

Considerando el alto nivel de producción de productos lácteos a nivel artesanal en Costa Rica y Mesoamérica y la limitada disponibilidad de información, con fundamento científico, para su elaboración y garantía de inocuidad; este proyecto y los resultados generados contribuyen de forma importante a la prevención de casos lamentables de enfermedades transmitidas por alimentos vinculadas a estos productos; gracias a la evaluación la eficacia de las operaciones unitarias ligadas a cada proceso productivo. Dentro del marco del proyecto se evaluó la efectividad, para garantizar la inocuidad, de las prácticas actuales de formulación, manejo y procesamiento de queso Palmito, queso Bagaces y leche agria producidos de forma artesanal en Costa Rica. Se realizaron visitas a productores de los tres productos seleccionados en las que se evaluó el grado de cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura de acuerdo con el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.33:06 y se indicaron las oportunidades de mejora. Se determinó además el perfil físico químico y microbiológico de los productos y se definieron los parámetros de inocuidad de mayor significancia para los tres productos lácteos de interés. Por su parte, se caracterizó la operación unitaria de mayor impacto sobre la inocuidad en los procesos de manufactura los productos y a partir de esta información, se determinaron las condiciones mínimas requeridas para garantizar la inocuidad.

Como productos de impacto de esta investigación destacan la ejecución de tres trabajos finales de graduación para optar por el grado de licenciatura en Ingeniería de alimentos, la participación en numerosos eventos con productores y la comunidad científica para transferir los principales resultados obtenidos; la generación de material didáctico y de guías de proceso para cada uno de los productos estudiados, la capacitación de productores artesanales y representantes de entes gubernamentales responsables de la legislación y capacitación de los productores lecheros y la eventual transferencia de los resultados a través de al menos una publicación científica.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

⌘

## **ANEXOS Y APÉNDICES**

⌘