

**PROPUESTA DE CREACIÓN DE VALOR DE MARCA A PARTIR DE LA  
CARACTERIZACIÓN DEL QUESO PAIPA EN EL MARCO DE SU PROTECCIÓN  
COMO DENOMINACIÓN DE ORIGEN**

Nombre del Estudiante

**Diego Alejandro Benavides Sánchez**

Directora

**Carolina Peña Serna**

Comité de asesores

**Yesid Aranda Camacho**

**Segundo Abraham Sanabria Gómez**

**Doctorado en Ciencias Animales énfasis Agroindustria**

**Facultad de Ciencias Agrarias**

**Universidad de Antioquia**

**2022**

## **Agradecimientos**

En primer Lugar, agradezco a la vida por permitir que diferentes personas e instituciones se cruzaron en mi camino para poder alcanzar las metas propuestas con este trabajo de investigación.

Agradezco a las entidades que creyeron en el proyecto de investigación y lo financiaron económicamente. A la gobernación de Boyacá quien a través de la convocatoria 733 de 2015 financió mis estudios de doctorado y el proyecto de investigación. Asimismo, agradezco a la secretaría de desarrollo empresarial del departamento de Boyacá con su programa Boyacá territorio de sabores y al centro regional de gestión para la productividad y la innovación de Boyacá (CREPIB) quienes financiaron el análisis sensorial del queso Paipa. También al proyecto de desarrollo Productivo UNIE003-2020 quien ayudo a complementar la información primaria proveniente de las encuestas realizadas a los productores de queso Paipa. El trabajo conjunto con estas entidades ha permitido entregar un insumo para el desarrollo del territorio de la DO del queso Paipa.

De la misma forma, agradezco a todas las personas que han estado presentes en mi proceso de formación, a mi directora de tesis la Dra. Carolina Peña Serna quien me permitió explorar diferentes campos del conocimiento para comprender integralmente mi objeto de estudio y aportar mi granito de arena al territorio. Agradezco a mi comité asesor, al Dr. Yesid Aranda quien orientó mi formación en sellos de calidad con mención al origen y calidad diferencial ligada al territorio, además de su valiosa ayuda académica, agradezco su apoyo personal y su disposición permanente para colaborar con el proyecto de investigación. Al Dr. Segundo Abraham Sanabria quien acompañó todo mi proceso de formación aun antes de empezar con los estudios de doctorado, cuando todo esto era apenas una idea, su valioso acompañamiento fue fundamental durante todo este tiempo. También a las personas que complementaron mi formación doctoral como la Dra. Angélica Espinoza Ortega quien dirigió mi estancia de investigación en el Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR) de la

Universidad Autónoma del Estado de México y oriento mi aprendizaje en quesos tradicionales desde una perspectiva social.

Muchas gracias también a todas las personas que me acompañaron emocionalmente durante este proceso. A mi pareja quien fue el soporte fundamental en esta última fase de entrega de tesis, a mis padres y hermanos y a mis amigos y amigas quienes además de brindarme un soporte emocional, me ayudaron a superar diferentes dificultades académicas.

A todos muchas gracias.

## **Dedicatoria**

*A mi hija o hijo, principal motivación para finalizar esta etapa de mi vida y proyectarme a lo que viene, te seguiremos esperando.*

*A mi pareja, soporte emocional de este proceso académico y soporte emocional primordial en mi vida.*

*A mis padres y hermanos, en especial a mi madre, quien siempre ha estado ahí brindándome un apoyo incondicional constante.*

*A mis amigas y amigos que me acompañaron y ayudaron a superar las diferentes dificultades del camino.*

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. RESUMEN GENERAL</b>	<b>11</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN GENERAL</b>	<b>13</b>
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>16</b>
Objetivo General	16
Objetivos Específicos	16
<b>4. MARCO TEÓRICO</b>	<b>17</b>
Contexto del Sector Lácteo	17
Quesos de leche cruda	18
El queso Paipa	20
Signos distintivos con mención al origen (Denominación de Origen)	24
Calidad Diferencial Ligada al Territorio	26
Características Sensoriales	29
Características Físicoquímicas	31
Proteína	31
Materia Grasa	32
Acidez Y pH	33
Maduración del queso	33
Características Microbiológicas	39
Factores Naturales y Humanos	40
Generación de Valor de Marca de un Producto con Denominación de Origen	41
Referencias	43
<b>5. CAPÍTULO I. CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DEL QUESO PAIPA EN EL MARCO DE SU PROTECCIÓN COMO DENOMINACIÓN DE ORIGEN.</b>	<b>55</b>
Resumen	55
Introducción	56
Materiales y métodos	56
Resultados	60
Discusión	68
Conclusiones	72
Referencias	73
<b>6. CAPÍTULO II. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL QUESO PAIPA DURANTE DE SU PERIODO DE MADURACIÓN</b>	<b>80</b>
Resumen	80
Introducción	81
Materiales y métodos	82
Resultados	89
Discusión	105
Conclusiones	116
Referencias	117
<b>7. CAPÍTULO III. CALIDAD DIFERENCIAL LIGADA AL TERRITORIO DEL QUESO PAIPA EN EL MARCO DE SU DECLARACIÓN DE PROTECCIÓN COMO DENOMINACIÓN DE ORIGEN</b>	<b>131</b>
Resumen	131

Introducción	132
Materiales y métodos	133
Resultados y Discusión	135
Conclusiones	163
Referencias	164
<b>8. CAPÍTULO IV. ALTERNATIVAS PARA EL DESARROLLO DE VALOR DE MARCA DEL QUESO PAIPA A PARTIR DE SU CALIDAD DIFERENCIAL.</b>	<b>169</b>
Resumen	169
Introducción	170
Materiales y métodos	171
Resultados	179
Discusión	184
Conclusiones	188
Referencias	189
<b>9. Conclusiones Generales</b>	<b>193</b>
<b>10. Recomendaciones</b>	<b>197</b>
<b>11. Anexos:</b>	<b>198</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Caracterización química y microbiológica de la leche .....	60
<b>Tabla 2.</b> Caracterización Microbiológica del queso Paipa .....	61
<b>Tabla 3.</b> Lista completa de descriptores sensoriales del queso Paipa.....	63
<b>Tabla 4.</b> Lista definitiva de descriptores sensoriales del queso Paipa.....	64
<b>Tabla 5.</b> composición proximal, características higiénicas y sanitarias de la leche cruda.....	90
<b>Tabla 6.</b> Evolución de la composición química del queso Paipa durante su maduración .....	90
<b>Tabla 7.</b> Perfil de ácidos grasos de la leche cruda y evolución del contenido de ácidos grasos durante la maduración del queso Paipa .....	92
<b>Tabla 8.</b> Evolución del nitrógeno soluble durante la maduración del queso Paipa .....	93
<b>Tabla 9.</b> Evolución del color durante la maduración del queso Paipa .....	94
<b>Tabla 10.</b> Evolución de la textura del queso Paipa durante la maduración .....	95
<b>Tabla 11.</b> Evolución del recuento de microorganismos durante la maduración del queso Paipa .....	96
<b>Tabla 12.</b> Datos de secuenciación y diversidad calculada .....	97
<b>Tabla 13.</b> Listado de DO y MC visitadas para la definición de alternativas .....	174
<b>Tabla 14.</b> Listado y perfil de los expertos consultados.....	177
<b>Tabla 15.</b> Calidad diferencial ligada al territorio del Mezcal, quesillo Oaxaca, Tequila, queso Cotija, Sotol y queso Chihuahua y estrategia utilizada para el desarrollo del valor de marca .....	180
<b>Tabla 16.</b> Estimación de pesos globales para priorización en función del desempeño de las alternativas para desarrollar valor de marca del queso Paipa. ....	183

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Aspecto y color de la pasta (A y B) y de la corteza (C y D) del queso Paipa. ....	62
<b>Figura 2.</b> Perfil de textura (A) y sabor (B) del queso Paipa.....	65
<b>Figura 3.</b> Perfil de apariencia (A) y olor (B) del queso Paipa. ....	66
<b>Figura 4.</b> Análisis de Componentes Principales para la apariencia del queso Paipa. ....	67
<b>Figura 5.</b> Análisis de Componentes Principales para el olor del queso Paipa. ....	68
<b>Figura 6.</b> Preparación de muestras del queso Paipa. ....	82
<b>Figura 7.</b> Abundancia relativa de las poblaciones bacterianas presentes en la leche y el queso Paipa.....	98
<b>Figura 8.</b> Evolución de la composición bacteriana del queso Paipa durante su maduración.. ....	99
<b>Figura 9.</b> ACP para la microbiota bacteriana del queso Paipa.....	100
<b>Figura 10.</b> Abundancia relativa de las poblaciones de mohos y levaduras presentes en la leche y el queso Paipa. .....	102
<b>Figura 11.</b> Evolución de la composición de mohos y levaduras del queso Paipa.....	103
<b>Figura 12.</b> ACP para la microbiota de mohos y levaduras del queso Paipa.....	104
<b>Figura 13.</b> Intensidad de los descriptores sensoriales del queso Paipa. ....	138
<b>Figura 14.</b> Ubicación espacial de los productores de queso Paipa en el territorio .....	141
<b>Figura 15.</b> Genealogía de los productores de queso Paipa. ....	149
<b>Figura 16.</b> Cadena productiva del queso Paipa .....	153
<b>Figura 17.</b> Proceso de elaboración del queso Paipa.....	155
<b>Figura 18.</b> Representación gráfica del modelo analítico jerárquico para seleccionar alternativa de desarrollo de valor de marca del queso Paipa .....	176

## LISTA DE ABREVIATURAS

a\*: Coordenada en la escala CIELab, color verde a rojo

A1: Alternativa 1

A2: Alternativa 2

A3: Alternativa 3

ADPIC: Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio

AG: Ácidos Grasos

AGMI: Ácidos Grasos Monoinsaturados

AGPI: Ácidos Grasos poliinsaturados

AGS: Ácidos Grasos Saturados

AHP: Analytic Hierarchy Process (Proceso Analítico Jerárquico)

ANOVA: Analysis of Variance (Análisis de Varianza)

APT: Análisis de perfil de textura

b\*: Coordenada en la escala CIELab, color azul a amarillo

BAL: Bacteria Ácido Lácticas

Bp: Base pairs (Pares de bases)

C1: Criterio 1

C2: Criterio 2

C3: Criterio 3

CIE: International Commission on Illumination (Comisión Internacional de la Iluminación)

CO<sub>2</sub>: Dióxido de carbono

CONPES: Consejo Nacional de Política Económica y Social

DANE: Departamento Administrativo Nacional de Estadística

DIAN: Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales

DO: Denominación de Origen

EUA: Estados Unidos de América

FAO: Food and Agriculture Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)

FP: Factor de Pardeamiento

Ha: Hectárea

IA: Índice de amarillamiento

IB: Índice de blancura

ICA: Instituto Colombiano Agropecuario

ICONTEC: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación

ICTA: Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos

IDEAM: Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales

IDF: International Dairy Federation (Federación Internacional de Lechería)

IG: Indicación Geográfica

IGAC: Instituto Geográfico Agustín Codazzi

IICA: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura

INVIMA: Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos

IP: Indicación de procedencia

ISO: International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización)

ITS: Intergenic spacers (espaciador intergénico)

JICA: Japan International Cooperation Agency (Agencia de Cooperación Internacional del Japón)

L\*: Coordenada en la escala CIELab, luminosidad de negro a blanco

LDH: Lactato deshidrogenasa

LPL: Lipoproteína lipasa

MC: Marca Colectiva

NaCl: Cloruro de sodio

NH<sub>3</sub>: Amoníaco

NMP: Número más Probable

NTC: Norma técnica colombiana

OECD: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

OTUS: Operational Taxonomic Units (Unidades taxonómicas operacionales)

OVOP: One Village One Product (Un pueblo, un producto)

PCA: Principal Component Analysis (Análisis de Componentes Principales)

PE: Paired-end Reads (Lecturas Pareadas)

QDA: Quantitative Descriptive Analysis (Análisis descriptivo cuantitativo)

RCS: Recuento de Células Somáticas

RDP: Ribosomal Database Project (Proyecto Base de Datos Ribosomal)

SC1-1: Sub-criterio 1-1

SC1-2: Sub-criterio 1-2

SC2-1: Sub-criterio 2-1

SC2-2: Sub-criterio 2-2

SC3-1: Sub-criterio 3-1

SC3-2: Sub-criterio 3-2

SIC: Superintendencia de Industria y Comercio

TCA: Trichloroacetic Acid (Ácido Tricloroacético)

TM: “trademark” (Marca Registrada)

UE: Unión Europea

UFC: Unidades Formadoras de Colonia

UPA: Unidad Productiva Agrícola

USD\$: United States Dollar (Dólares americanos)

Z4Leche: Zona cuatro de excelencia sanitaria en producción de leche

## **1. RESUMEN GENERAL**

La presente tesis doctoral buscó caracterizar la calidad diferencial del queso Paipa en el marco de su protección como denominación de origen y con esta información proponer una alternativa para el desarrollo de su valor de marca. Por primera vez se realizó un estudio sensorial, fisicoquímico (proteólisis, perfil de ácidos grasos, textura instrumental, color instrumental) y microbiológico de las poblaciones fúngicas y bacterianas con herramientas de secuenciación masiva al único queso colombiano con proceso de maduración que cuenta con protección como denominación de origen (DO). El objetivo del capítulo uno fue abordar la definición de los atributos sensoriales de los quesos Paipa que se producen dentro de la región DO con el fin de establecer los aspectos organolépticos del producto. En el capítulo dos se exploró la evolución de las características de la calidad diferencial (cambios fisicoquímicos y microbiológicos) del queso Paipa durante su periodo de maduración (30 días). En el capítulo tres se construyó la base conceptual de la calidad diferencial ligada al territorio en que se localiza la producción del queso Paipa, se definieron los componentes de su calidad vertical y horizontal; y se caracterizaron los factores naturales y humanos del territorio en sus aspectos geográficos, históricos y culturales. Finalmente, en el objetivo cuatro, se propuso la mejor alternativa para desarrollar el valor de marca del queso Paipa a partir de su calidad diferencial ligada al territorio.

## **SUMMARY**

The aim of this PhD thesis was to characterize the differential quality of Paipa cheese within the framework of its protection as a designation of origin and with this information to propose an alternative for the development of its brand value. For the first time, a sensory, physicochemical (proteolysis, fatty acid profile, instrumental texture, instrumental color) and microbiological study was carried out with massive sequencing tools of the only Colombian cheese with a ripening process that has protection as a designation of origin (DO). The aim of chapter one was to define of the sensory attributes of Paipa cheeses that are produced within the DO region in order to establish the organoleptic aspects of the product. In chapter two, the evolution of the differential quality characteristics (physicochemical and microbiological changes) of Paipa cheese during its maturation period (30 days) was explored. In chapter three the conceptual base of the differential quality linked to the territory of Paipa cheese was built, the components of its vertical and horizontal quality were defined; and the natural and human factors of the territory were characterized in their geographical, historical and cultural aspects. Finally, in objective four, different alternatives were proposed to develop the brand value of Paipa cheese based on its quality linked to the territory, and based on the judgments of national and international experts in the valorization of typical agri-food products, and in the construction of its differential quality carried out in the first three objectives of this research work, the best alternative was proposed to develop the brand value of Paipa cheese based on its differential quality linked to the territory.

## 2. INTRODUCCIÓN GENERAL

Durante las tres últimas décadas, Colombia ha seguido un modelo de mayor apertura económica, durante la cual, el país no ha podido dinamizar su producción y exportación para integrarse al mercado mundial (Torres, 2014). En 2012 y 2013, entraron en vigencia los tratados de libre comercio con Estados Unidos (EUA) y la Unión Europea (UE), respectivamente (Ministerio de Comercio Industria y Turismo, 2011). Desde antes de firmar los acuerdos comerciales, el sector lácteo colombiano mostró su preocupación, dado que estas dos regiones son las mayores exportadoras de derivados lácteos del mundo (OECD & FAO, 2020).

De acuerdo con el documento de prospectiva del sector lácteo de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) las proyecciones económicas del sector lácteo colombiano para los siguientes años no son favorables, ya que, se prevé que el precio internacional de la leche en polvo se mantendrá cerca de los USD\$ 3000 la tonelada hasta el 2029 (OECD & FAO, 2020). De mantenerse este precio, la única forma de que no caigan los precios internos de la leche y de los derivados lácteos es con un valor alto del dólar, ya que, esto frena las importaciones de leche en polvo y de derivados lácteos al país, por el contrario, si el precio del dólar baja junto con el precio de la leche en polvo, existiría un alto riesgo de reducción del precio interno de la leche cruda en el campo colombiano y de los derivados lácteos en general como ya sucedió en el año 2015. En este escenario, la respuesta natural de la gran industria será seguir incrementando las importaciones, las cuales se han multiplicado por más de 10 veces desde el año 2010 (Agronet, 2018). Además, el país no cuenta con una política adecuada para desarrollar la competitividad del sector lácteo colombiano en estas condiciones de apertura económica.

La política del Gobierno Nacional para mejorar la competitividad del sector lácteo colombiano, se presenta en el documento CONPES 3675 de 2010, y se fundamenta en un modelo económico neoclásico donde se compite con productos homogéneos (leche, leche en polvo, quesos, mantequilla y otros), en donde se espera que el mercado sea el instrumento de asignación de recursos a través de la ley de oferta y

demanda; en el que el precio juega un papel determinante como criterio de selección y en donde se necesita ampliar la escala de producción si se quiere ser competitivo (Departamento Nacional de Planeación, 2010). Desafortunadamente, el sector lácteo colombiano, en especial el sector ganadero productor de leche, está basado en un sistema altamente heterogéneo, caracterizado por tener producciones de pequeña escala, escaso o nulo acceso a la tecnología y capital humano con poco acceso al capital financiero. En adición, este sector está basado en una economía familiar de subsistencia con una alta resistencia al cambio debido a las condiciones socioculturales propias de la ruralidad colombiana (Medina & Rodríguez, 2014). La heterogeneidad del sector no es considerada un problema en sí misma, el problema está en que se encuentra inmersa en un sistema económico que no le favorece. Para que los productos agroalimentarios con calidad diferencial aporten al desarrollo del territorio es necesario identificar estrategias que conduzcan a la valoración de producto, haciendo ostensible su calidad diferencial pudiendo ser oportuno el desarrollo de una estrategia que incorpore el uso de sellos de origen (Aranda, Gómez, & Ramos, 2014). Las indicaciones geográficas bien gestionadas son activos intangibles con la capacidad para diferenciar productos, crear valor y extender sus efectos en áreas relacionadas (Villafuerte, Gómez, & De Haro, 2012), y en esto, Colombia ha sido pionera. En 2005, “Café de Colombia” fue reconocida como denominación de origen en el país y en 2007, se convirtió en el primer producto extranjero reconocido como una indicación geográfica protegida ante la Unión Europea (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, 2013). Sin embargo, esta estrategia no ha sido desarrollada con la misma fuerza en otras ramas de la actividad agropecuaria.

En el sector lácteo colombiano existe el queso Paipa, único queso semimadurado que cuenta con protección como Denominación de Origen (DO) desde el 2011 (Superintendencia de industria y comercio, 2011). El queso Paipa se produce en el departamento de Boyacá en los municipios de Paipa y Sotaquirá y cuenta con una tradición y arraigo en su producción de más de 100 años. No obstante, a pesar de contar con declaración de protección como DO, los documentos que fueron presentados para solicitar su declaración de protección presentan vacíos e imprecisiones en la caracterización sensorial y errores técnicos que representan

inconvenientes para garantizar su reputación y en consecuencia prevenir el uso indebido de la declaración de protección otorgada. Por otra parte, el conocimiento de las características de calidad diferencial del queso Paipa hacen parte del saber hacer local de los productores, y se encuentra cifrado en un conocimiento tácito ancestral cuyo principal intento de codificación se encuentra registrado en dicho documento, sin que exista una correspondencia entre los productores y la resolución de DO.

Por lo tanto, para que los actores relacionados con la cadena de valor del producto logren usar eficazmente la declaración de protección otorgada para el queso Paipa, como un sello de origen que hace ostensible el valor de dicha distinción, se requiere mejorar el conocimiento acerca de los atributos sensoriales, fisicoquímicos y microbiológicos, proyectando esta información a la calificación de su calidad diferencial y en consecuencia al desarrollo de su valor de marca (Villafuerte Martín *et al.*, 2012), para que de esta manera, aporte al crecimiento, el desarrollo, la productividad y competitividad regional (Pallares & Castelletti, 2009).

A partir de lo expuesto anteriormente se formularon las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cuáles son los atributos sensoriales que identifican al queso Paipa con DO?
2. ¿Cómo evolucionan las características fisicoquímicas y microbiológicas del producto durante su maduración?
3. ¿Cuáles son las características de calidad diferencial que aporta el territorio al queso Paipa con DO?
4. ¿Cuál es la alternativa más apropiada para el desarrollo del valor de marca del queso Paipa a partir de sus atributos de calidad diferencial?

En consideración a lo anterior, el objetivo esta investigación doctoral fue proponer la mejor alternativa posible para el desarrollo de valor de marca del queso Paipa a partir de la caracterización de su calidad diferencial ligada al territorio en el marco de su protección como denominación de origen, y de esta manera, visualizar un escenario económico alternativo para la producción láctea en los municipios de Paipa y Sotaquirá del departamento de Boyacá, Colombia.

### **3. OBJETIVOS**

#### **Objetivo General**

Proponer alternativas para el desarrollo de valor de marca del queso Paipa a partir de su calidad diferencial en el marco de su protección como denominación de origen.

#### **Objetivos Específicos**

- Identificar los atributos sensoriales del queso Paipa.
- Evaluar la evolución de las características fisicoquímicas y microbiológicas del queso Paipa durante de su periodo de maduración.
- Identificar los factores naturales y humanos que inciden en la calidad diferencial del queso Paipa en el marco de su declaración de protección como denominación de origen.
- Evaluar alternativas para el desarrollo del valor de marca del queso Paipa que incorpore su calidad diferencial.

## **4. MARCO TEÓRICO**

### **Contexto del Sector Lácteo**

La leche es uno de los productos agropecuarios más producidos y valiosos en todo el mundo. La leche y sus derivados representan alrededor del 14% del comercio mundial de estos productos, siendo el principal producto agropecuario en términos de valor económico (OECD & FAO, 2020). Las actividades de transformación, además de añadir valor a la leche cruda, son una amplia fuente de empleo, pues aproximadamente 240 millones de personas están empleadas de forma directa o indirecta. Es probable que, junto con el sector ganadero (productor de leche), con un estimado de 150 millones de explotaciones lecheras, apoye el sustento de hasta mil millones de personas en todo el mundo (FAO, 2016). El comercio mundial de los derivados lácteos está sustentado en cuatro productos principales: mantequilla, leche entera en polvo, leche descremada en polvo y quesos. Siendo el queso uno de los principales derivados lácteos comercializados con aproximadamente 3,2 millones de toneladas en 2019. en el mundo, los principales exportadores de queso son la Unión Europea, seguida de Estados Unidos y Nueva Zelanda. Por su parte, India es el principal productor de leche cruda con una participación estimada de 192 millones de toneladas en 2019 (OECD & FAO, 2020).

A nivel nacional, el sector lácteo se abastece de materia prima proveniente principalmente de pequeñas unidades de producción agropecuaria (UPA), ya que el 70,4% de las UPA (1.669.287) del país tienen menos de 5 hectáreas (Ha) (DANE, 2016). La industria láctea colombiana presenta un alto porcentaje de informalidad y, de acuerdo con tercer censo agropecuario, del total de la leche producida en 2015, el 82,8% fue destinada para la venta siendo 52,9% comercializada a través de canales formales (DANE, 2016).

El sistema productivo de leche en Boyacá no es ajeno a esta realidad, ya que, 87,1% de los productores de leche cuentan con menos de 5 hectáreas de tierra, siendo uno de los departamentos con mayor número de minifundios del país (DANE, 2016). Dentro del sector agropecuario del departamento de Boyacá, el sector lácteo es

considerado uno de los de mayor importancia económica, sin embargo, también se caracteriza por sus condiciones de informalidad y bajo desarrollo tecnológico. A pesar de esto, en Boyacá existen más de 263 empresas productoras de derivados lácteos registradas formalmente dentro de las que se encuentran 16 empresas formales productoras de queso Paipa ubicadas en los municipios de Paipa y Sotaquirá (Cámara de Comercio de Tunja, Cámara de Comercio de Duitama, & Cámara de comercio de Sogamoso, 2015).

Los municipios de Paipa y Sotaquirá pertenecen a la zona 4 de excelencia sanitaria en leche (Z4Leche) decretado por el Instituto Colombiano Agropecuario ICA en 2013. Paipa y Sotaquirá son los municipios con mayor población bovina con 19.400 y 16.000 animales, respectivamente, donde el 97.4% de los predios tienen menos de 50 animales, por lo cual se considera una zona de pequeños productores de leche (Instituto Colombiano Agropecuario, 2013). El sector lácteo de Paipa está conformado por 1873 UPA productoras de leche, de las cuales 96,3% son pequeñas (menos de 50 animales). También cuenta con 28 plantas procesadoras de derivados lácteos (incluidas las que procesan queso Paipa) registradas formalmente, las que procesan 5.400 litros de leche en total por día; sin embargo, se estima que el procesamiento informal de leche en el territorio es mayor. Por su parte, Sotaquirá cuenta con 864 UPA productoras de leche de las cuales 858 (99,3%) son pequeñas (Instituto Colombiano Agropecuario, 2013). Además, cuenta con cuatro centros de acopio y ocho plantas procesadoras registradas formalmente que reciben diariamente 200.400 litros en total, de la misma forma, se desconoce el procesamiento de leche por canales informales (Instituto Colombiano Agropecuario, 2013). En Paipa y Sotaquirá se produce el queso Paipa, único queso tradicional colombiano con proceso de maduración elaborado con leche cruda que está protegido como DO.

### **Quesos de leche cruda**

Los quesos tradicionales elaborados con leche cruda se producen en todo el mundo y son considerados piezas fundamentales de la diversificación productiva de los alimentos. En Europa existen 186 quesos con DO (Italia 49, Francia 45, España 26, Grecia 21, Portugal 11, Reino Unido 10, Austria 6, Alemania 6, Eslovenia 4, Países

Bajos 4, Polonia 3, Bélgica 1, Irlanda 1, Rumania 1), de los cuales solo el 8% exigen que la leche se pasteurice; el 39% requiere usar solo leche cruda; y el 53% permite el uso de leche cruda o pasteurizada (Licitra *et al.*, 2019). La producción tradicional de los quesos de leche cruda es mucho más compleja y solo permite cierto tipo de estandarización, la reglamentación interna de este tipo de quesos está estrechamente vinculada al uso de dietas naturales en el ganado productor de leche, microorganismos nativos del territorio para madurar los quesos, biofilm de utensilios de madera, maduración natural, saber-hacer local, entre otros (European Economic Community, 1992). De forma contraria, en Estados Unidos, los quesos de leche cruda son menos aceptados, e incluso se han clasificado como alimentos "peligrosos", aunque se permite su comercialización con un "equivalente de pasteurización" que corresponde a una maduración mínima de 60 días (Licitra *et al.*, 2019). Tanto la pasteurización como la termización permiten a los productores industriales eliminar los factores de riesgo externos y centrarse en los factores que están bajo su control (West, 2008), mientras que los quesos de leche cruda están relacionados con formas artesanales de producción poco estandarizadas y una mayor riqueza de atributos sensoriales (O'Sullivan & Cotter, 2017). Las empresas de producción tradicionales y las industriales son mundos de producción diferentes, sería razonable pensar que estos sistemas tan diferentes no deberían estar sujetos a las mismas reglas, pero si conservar el objetivo común de producir quesos inocuos para los consumidores (Licitra *et al.*, 2019). Independientemente de la pasteurización o no, se debe garantizar que los alimentos producidos no representen un riesgo para la salud de los consumidores, es por esto que la producción de leche destinada a la elaboración de quesos de leche cruda debería cumplir normas que garanticen la inocuidad del queso tales como, un recuento total de bacterias (TBC) menor de  $100 \times 10^3$  bacterias/mL, un recuento de células somáticas (RCS) menor de  $400 \times 10^3$  células/mL y ganaderías certificadas libres de Tuberculosis and Brucelosis (Baars, 2019).

En Colombia se permite la comercialización de leche cruda para consumo humano siempre y cuando el hato productor de leche cruda esté registrado ante el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), esté certificado como libre de Brucelosis y tuberculosis y debe dar cumplimiento al programa de Buenas Prácticas Ganaderas BPG contemplado en el Decreto 616 de 2006; además la leche cruda comercializada

deberá contener más de 2.9% de proteína, estar libre de adulterantes, neutralizantes, conservantes, metales pesados, residuos de medicamentos veterinarios, plaguicidas, entre otros y tener un recuento de mesófilos aerobios menor de 700,000 UFC/mL (Ministerio de la Protección Social, 2011). Por su parte, los quesos elaborados con leche cruda como el queso Paipa debe cumplir con un tiempo de maduración de mínimo 30 días (Ministerio de salud, 1986), además de cumplir con todo lo estipulado en la reglamentación sanitaria nacional para la producción de alimentos (decreto 3075 de 1997 y la resolución 2674 de 2013).

### **El queso Paipa**

El queso Paipa es un producto artesanal, desarrollado como una actividad productiva familiar desde finales del siglo XIX (Agencia de Cooperación Internacional del Japón & Departamento Nacional de Planeación, 2017), y su elaboración, está basada en la tradición y el saber hacer de las familias de la región noroccidental, de los municipios de Paipa y Sotaquirá, del departamento de Boyacá. El queso Paipa se elabora con leche fresca (recién ordeñada) de bovinos de las razas Normando, Hostein, Ayrshire, Jersey y sus cruces; alimentados en pastoreo con pasto fresco como kikuyo, rye grass, alfalfa, falsa poa, avena forrajera, pasturas nativas, entre otros; y suplementado con sales mineralizadas y concentrados comerciales (Superintendencia de industria y comercio, 2011). El queso Paipa es considerado un patrimonio gastronómico de Boyacá y desde 2011 por medio de la Resolución 70802 de la SIC se reconoció su protección como DO (Superintendencia de industria y comercio, 2011). Se desconoce la cantidad de queso Paipa que se produce en la zona de la DO. Sin embargo, basado en los datos presentados por la gobernación de Boyacá para el proyecto “la cava del queso Paipa” en enero de 2018, se estima que la producción mensual de queso Paipa puede estar alrededor de 17000 Kg.

Desde antes de su protección como DO se ha estudiado el producto y su territorio en varios campos. El primer estudio que se hace sobre el producto está contemplado en el manual de elaboración del queso Paipa desarrollado por el Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA) de la Universidad Nacional de Colombia y por el Programa Andino de Desarrollo Tecnológico para el Medio Rural (PADT-RURAL), en

este se realizó la caracterización sensorial, fisicoquímica y del proceso de manufactura del queso Paipa (ICTA & PADT-RURAL, 1987). Este documento fue el referente para determinar las características del producto y del saber-hacer contempladas en la resolución de protección como DO (Superintendencia de industria y comercio, 2011), sin embargo, dicho documento no fue diseñado para tal fin, por lo que los parámetros fisicoquímicos y sensoriales del queso Paipa presentan algunos vacíos e imprecisiones técnicas, las cuales se ven reflejadas también en la resolución de DO.

En la parte de caracterización microbiológica y del proceso de producción, se desarrolló un proyecto de investigación “Evaluación del Queso Paipa: Calidad, Comercialización y Producción” en el año 2004, liderado por la facultad de Zootecnia de la Universidad de la Salle, en Bogotá. Los resultados de este proyecto están representados en varias tesis de pregrado. Los hallazgos más representativos de estos estudios fue la proyección del proceso para la estandarización industrial de la producción del queso Paipa (Benincore, 2004), la caracterización del mercado del queso Paipa en la ciudad de Bogotá (Orjuela & Villanueva, 2004), el aislamiento de microorganismos patógenos en el queso Paipa (Fadul & Marco, 2005), el aislamiento de microorganismos patógenos en la leche utilizada para la producción del queso Paipa (Garay, 2006) y el diseño de un sistema de inocuidad basado en las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos (ARPC) en una planta de queso Paipa (Robayo, 2006). También se obtuvo un artículo publicado en la revista de la misma universidad, los resultados de este artículo muestran que en la leche y el queso Paipa se pueden encontrar microorganismos patógenos como Coliformes, *E. coli*, *Listeria monocitogenes*, *Salmonella* spp y *Staphylococcus* coagulasa positivo (*S. aureus*), pero también se pueden encontrar bacterias acidolácticas benéficas como *Lactococcus casei*, *Lactococcus plantarum*, *Lactococcus mesenteroides*, *Lactococcus acidophilyllus* y *Lactococcus helveticus* (Neira & De Silvestri, 2006). Estos estudios también sirvieron de insumo para elaborar las características microbiológicas de la leche en la resolución de DO del queso Paipa. Adicionalmente, existen varios estudios de la misma línea de trabajo de la universidad de la Salle, un estudio para la estandarización de los procedimientos para la caracterización molecular de las levaduras nativas del queso Paipa (Lozano, 2011),

un estudio con la evaluación de las propiedades de levaduras aisladas de queso Paipa (Mayorga & Castelblanco, 2012) y un estudio para elaborar un diseño de un laboratorio fisicoquímico y microbiológico para el control de calidad, dirigido a los productores de queso Paipa (Páez, 2013). De esta nueva línea de estudio de la Universidad de la Salle se publicó un artículo que relacionó al queso Paipa con la microbiota fúngica, aislando los siguientes géneros de mohos de la leche y del queso: *Penicillium*, *Geotrichum*, *Fusarium*, *Botrytis*, *Phoma*, *Trichosporon beigelli*, *Candida rugosa*, *Cryptococcus uniguttulatus* y *Rhodotorula* spp. (Carrero & López, 2012), Más recientemente, se han realizado estudios para caracterizar la microbiota bacteriana con herramientas de secuenciación masiva, en estos se identificaron diferentes géneros bacterianos como: *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus* y *Stapylococcus*, y también se encontraron géneros de la familia Enterobacteriaceae con potencial patógeno (Castellanos *et al.*, 2020), de estos microorganismos aislados del queso Paipa se analizaron sus perfiles de susceptibilidad a antibióticos y biocidas (Castellanos *et al.*, 2020). En cuanto a las poblaciones fúngicas relacionadas con el queso Paipa, se aislaron, identificaron y evaluaron levaduras con potencial probiótico in vitro provenientes del suero del queso Paipa, dentro de las cuales se encontraron *Candida kefir*, *Kluyveromyces marxianus*, *Pichia fermentans*, entre otras (Lopez *et al.*, 2021). También se ha estado trabajando sobre la evaluación del cumplimiento de requisitos BPM en empresas productoras de Queso Paipa (Puerto, Grimaldo & Wilches, 2021).

En lo que se refiere a las características sensoriales, la resolución 070802 de 2011 de la Superintendencia de Industria y Comercio SIC contempla las características y calidades del queso Paipa, describiendo el sabor como predominantemente ácido de intensidad moderada seguido por un amargo suave, de aroma rancio, apariencia externa de color amarillo pálido levemente brillante, corteza levemente corrugada de hasta 5 mm de espesor, apariencia interna de textura semidura, seca, ligeramente friable, no arenosa, superficie no lisa, ojos pequeños e irregulares de tipo mecánico, contemplándose además, la formación de ojos por coliformes (Superintendencia de industria y comercio, 2011). El tamaño y forma tradicional es cilíndrico de 25 libras, aceptando también tamaños de diez, seis, cuatro, dos y una libra y formas rectangulares o de bloque (Superintendencia de industria y comercio, 2011) estos

parámetros fueron obtenidos del manual de elaboración del queso Paipa (ICTA & PADT-RURAL, 1987), sin embargo, como se mencionó anteriormente, este estudio no fue diseñado para caracterizar los atributos sensoriales del queso Paipa con DO. Por su parte, la composición proximal del queso se describe con un contenido de materia grasa en base húmeda de 21,81% y en base seca de 40,82%, humedad de 47,43%, humedad desengrasada de 60,39%, sólidos totales de 52,57%, proteína 24,30%, proteína en base seca 46,22%, contenido de sal en base húmeda 2,10%, acidez expresada en ácido láctico 1,10% y pH 5,21 (Superintendencia de industria y comercio, 2011). Recientemente se han desarrollado algunos estudios para complementar la caracterización fisicoquímica del queso Paipa, se han estudiado los parámetros tecnológicos que afectan la microestructura y actividad lipolítica en quesos semimadurado elaborados en laboratorio con condiciones similares a las descritas por la resolución de DO (Usgame, García & Martínez, 2018) y la influencia de las enzimas coagulantes de la leche sobre la composición lipídica de quesos semimadurados similares al queso Paipa, los resultados de este estudio mostraron que el queso presenta una mayor lipólisis cuando se elabora con coagulantes microbianos comparado cuando se elabora con quimosina recombinante, y presentan una mayor percepción de sabores ácidos, rancios y jabonosos (Usgame, *et al.*, 2022). También se ha estudiado las características fisicoquímicas del suero resultante del proceso de elaboración del queso Paipa, dentro de estos estudios encontramos la caracterización físico-química y microbiológica del lactosuero del queso Paipa (Lopez, Becerra & Borrás, 2018), en este estudio se encontró que el suero del queso Paipa es un subproducto rico en proteínas y levaduras probióticas.

En lo que se refiere a los estudios del territorio del queso Paipa, se inician con el documento manual de elaboración del queso Paipa (ICTA & PADT-RURAL, 1987), en este documento se describe todo el proceso de producción (Saber-hacer), esta caracterización del proceso es la base para el describir el saber-hacer en la resolución de DO del queso Paipa. Posteriormente (Aranda, Gómez & Ramos, 2014) proponen un modelo para tipificar las relaciones entre producto y territorio proponiendo como criterios la especificidad de los recursos y activos territoriales inmersos en la producción, la importancia socioeconómica y cultural del producto en el territorio y la organización de actores, instituciones y experiencias de calificación del producto. Bajo

esta propuesta, los indicadores del queso Paipa mostraron una calificación alta, excepto la procedencia de los recursos genéticos, que presentó un nivel medio, debido a que la leche proviene de bovinos de razas que no son autóctonas, y se consideró como un producto apto para ser protegido como DO. Adicionalmente, encontramos los estudios de la Universidad de Boyacá referente a las narrativas de las personas involucradas con la producción del queso Paipa, bajo este enfoque están los estudios: Investigación narrativa en el nuevo periodismo: la historia del queso Paipa (Pinzón & Albesiano, 2018) y narrativas de identidad en el discurso de las mujeres productoras de queso en la zona rural de Paipa, Boyacá (Pinzón *et al.*, 2020); en estos estudios se trabaja la construcción de la memoria histórica de las tradiciones culturales de la región relacionadas con la elaboración del queso Paipa. Finalmente, está el estudio sobre la reinención del queso paipa en el marco de la denominación de origen: transformaciones materiales, construcciones de autenticidad y relaciones de poder, donde se describe la manera en que se construye el *terroir* de este producto y sus efectos a escala local, analizando las interpretaciones que de la denominación de origen que hacen los actores locales en función de las exigencias de calidad y las relaciones de poder de la denominación de origen (Carvajal, 2021).

Como observamos anteriormente, a pesar que el queso Paipa ya cuenta con una protección como DO y numerosos estudios sobre el producto y el territorio, hace falta establecer con claridad las características tangibles e intangibles que componen su calidad diferencial ligada al territorio para fortalecer su identidad y definir la reglamentación que debería estar presente en su protección como DO.

### **Signos distintivos con mención al origen (Denominación de Origen)**

El término de Denominación de Origen se reglamentó inicialmente en el Convenio de París para la protección de la propiedad industrial del 20 de marzo de 1883 (OMPI, 1983), posteriormente en el Convenio de Stresa, el cual fue particularmente importante en quesos, ya que, Francia, Italia, Países Bajos y Suiza se comprometieron a prohibir el uso de denominaciones de origen falsas, generando una protección importante para los quesos Gorgonzola, Pecorino Romano, Roquefort y Parmigiano Reggiano; en el Acuerdo de Lisboa en 1958 (OMPI, 1958), y el Acuerdo de Estocolmo

de 1967. En estos últimos se avaló el sistema internacional de registro para las DO, el cual es administrado por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). Sin embargo, es especialmente importante el Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC) (OMC/OMPI, 1994), ya que, en este, se considera a las indicaciones geográficas como un derecho de propiedad intelectual de los territorios para evitar que el público sea inducido a error y evitar la competencia desleal (Aranda, Gómez, & Ramos, 2012).

En el mundo, cada país o región tiene sistemas específicos de reglamentación. Por ejemplo, la Comunidad Económica Europea a través del Reglamento CEE 2081 de 1992 relativo a la protección de las indicaciones geográficas y de las Indicaciones geográficas de los productos agrícolas y alimenticios, del reglamento CE 510 de 2006 sobre la protección de las indicaciones geográficas y de las denominaciones de origen de los productos agrícolas y alimenticios y del reglamento UE 1151 de 2012 sobre los regímenes de calidad de los productos agrícolas y alimenticios (Parlamento Europeo & Consejo de la Unión Europea, 2012); establece y regula el concepto y la calidad de las indicaciones geográficas protegidas (IGP) y de las Denominaciones de Origen Protegidas (DOP), las primeras se definen como una calidad o reputación u otra característica debida al lugar, donde la producción o transformación o elaboración se realiza en una zona geográfica delimitada, mientras que las DOP definen que la calidad o características son debidas al medio geográfico (factores naturales y humanos) y la producción, transformación y/o elaboración debe ser en el territorio de origen (Aranda, Gómez, & Ramos, 2012).

Por su parte, para la Comunidad Andina (Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú) las denominaciones de origen (DO) están soportadas en la Decisión Andina 486 del 2000 que establece el régimen común sobre propiedad industrial (Comisión de la Comunidad Andina, 2000) y definen que la calidad o reputación u otras características diferenciales de los productos protegidos como DO son debidas al medio geográfico (Factores naturales y humanos) en el cual se realiza la producción.

Para Colombia, las denominaciones de origen (DO) se reglamentan en la ley 178 de 1994, por medio de la cual se aprueba el "Convenio de Paris para la Protección de la Propiedad Industrial" (Congreso de Colombia, 1994), por el Decreto 2591 de 2000 del

Ministerio de desarrollo económico por el cual se reglamenta parcialmente la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina (Ministerio de Desarrollo Económico, 2000) y por la Resolución 57530, por la cual se adiciona el capítulo VII “Denominaciones de Origen”, al título X sobre Propiedad Industrial de la Circular Única de la SIC (Superintendencia de industria y comercio, 2012).

En el país también existe la posibilidad de diferenciar productos con reputación a través de sellos con mención a los orígenes protegidos bajo la ley de marcas, de esta forma un colectivo de actores con legítimo interés puede proteger y valorizar un producto tradicional por medio del registro de marcas (marcas colectivas o marcas de certificación o garantía) haciendo uso del nombre del origen (Aranda, Gómez, & Ramos, 2012).

El uso de sellos de origen para resaltar la calidad diferencial ligada al territorio de un producto agroalimentario típico en el mercado es una alternativa para solucionar la asimetría de información entre el productor tradicional y el consumidor y de esta manera captar rentas de especificidad mediante la valorización de sus atributos de calidad diferencial ligada al territorio del producto (Aranda, Gómez, & Ramos, 2012).

### **Calidad Diferencial Ligada al Territorio**

La Norma ISO 9000, define a la calidad como: “El conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confiere la aptitud para satisfacer necesidades declaradas e implícitas de los individuos” (ISO, 2015). Sin embargo, en lo que se refiere a calidad de productos agroalimentarios este concepto se torna complejo y abstracto debido a que puede ser vista desde diferentes perspectivas y a la vez como el conjunto de todas ellas (Ablan, 2000).

En el mundo, existen dos grandes escuelas de pensamiento en el estudio la relación entre el territorio y las cadenas locales agroalimentarias, estas son: la escuela anglosajona de investigación en “Geografía Agroalimentaria” y las escuelas franco-mediterráneas de “Sistemas Agroalimentarios Localizados” (Boucher & Poméon, 2010). De estas dos escuelas, se desprenden dos áreas temáticas interrelacionadas entre sí: 1) Los vínculos de identidad de los productos agroalimentarios con el

territorio, es decir el análisis del origen y 2) Las dinámicas de proximidad organizativa que convierten al territorio en un activo específico. En el enfoque franco-mediterráneo se orienta al análisis de los efectos de los sistemas productivos locales en el desarrollo territorial, en el desarrollo rural y en las estrategias para la generación de valor de los productos agroalimentarios con calidad diferencial ligada al origen (Sanz-Cañada, 2008). Desde esta escuela, La calidad de un producto agroalimentario puede ser vista desde tres diferentes ópticas:

1. Calidad como salvaguarda de inocuidad, lo que significa que el alimento no cause daño a salud de las personas.
2. Calidad nutricional, que hace referencia a la aptitud de los alimentos de satisfacer las necesidades de las personas en términos de energía y nutrientes.
3. Calidad definida por los atributos de valor que se le asignen. Esta parte del supuesto de cumplimiento de inocuidad y se deriva de las características sensoriales, composicionales, de su origen, de sus tradiciones y en general de la satisfacción de las preferencias de los consumidores (Gómez, Santos, & Caldentey, 2006).

Conservando la misma línea, (Champredonde, 2016) define a la calidad a partir de dos variables. Las variables objetivables (características físicas, bioquímicas, reológicas, entre otras) y las variables subjetivas (representaciones, valores, gustos, entre otras). Partiendo de este principio, se desprenden dos conceptos de calidad; la calidad vertical y calidad horizontal (Gómez & Caldentey, 1999).

La calidad vertical es la más valorada por las escuelas de calidad anglosajonas y hace referencia a características tangibles que expresan excelencia asociada a la ausencia de peligros físicos, químicos y biológicos y homogeneidad de los productos (Garrido & Ramos, 2013), dentro de esta categoría se encuentran los requisitos de obligatorio cumplimiento para todos los productos agroalimentarios reglamentados en las normativas sanitarias de cada país. Son características que buscan garantizar inocuidad e idoneidad de los alimentos a fin de proteger la salud de los consumidores y facilitar el comercio (FAO & OMS, 2013), las prácticas que buscan garantizar la

inocuidad son homogéneas para todos los productos agroalimentarios (Moscoso, 2001).

La calidad horizontal es defendida por las escuelas de calidad franco mediterráneas y se deriva de la singularidad, diferenciación y heterogeneidad de los productos. Se asocia a estándares de cumplimiento aceptados de forma voluntaria y su estructura se basa principalmente en la calidad definida por los atributos de valor (Pavón & Gómez, 2008). Muchnik (2006) complementa la definición de esta calidad horizontal como una construcción social subjetiva establecida a partir de las preferencias de los consumidores, en un escenario dinámico y cambiante a través del tiempo y soportado a partir de la identidad que le den los consumidores. Además, plantea cuatro posibles categorías de esta calidad: calidad organoléptica, calidad simbólica, calidad medioambiental y calidad de uso. En el caso de productos tradicionales como el queso Paipa, son atributos diferenciadores ligados al territorio, son una serie de características cualitativas asignadas por las preferencias del consumidor, en este caso no son solamente características objetivas, parten de una construcción social en la que convergen diferentes elementos que conforman la tipicidad del producto (Caldentey & Gómez, 1996; Aranda, 2015).

La tipicidad de un producto agroalimentario es uno de los atributos de calidad que logran reconocer algunos consumidores, y es definida por la presencia de una calidad específica en el producto, cuando ésta resulta de las particularidades de las materias primas y de la incidencia de prácticas y conocimiento (saberes) propios a la cultura del grupo humano de referencia (Champredonde, 2016). La tipicidad de un producto agroalimentario se construye a partir de tres conceptos: calidad, diferenciación y territorio y a su vez estos tres conceptos se unen en uno solo denominado calidad diferencial ligada al territorio (Caldentey & Gómez, 1996; Aranda, 2015). El término calidad parte del supuesto de cumplimiento de inocuidad y se complementa con atributos diferenciales asignados principalmente por las preferencias subjetivas del consumidor (atributos sensoriales, origen, tradición, entre otras).

El territorio se define a partir de tres dimensiones (geográfica, histórica y cultural) (Gómez *et al.*, 1999, Aranda, 2015), por lo que en este convergen los factores naturales y humanos, los cuales recogen las características propias de la zona, sus

formas de producción y el saber hacer de sus habitantes (Comisión de la Comunidad Andina, 2000). Finalmente, la diferenciación busca que los productos sean percibidos como únicos por los consumidores. En el caso de productos agroalimentarios, el mercado se caracteriza por la asimetría de información referida a la calidad de los productos, lo que dificulta su diferenciación.

La diferenciación de productos está relacionada con la existencia de distintos niveles de calidad en la producción, con el espacio geográfico donde se produce y con las preferencias de los consumidores. La literatura sobre diferenciación de productos muestra que los productos están diferenciados objetiva y/o subjetivamente, por lo tanto, aun siendo sustitutos cercanos, esta sustitución en principio es imperfecta (Martínez, 2005).

La diferenciación del producto puede ser vista también desde dos ópticas: por el lado de la demanda definido en el modelo Lancaster de 1979 y por el lado de la oferta (Eaton & Lipsey, 1989). Por otro lado, existe dos tipos de diferenciación de producto importantes: la diferenciación horizontal que hace referencia a la demanda de productos según su variedad (tipos de queso Paipa) y la diferenciación vertical (jerarquía de calidades), esta hace referencia a la demanda según su calidad real o percibida (Martínez, 2005).

El primer paso para determinar la calidad diferencial ligada al territorio de los productos alimenticios con DO es determinar el carácter originario del producto mediante el establecimiento de las relaciones entre sus cualidades específicas (atributos sensoriales, características fisicoquímicas y microbiológicas), el hombre con su conocimiento tradicional (factores humanos) y el territorio (factores naturales), en su interacción a través de un proceso histórico (Granados & Álvarez, 2002).

### **Características Sensoriales**

Las propiedades sensoriales de los productos lácteos, se clasifican por olor (percepciones oronasales), sabor o "*flavor*" (aromas en boca, sabores básicos y sensación bucales), textura y apariencia. En el análisis sensorial de los quesos hay que tener en cuenta que varios factores ejercen una influencia en las características

del producto. Entre ellas se destaca la composición microbiológica y química de la leche, sobre todo para quesos elaborados con leche cruda. En este sentido, existe una clara influencia de la genética, la fisiología, el manejo y la alimentación de los rumiantes (Fox *et al.*, 2017). Las características sensoriales son definidas tanto por profesionales de análisis sensorial como por expertos con profundo conocimiento del producto (Etaio *et al.*, 2013). La participación de expertos es muy importante porque pueden describir las características sensoriales de los productos de una manera más exhaustiva y con alta precisión (Ojeda *et al.*, 2015). En el caso particular de los quesos certificados con DO deben definirse por las características sensoriales específicas que estén relacionadas con una región, materias primas o procedimientos de elaboración tradicionales (Cayot, 2007). Además, es importante especificar las características sensoriales de los productos con DO con el fin de diferenciarlos de otros productos similares. La metodología usada para definir las características sensoriales es particular para cada denominación de origen (Irigoyen *et al.*, 2005). Sin embargo, existen diferentes técnicas que pueden utilizarse para medir e interpretar las características de cualquier alimento (Delahunty & Drake, 2004).

Las técnicas sensoriales se dividen en tres categorías: para determinación de calidad, afectivas o aceptación del consumidor, y analíticas. Las pruebas para determinación de calidad se definen como el conjunto de características sensoriales (apariencia, aroma, sabor y textura), que son máximamente aceptadas por un público específico o consumidores. Estas se usan principalmente para mantener la confianza del consumidor y la lealtad hacia un producto (Fuquay *et al.*, 2012). Las pruebas sensoriales de aceptación del consumidor hacen uso de escalas de calificación que miden el agrado o el desagrado hacia un alimento, (Fuquay *et al.*, 2012). Las pruebas analíticas se dividen en dos grandes grupos, pruebas de discriminación y pruebas de evaluación descriptiva, las primeras de ellas implican comparaciones directas de los productos para determinar si existe una diferencia perceptible entre ellos para una característica sensorial, siendo las más utilizadas la comparación de pares (ISO 5495, 2005), el dúo-trío (ISO 10399, 2017), las pruebas triangulares (ISO 4120, 2021) y la prueba de clasificación o "ranking" (ISO 8587, 2006); de otra parte, las pruebas de evaluación descriptiva sensorial se refieren a una colección de técnicas que buscan diferenciar entre una gama de productos basada en todas sus características

sensoriales y determinar una descripción cuantitativa de todos los atributos sensoriales que pueden ser identificados (aroma, apariencia, sabor, textura, persistencia, entre otras); existen varios métodos de análisis descriptivo dentro de los cuales se encuentra el método del perfil cuantitativo de sabor, el método del perfil de textura, el Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA), el método Spectrum (Fuquay *et al.*, 2012), y el perfil multidimensional NTC 3932 (ICONTEC, 1996), la implementación de cada método descriptivo tiene tres etapas: 1) seleccionar un panel de evaluadores para llevar a cabo la evaluación sensorial, 2) desarrollar y definir una terminología o vocabulario para describir las características sensoriales del producto y 3) cuantificar estas características sensoriales (Delahunty & Drake, 2004).

### **Características Físicoquímicas**

La composición físicoquímica del queso está fuertemente asociada con la de la leche con la cual se elabora. Sin embargo, su composición difiere considerablemente, ya que durante el proceso de elaboración y maduración algunos compuestos sufren una transformación (Fox & Mcsweeney, 1998). Todos los quesos contienen proteínas, grasa, carbohidratos, vitaminas y minerales, aunque representados en diferentes cantidades.

#### *Proteína*

Las proteínas representan el 95% de los compuestos nitrogenados presentes en la leche. Las proteínas se clasifican en caseínas y proteínas del suero. Las caseínas representan aproximadamente el 80% de las proteínas de la leche y se designan como  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta$  y  $\kappa$ . Las proteínas del suero son globulinas y albuminas. Adicionalmente, existen algunas proteínas procedentes de la degradación de otras, como es el caso de la  $\gamma$ -caseínas que provienen de las  $\beta$ -caseínas. La micela de caseína es un complejo orgánico formado por caseínas  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\kappa$  unidas a fosfato cálcico coloidal. Gracias a que la  $\kappa$ -caseína es hidrófila y estable en presencia de iones  $\text{Ca}^{2+}$ , la micela se encuentra en suspensión coloidal (Fox & Mcsweeney, 1998).

Las proteínas del queso afectan de manera significativa las características fisicoquímicas, reológicas, de estabilidad y de uso. Por lo tanto, la proteína tiene una influencia importante en la calidad del queso y sus aplicaciones industriales.

La fabricación de queso implica la desestabilización controlada de la micela de caseína en la leche por hidrólisis enzimática de la capa de  $\kappa$ -caseína superficial, acidificación al pH isoelectrico de la caseína o una combinación de reducción de pH <5,6 y alta temperatura (>90°C) formando un gel que posteriormente se desuera y forma una cuajada (O'Mahony & McSweeney, 2016).

### *Materia Grasa*

Los lípidos de la leche están compuestos principalmente por triglicéridos (98%), sin embargo, también se pueden encontrar fosfolípidos, diglicéridos, esteroides como el colesterol, carotenoides, vitaminas liposolubles y trazas de ácidos grasos. Dentro de la composición de los ácidos grasos de la leche se encuentran cantidades sustanciales de ácidos grasos de cadena corta, estos varían entre las especies de rumiantes y tienen efectos importantes sobre las propiedades físicas y los aspectos generadores de sabor de los quesos. Los lípidos de la leche de los rumiantes contienen niveles bajos de ácidos grasos poliinsaturados y contiene un nivel relativamente alto de ácidos grasos saturados (Fox *et al.*, 2017).

Los lípidos son un componente muy importante en la mayoría de los quesos y su contenido varía según el tipo de queso. El contenido de lípidos en queso está influenciado por dos factores principalmente: la composición de la leche (particularmente la relación proteína / materia grasa) y el proceso de elaboración (receta, procedimiento y tecnología). La humedad retenida en el queso también se relaciona directamente con la retención de grasa en el mismo. El contenido de lípidos en base seca está entre 42-56% para la mayoría de los quesos, pero presenta altas variaciones (<33% - >70%) dependiendo del tipo de queso. El nivel de grasa influye en varios aspectos del queso tales como, composición, bioquímica, microestructura, rendimiento, propiedades reológicas, texturales y de cocción (Fox & McSweeney, 2006).

Los ácidos grasos tienen un impacto directo en el sabor del queso, particularmente ácidos grasos de cadena corta (C4–C10), estos otorgan sabores fuertes al queso. Los ácidos grasos son importantes precursores de compuestos volátiles que le aportan importantes atributos sensoriales a los quesos (Fox *et al.*, 2017).

### *Acidez Y pH*

La producción de ácido es una característica clave en la fabricación de todas las variedades de queso madurado. En la mayoría de los quesos el pH disminuye a  $5\pm 0,4$  durante 5-20 horas, a una velocidad que depende del tipo de queso. La acidificación se logra normalmente a través de la fermentación bacteriana de lactosa a ácido láctico. Tradicionalmente, los queseros confiaban en la microbiota endógena de la leche para fermentar la lactosa, esto todavía se observa en algunas variedades artesanales. Sin embargo, cuando la microbiota endógena varía, también lo hace la tasa de acidificación y, por lo tanto, las características del queso. La producción de ácido juega varios papeles principales en la fabricación de queso: controla o previene el crecimiento de bacterias patógenas, afecta la actividad coagulante durante la coagulación de la cuajada, solubiliza el fosfato de calcio coloidal y por lo tanto afecta la textura del queso, promueve la sinéresis, influyendo en la composición fisicoquímica del queso e influye en la actividad de las enzimas durante la maduración (Fox *et al.*, 2015).

### *Maduración del queso*

La maduración del queso es mediada por seis fuentes principales, las enzimas coagulantes, las enzimas endógenas de la leche, las bacterias iniciadoras, los microorganismos iniciadores secundarios, los microorganismos no iniciadores y enzimas exógenas utilizadas para acelerar la maduración (Fox *et al.*, 2017).

Durante el periodo de maduración se desarrollan las características de “flavor” y textura de la mayoría de los quesos. Tres vías principales constituyen la bioquímica de la maduración: 1) metabolismo de lactosa residual, del lactato y del citrato (Glicolisis), 2) metabolismo de ácidos grasos (lipolisis) y 3) catabolismo de proteínas, péptidos y aminoácidos (proteólisis) (Fox *et al.*, 2017).

### *Glicolisis*

Durante la elaboración de la cuajada, la mayoría de la lactosa es removida con el suero (98%), la restante es convertida a lactato (L-Lactato principalmente) por acción de los microorganismos después de las siguientes 24 horas del prensado (McSweeney *et al.*, 2017). La velocidad de la acidificación tiene un impacto sobre el “flavor” y textura del queso, ya que, influye en la desmineralización de la micela de caseína y sobre la proteólisis, en cuanto mayor sea la velocidad de reducción del pH mayor será el grado de proteólisis, pues dependiendo de la tasa de retención del coagulante, este tendría una mayor actividad con bajo pH (Bansal, Fox, & McSweeney, 2007). La conversión rápida y completa de lactosa a ácido láctico es indispensable para mantener la calidad del queso, ya que, si esto no ocurre, se aumentan las probabilidades de colonización con microbiota secundaria indeseable. En el caso de queso Paipa no se sabe exactamente cómo es el comportamiento, ya que, este es un producto elaborado a partir de leche cruda y la conversión de lactosa residual a ácido láctico dependerá de la microbiota proveniente de la leche y del proceso de manufactura. La concentración de sal es otro factor que influye en la acidificación de la lactosa residual, niveles de sal por encima de 5% disminuyen la acción de los microorganismos y aumentan el tiempo de conversión de lactosa a ácido láctico, lo cual influye también en sabor y textura, dándole notas ácidas más fuertes (Shakeel, Waldron & Fox, 2004). De acuerdo con la resolución 070802 de 2011 de protección por denominación de origen del queso Paipa, el proceso de salado corresponde a la habilidad y saber hacer de los productores (Superintendencia de industria y comercio, 2011), en comunicación con ellos, la cantidad de sal es de aproximadamente 80 gramos por cantina de leche (4 Kg de cuajada) lo que corresponde aproximadamente al 2% de sal en base húmeda; esto quiere decir, que la cantidad de sal del queso Paipa puede no ser un factor determinante en la acidificación temprana del queso. Por su parte, El L-lactato tiene 5 rutas metabólicas principales que influyen en el “flavor” y textura del queso (McSweeney *et al.*, 2017). 1) Recemización de L-lactato a D-Lactato por acción de bacterias ácido lácticas secundarias, en este paso se reduce a más de la mitad la cantidad de lactato en el queso. El proceso de recemización influye en el “flavor” y en la textura por influir en la producción de cristales. 2) Metabolismo oxidativo de lactato a propionato o acetato, agua y CO<sub>2</sub>. Se da principalmente por BAL secundarias y por

acción de bacterias propiónicas (*Propionibacterium freudenreichii*). El metabolismo de lactato a acetato se ve influenciado también por las altas concentraciones de oxígeno, por lo que el tamaño del queso influye en esta ruta metabólica, esto es especialmente importante en queso Paipa que acepta tamaños desde una libra (0.5 Kg) hasta 25 libras (12.5 Kg) con el mismo tiempo de maduración. El acetato puede ser producido por bacterias iniciadoras a partir de lactosa, citrato o aminoácidos, suele estar presente en altas concentraciones en la mayoría de los quesos y se considera que contribuye al sabor, aunque una alta concentración puede causar sabores desagradables (McSweeney *et al.*, 2017). La ruta del propionato es muy importante en quesos, en especial en el queso suizo, ya que por esta ruta además de propionato se produce CO<sub>2</sub>, desarrollando sabores particulares y en especial los ojos característicos de este queso. 3) Metabolismo oxidativo del lactato a formato y etanol por acción de BAL secundarias especialmente *Pediococcus* sp. Estos son importantes precursores de compuestos volátiles que impactan en el sabor y principalmente son importantes en el aroma de los quesos. 4) Metabolismo oxidativo del lactato por acción de mohos y levaduras (*Penicillium camemberti*) a CO<sub>2</sub> y agua, este proceso se da principalmente en la superficie de los quesos, este metabolismo produce un aumento de pH (pH 5,6) en corteza y producción de NH<sub>3</sub> que al interiorizarse también induce un aumento de pH en el interior del queso y difusión hacia el exterior de fosfato de calcio; la reducción de la concentración de fosfato de calcio en el interior ayuda a suavizar la textura del queso. El pH elevado estimula la acción de la plasmina, que, junto con el cuajo residual, aumenta la proteólisis. 5) Metabolismo anaeróbico del lactato a butirato y gas dihidrógeno (H<sub>2</sub>) provocando hinchazón en el queso por acción principalmente de *Clostridium tyrobutyricum*. Esto es un defecto grave en quesos y es un problema de salud pública.

Por otro lado, se tiene el metabolismo del citrato, esta ruta es poco importante en la mayoría de los quesos, sin embargo, para el queso Paipa puede ser relevante, ya que, el citrato es metabolizado a diacetilo, acetato, acetoína y CO<sub>2</sub>, por cepas de bacterias mesófilas citrato positivas (*L. lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis* o *Streptococcus diacetylactis*, *Leuconostoc mesenterodes* subsp. *cremoris*) (McSweeney *et al.*, 2017), estas características son muy similares a las condiciones encontradas en el queso Paipa caracterizado por sabores y olores predominantemente butíricos (diacetilo),

presencia de ojos pequeños (CO<sub>2</sub>) y maduración a temperatura ambiente ideal para el desarrollo de estos microorganismos.

### *Lipolisis*

Los lípidos presentes en los alimentos se pueden degradar a través de oxidación o hidrólisis. La oxidación de lípidos no es significativa en quesos debido a su bajo potencial redox. Por el contrario, la hidrólisis enzimática (lipólisis) de mono, di y triglicéridos a ácidos grasos libres (AGL) y glicerol se considera esencial para el desarrollo del sabor en el queso (Thierry *et al.*, 2017). Los lípidos son excelentes portadores y precursores de numerosos compuestos de sabor y olor. También se sabe que ciertos ácidos grasos libres son percibidos por los humanos a través de un complejo proceso que combina sabor y detección sensorial trigeminal, que aumenta la palatabilidad y contribuye en gran medida a la afinidad y las preferencias de los consumidores (Poette *et al.*, 2014). Los ácidos grasos libres son precursores importantes compuestos volátiles que contribuyen al sabor y aroma de los quesos como esteroides, metil-cetonas, lactonas y alcoholes secundarios. La lipolisis en quesos depende de enzimas como las lipasas y esterasas. Las lipasas actúan sobre sustratos emulsionados en la interfaz lípido-agua y por lo general en compuestos de cadena larga, mientras que las esterasas actúan sobre ácidos grasos de cadena corta y sustratos solubles en agua. Las enzimas lipolíticas en el queso se originan a partir de cinco posibles fuentes: 1) leche, 2) agente coagulante, 3) bacterias iniciadoras, 4) bacterias provenientes de cultivos secundarios, 5) Bacterias ácido lácticas no iniciadoras y otros microorganismos de la maduración (Thierry *et al.*, 2017). La leche contiene una lipasa endógena muy importante (lipoproteína lipasa o LPL), esta participa en el metabolismo de los triglicéridos en plasma, y entra en la leche a través de la membrana del galactocito. Alrededor del 90% de LPL está asociada con las micelas de caseína. Sin embargo, si la micela de caseína se rompe debido a agitación, formación de espuma, homogeneización, ordeño inapropiado o técnicas de manejo de la leche, puede producirse una lipólisis significativa (Fuquay *et al.*, 2012). LPL es inestable con los tratamientos térmicos. El Calentamiento a 78°C durante 10 segundos es suficiente para su inactivación completa, por lo tanto, su acción es nula en quesos elaborados con leche pasteurizada y es significativa en quesos elaborados con leche

cruda (Fox & McSweeney, 2006). Esto nos indica que su actividad debe ser muy importante en el queso Paipa y que gran parte las características sensoriales del queso se deban a la acción de esta enzima. Otra fuente de enzimas lipolíticas son las que provienen de bacterias ácido lácticas BAL, estas se consideran como las principales contribuyentes a la lipólisis que ocurre durante la maduración de quesos hechos de leche pasteurizada (Fox & McSweeney, 2006). Las enzimas lipolíticas de estas bacterias son activas a pH 7.0-8.5 y temperaturas alrededor de 35-40°C. En el queso Paipa, esta fuente es de puede ser de importancia, pues se espera que su principal componente microbiológico sean BAL. El cuajo puede ser otra fuente de lipasas, en el queso Paipa, esta fuente parece ser muy importante, en un estudio en quesos de laboratorio con técnicas de producción similares al queso Paipa se encontró un alto grado de lipólisis cuando se usa el coagulante de origen microbiano comparado con el uso de quimosina recombinante (Usgame, *et al.*, 2022). Las bacterias, levaduras y/o mohos que actúan durante la maduración pueden ser una fuente importante de lipasas, así, por ejemplo, las Propionibacterias son más lipolíticas que las BAL. Todas las propionibacterias lácteas muestran actividad de esterasa. *Propionibacterium freudenreichii*, la especie principal utilizada como maduración en el queso Emmental, posee una lipasa intracelular muy importante en el desarrollo del “flavor” de este queso (Dherbecourt *et al.*, 2010). En cuanto a los mohos y levaduras, *Yarrowia lipolytica*, *Geotrichum candidum* o *Penicillium* spp. muestran una alta actividad lipolítica (Fickers, Marty, & MarcNicaudc, 2011). Esta fuente de lipasas también puede ser importante en el caso del queso Paipa, ya que este se madura con la microbiota proveniente de la leche, del proceso de manufactura y con microorganismos secundarios de la maduración. Por otro lado, el queso Paipa se ha asociado con la presencia de mohos y levaduras. El papel que juega la lipólisis en el desarrollo de textura y “flavor” es muy relevante en quesos. Ya que, la grasa es un reservorio de sabores, pues, la mayoría de los compuestos relacionados con el sabor son más solubles en grasa que en agua. Además, la proporción y la estructura de la grasa pueden afectar la reología del queso y con esto su textura. Por otro lado, la grasa y especialmente los triglicéridos, son precursores de compuestos de sabor y olor que comúnmente se producen durante la maduración del queso (Thierry *et al.*, 2017).

### *Proteólisis*

La proteólisis es fundamental para desarrollar sabores, aromas y texturas durante la maduración del queso, esta cubre una serie de eventos bioquímicos que se caracterizan por la ruptura de caseína a péptidos y aminoácidos. La proteólisis contribuye al desarrollo de la textura del queso a través de hidrólisis de la matriz proteica de queso y disminución en la actividad del agua. La proteólisis también es fundamental para el sabor del queso, los péptidos cortos y aminoácidos contribuyen a generar sabores básicos como el umami y el amargo. Los aminoácidos que son productos finales de la proteólisis del queso otorgan sabores característicos, por ejemplo, el Glutamato (Glu) es prácticamente el único aminoácido que contribuye al sabor umami. Otros aminoácidos libres contribuyen al sabor dulce, amargo, ácido y salado. Los aminoácidos libres también tienen un papel crucial en el aroma del queso al ser precursores de compuestos volátiles (Ardö *et al.*, 2017). La proteólisis que ocurre durante la maduración del queso es catalizada por proteinasas y peptidasas. Estas provienen de varias fuentes como la leche, agentes coagulantes, bacterias iniciadoras y no iniciadoras, cultivos de maduración y enzimas proteolíticas exógenas (Fox *et al.*, 2015). La actividad residual del cuajo retenido en la cuajada, es la principal fuente de actividad proteolítica primaria en los quesos hecho con cultivos mesofílicos y temperaturas de cocción bajas (Ardö *et al.*, 2017). De acuerdo con las condiciones de producción del queso Paipa (maduración por microbiota endógena de la leche, maduración a temperatura ambiente y ausencia de tratamiento térmico) podemos decir que la actividad del cuajo sería la mayor causa de la proteólisis del mismo. Otra fuente de proteinasas, son las enzimas endógenas que están presentes en la leche, la más importante es la plasmina. Esta es una enzima termoestable con un pH óptimo de 7.5, en consecuencia, la plasmina es altamente activa en quesos cocidos a alta temperatura. Las Células somáticas son otra fuente de enzimas proteolíticas, estas contienen catepsinas D, sin embargo, su actividad en el queso es limitada (Fuquay *et al.*, 2012). Las BAL contienen proteinasas asociadas a la envoltura celular, que contribuye a la maduración del queso hidrolizando péptidos de menor tamaño producido a partir de caseína por la acción de quimosina o plasmina (Cotter & Beresford, 2017). De acuerdo con la microbiota encontrada en el queso Paipa en estudios preliminares (Suarez & Bermudez, 2008), podemos decir que posiblemente

Las BAL son otra fuente importante de enzimas involucradas en la proteólisis del queso Paipa. Las bacterias No acidolácticas y mohos pueden ser otra fuente de agentes proteolíticos, por ejemplo, *Propionibacterium freudenreichii* en el queso suizo, *Penicillium roqueforti* en el queso azul, *P. camemberti* en la superficie del queso camembert. Estos microorganismos poseen potentes actividades enzimáticas, incluidas proteinasas y peptidasas, que contribuyen a la proteólisis en estas variedades de queso (Ardö *et al.*, 2017). Existe un estudio relacionado con la presencia de microbiota fúngica en queso tipo Paipa, por lo que podemos sospechar que esta fuente de enzimas proteolíticas puede actuar en los procesos de proteólisis en el queso Paipa (Carrero & López, 2012).

### **Características Microbiológicas**

La leche es prácticamente estéril cuando se extrae asépticamente, por tanto, la presencia de bacterias en la leche es el resultado de la contaminación dentro de la ubre por procesos patológicos, desde la superficie de la ubre durante el ordeño o por la contaminación posterior al ordeño durante el almacenamiento y/o el transporte. Esta contaminación podría ser de origen humano, animal o ambiental. Por lo tanto, la microbiota bacteriana de la leche puede variar y dependerá principalmente de las prácticas de higiene en el ordeño, almacenamiento y transporte. La calidad microbiológica de la leche influirá posteriormente en la calidad microbiológica de los productos fabricados a partir de ella, esto es particularmente importante cuando se fabrican quesos con leche cruda. Por lo anterior, la selección de leche de alta calidad para la fabricación de estos derivados lácteos es el factor más importante a tener en cuenta (Fox *et al.*, 2017).

La mayoría de variedades de queso consumidas en el mundo presentan un período de maduración que varía de dos semanas (Mozzarella) a dos años (Parmigiano-Reggiano). Durante la maduración, se produce un conjunto extremadamente complejo de cambios bioquímicos a través de la acción catalítica de bacterias iniciadoras y microbiota secundaria (Fox *et al.*, 2017). Por ello, la identificación y cuantificación de los microorganismos es importante en el estudio de los quesos.

Las herramientas de identificación y recuento de microorganismos han evolucionado de forma exponencial. En los últimos 25 años, los métodos rápidos y automatizados han ganado un espacio importante para el estudio de la microbiología de los alimentos tradicionales. Estos métodos han sido de gran utilidad en estudios de vida útil y conservación de alimentos, procesos fermentativos e inocuidad, entre otras (Fung, 2008). Los métodos de caracterización y cuantificación basados en la secuenciación de ácidos nucleicos han complementado a los métodos tradicionales (Bokulich & Mills, 2012). Por ello, la aplicación de las herramientas de biología molecular, especialmente los métodos de secuenciación de alta eficiencia, presentan una aplicación muy grande en el conocimiento de la microbiología del queso. La secuenciación de alta eficiencia se ha usado en estudios de quesos con denominación de origen como por ejemplo en el queso *Herve* de Bélgica (Delcenserie *et al.*, 2014), queso *Pico* de Portugal (Riquelme *et al.*, 2015), entre otros estudios.

Dado que el documento de DOP del queso Paipa no presenta una caracterización de los microorganismos asociados al producto es necesario realizar un estudio que permita su incorporación.

### **Factores Naturales y Humanos**

De acuerdo con la definición de protección como DO de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina la calidad y reputación del elemento protegido debe estar vinculado al medio geográfico del lugar donde se produce, donde se incluyen los factores naturales y humanos (Comisión de la Comunidad Andina, 2000).

Los factores naturales que inciden en el queso Paipa son la zona geográfica y la leche (Superintendencia de industria y comercio, 2011). La zona geográfica describe tres factores que la conforman clima, suelo y pastos. La leche describe características fisicoquímicas, características higiénicas y características microbiológicas expresadas en la caracterización de la microbiota variada presentes en leche cruda y los microorganismos probióticos de la misma (Superintendencia de industria y comercio, 2011). Por otro lado, en la leche usada para la fabricación del queso Paipa se han reportado microorganismos patógenos (Garay, 2006). Algunos estudios han aislado

Coliformes, *E. coli*, *Listeria monocitogenes*, *Salmonella* spp y *Staphylococcus* coagulasa positivo (*S. aureus*) (Neira & De Silvestri, 2006). Existen otros estudios realizados fuera del área de la denominación de origen en cuyo caso no se podría llamar queso Paipa (Pacho - Cundinamarca y Belén – Boyacá) que presentan resultados similares (Suarez & Bermudez, 2008; Rodríguez, 2007). Adicionalmente, un estudio realizado dentro del área geográfica de la DO encontró presencia de microbiota fúngica en la leche y el queso (*Penicillium*, *Geotrichum*, *Fusarium*, *Botrytis*, *Phoma*, *Trichosporum beigelli*, *Candida rugosa*, *Cryptococcus uniguttulatus* y *Rhodotorula* spp.) (Carrero & López, 2012).

Dentro de los factores humanos que intervienen en el proceso productivo del queso Paipa se encuentran las 20 etapas del proceso y las prácticas artesanales y ancestrales del mismo en donde se encuentran el amasado, incorporación de sal y pre-prensado manual como los principales factores (Superintendencia de industria y comercio, 2011). También se describe todo el proceso de producción, recolección de la leche, reposo, filtración, descremado, calentamiento, cuajado, corte, agitación, sentado, desuerado, amasado/molido, salado, moldeado, pre-prensado, prensado, maduración, lavado, empaçado y almacenamiento específicos del queso Paipa. La resolución 70802 de 2011 de la SIC, describe en detalle cada una de estas etapas.

### **Generación de Valor de Marca de un Producto con Denominación de Origen**

Las denominaciones de origen diferencian y dan valor a los productos que distinguen ya que le dan seguridad al consumidor respecto de la calidad del producto, generan ventajas económicas al promover alianzas y asociaciones de empresas pequeñas y medianas promoviendo riquezas para el país y para las respectivas economías regionales, presentan repercusiones ambientales positivas ya que constituyen el nexo entre el producto y la tierra, y por tanto, contribuyen a asegurar técnicas de producción sustentables (FAO, 2010).

Existen determinadas zonas geográficas que han desarrollado una reputación, en estos casos, el simple origen del producto o su vinculación a una determinada forma de elaboración puede ofrecer importantes garantías al consumidor. De esta forma, el

origen geográfico de un producto puede servir de factor de diferenciación (Cambra & Villafuerte, 2008).

La diferenciación conseguida gracias a una denominación de origen puede suponer una ventaja competitiva y una herramienta estratégica de primer orden para un producto agroalimentario. Frente a la estandarización actual y a la alta competitividad de los mercados, aquellas empresas que sean capaces de desarrollar productos diferenciados quizás podrán disfrutar de una mejor posición de mercado frente a sus competidores. La utilización de determinados elementos o signos de diferenciación pueden reforzar y mejorar la selección del producto por parte de los consumidores (Cambra & Villafuerte, 2008).

Los beneficios de la diferenciación que potencialmente ofrece una indicación geográfica se basan en la ruptura del supuesto de homogeneidad del modelo de competencia perfecta. Lleva al mercado a una situación de competencia monopolística con segmentos de consumidores que valoran determinadas características de un producto (Caldentey & Gómez, 1996). En esta situación, los productores pasan de ser precio-aceptantes a ser precio-determinantes lo cual permite aumentar su precio en aquellos segmentos de consumidores que muestren preferencia por ellas y se encuentren en disponibilidad a pagar precios plus (Villafuerte, 2015).

Así pues, se identifican en todo el mundo una serie de experiencias rurales donde convergen el capital social, las virtudes del territorio y el saber-hacer plasmados en los productos locales, como una apuesta comercial basada en estrategias de diferenciación, las cuales han logrado generar dinámicas de desarrollo económico en espacios rurales de manera endógena (IICA, 2013a; IICA, 2013b y Torres Salcido, 2014).

Las denominaciones de origen también pueden actuar como barrera de entrada para la competencia en una determinada industria, aumentando así la diferenciación con productos similares, ya que el apelativo del origen del producto con calidad diferencial no puede ser utilizado por productores cuyo origen geográfico y/o sistema de

producción sea diferente al del área geográfica determinada (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, 2013).

Las denominaciones de origen se comportan como contramarcas de carácter colectivo y se usan acompañadas de la marca individual de cada empresa, resultan ser elementos de diferenciación y de generación de preferencias entre los consumidores de productos agroalimentarios y sirven como herramientas de valoración del territorio (Cambra & Villafuerte, 2008).

Una 'marca', se puede definir como un término y/o símbolo gráfico que identifica un producto o servicio y lo diferencia en el mercado, mientras que el valor de marca puede ser definido como la percepción de beneficio que se encuentra asociada a la marca por parte de los consumidores (Kotler & Keller, 2012). El valor de marca de un producto con DO se sustenta sobre juicios racionales y sobre emociones; los juicios racionales se dan sobre el producto en sí, mientras que las emociones se dan sobre el producto y sobre el territorio, por lo tanto, para que un alimento protegido como DO alcance un alto valor de marca, esta debe lograr una estrecha relación emocional y racional con el cliente (Villafuerte *et al.*, 2012). Por lo anterior, el primer paso para generar una propuesta de generación de valor de marca de un alimento distinguido como DO, es necesaria la identificación de su calidad diferencial, la definición de un capital intangible capaz de generar preferencias en el mercado a través de la diferenciación del producto. En ese orden se deben identificar los atributos más importantes en quesos con denominación de origen, como los atributos sensoriales, las características fisicoquímicas y microbiológicas y los factores naturales y humanos que impactan en su proceso productivo; con el fin de ligar estas características al territorio y decidir finalmente la mejor alternativa para construirlo.

## **Referencias**

Ablan De Flórez, E. (2000). Política de calidad en el sistema agroalimentario español. *Agroalimentaria*, 10(junio), 63–72. Retrieved from:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3229326>

Agencia de Cooperación Internacional del Japón, & Departamento Nacional de

- Planeación. (2017). Estrategia de Desarrollo Local “Mi Pueblo, Mi Producto, Mi Orgullo.” Retrieved from:  
<https://ovop.dnp.gov.co/IniciativasOVOP/IniciativasporCategor%C3%ADa/BienoServicio/Paipa%28Boyac%C3%A1%29.aspx>.
- Agronet. (2018). Estadística de importación de leche, productos lácteos, huevos y miel. Retrieved from <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>
- Aranda Camacho, Y. V., Gómez Muñoz, A. C., & Ramos Real, E. (2012). Productos agroalimentarios con identidad del territorio: una propuesta metodológica para la selección de signos distintivos con vínculo territorial. In *Encuentro Nacional de Investigación y Desarrollo ENID*. Retrieved from:  
[https://www.researchgate.net/publication/273714752\\_Productos\\_agroalimentarios\\_con\\_identidad\\_del\\_territorio\\_una\\_propuesta\\_metodologica\\_para\\_la\\_seleccion\\_de\\_signos\\_distintivos\\_con\\_vinculo\\_territorial](https://www.researchgate.net/publication/273714752_Productos_agroalimentarios_con_identidad_del_territorio_una_propuesta_metodologica_para_la_seleccion_de_signos_distintivos_con_vinculo_territorial)
- Aranda Camacho, Y. V., Gómez Muñoz, A. C., & Ramos Real, E. (2014). Tipificación de los vínculos producto típico-territorio: una metodología con aplicación empírica en productos agroalimentarios de la región andina de Colombia. *Agroalimentaria*, 20(38), 15–33.
- Aranda Camacho, Y. V. (2015) Productos agroalimentarios e identidad del territorio: un modelo de decisión para orientar la selección de sellos de origen. Tesis Doctoral, Departamento de economía, sociología y política agrarias, Universidad de Córdoba. España, 325 p.
- Ardö, Y., McSweeney, P. L. H., Magboul, A. A. A., Upadhyay, V. K., & Fox, P. F. (2017). Biochemistry of Cheese Ripening: Proteolysis. In *Cheese Chemistry, Physics & Microbiology* Fourth edition (pp. 445–472). Frederiksberg, Denmark: Elsevier.
- Bokulich, N. A., & Mills, D. A. (2012). Next-generation approaches to the microbial ecology of food fermentations. *BMB Reports*, 45(7), 377–389.  
<https://doi.org/10.5483/BMBRep.2012.45.7.148>
- Baars, T. (2019). Chapter 4. Regulations and Production of Raw Milk. In *Raw Milk: Balance Between Hazards and Benefits* (1st ed., pp. 65–90). Frick, Switzerland: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-D-12810530-6.00004-3>
- Bansal, N., Fox, P. F., & McSweeney, P. L. H. (2007). Factors Affecting the Retention

- of Rennet in Cheese Curd. *J. Agric. Food Chem.*, 55(22), 9219–9225.  
<http://doi.org/10.1021/jf071105p>.
- Benincore Reyes, D. S. (2004). Caracterización y estandarización del proceso de producción del queso paipa elaborado en Paipa, Boyacá. Retrieved from: <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/970>.
- Boucher, F., & Poméon, T. (2010). Reflexiones en torno al enfoque SIAL: Evolución y avances desde la Agroindustria Rural (AIR) hasta los sistemas Agroalimentarios Localizados (SIAL). In: 16 *International EAAE-SYAL Seminar-Spatial Dynamics in Agri-food Systems*. October 27-30. Parma, Italy, 12p.
- Caldentey Albert, P., & Gómez Muñoz, A. C. (1996). Productos típicos, territorio y competitividad. *Agricultura y Sociedad*, 80–81(Julio-diciembre), 57–82.
- Cámara de Comercio de Tunja, Cámara de Comercio de Duitama, & Cámara de comercio de Sogamoso. (2015). *Boyacá en cifras*. Tunja. Boyacá.
- Cambra, J., & Villafuerte, A. (2008). Denominaciones de Origen e Indicaciones Geográficas: Justificación de su Empleo y Valoración de su Situación actual en España. *Colección Mediterráneo Económico: “El Nuevo Sistema Agroalimentario En Una Crisis Global,”* 15, 329–350.
- Carrero, M. B., & López-Molinello, A. (2012). Aislamiento e identificación preliminar de hongos contaminantes en queso Paipa del municipio de Paipa Boyacá. *Vitae*, 19, n, S114–S116.
- Carvajal, P. M. (2021). La reinención del queso paipa en el marco de la denominación de origen: transformaciones materiales, construcciones de autenticidad y relaciones de poder. *Maguaré*, 35(2), 19-50.  
<https://doi.org/10.15446/mag.v35n2.98458>
- Castellanos-Rozo, J., Pulido Pérez, R., Grande, M. J., Lucas, R., & Gálvez, A. (2020). Analysis of the Bacterial Diversity of Paipa Cheese (a Traditional Raw Cow’s Milk Cheese from Colombia) by High-Throughput Sequencing. *Microorganisms*, 8(218), 1–12. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8020218>
- Castellanos-Rozo, J., Pérez Pulido, R., Grande, M. (2021). Potentially pathogenic bacteria isolated from Paipa cheese and its susceptibility profiles to antibiotics and biocides. *Braz J Microbiol.* 52, 1535–1543. <https://doi.org/10.1007/s42770-021-00522-2>

- Cayot, N. (2007). Sensory quality of traditional foods, (December 2007).  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.10.016>
- Champredonde, M. A. (2016) 'Tipicidad Territorial: Elemento fundacional de la construcción de una denominación de origen. *Desenvolvimento Regional em debate*, 6(1), pp. 22–40.
- Comisión de la Comunidad Andina. Decisión andina 486, Régimen Común sobre Propiedad Industrial (2000).
- Congreso de Colombia. Ley N° 178 Por medio de la cual se aprueba el “Convenio de Paris para la Protección de la Propiedad Industrial”, hecho en Paris el 20 de marzo de 1883, revisado en Bruselas el 14 de diciembre de 1900, (2 de junio, 1994). República de Colombia.
- Cotter, P. D., & Beresford, T. P. (2017). Microbiome Changes During Ripening. In *Cheese Chemistry, Physics & Microbiology* Fourth edition (pp. 389–403). Cork, Ireland: Elsevier.
- European Economic Community, (1992). Council Regulation (EEC) No 2081/92 of 14 July 1992 on the protection of geographical indications and designations of origin for agricultural products and foodstuffs. WIPO Database of Intellectual Property Legislative Texts.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2016). *Tercer Censo Nacional Agropecuario*. Bogotá. Colombia
- Delahunty, C. M., & Drake, M. A. (2004). Sensory Character of Cheese and its Evaluation; Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Third edition - Volume 1: General Aspects (Vol. 1). Elsevier.
- Delcenserie, V., Taminiau, B., Delhalle, L., Nezer, C., Doyen, P., Crevecoeur, S., Daube, G. (2014). Microbiota characterization of a Belgian protected designation of origin cheese, Herve cheese, using metagenomic analysis. *Journal of Dairy Science*, 97(10), 6046–6056. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8225>
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2010). Política Nacional Para Mejorar La Competitividad del Sector Lácteo Colombiano (CONPES 3675). Bogotá D.C. Colombia.
- Eaton, B. C., & Lipsey, R. G. (1989). Product differentiation. In *Handbook of Industrial Organization* (pp. 723–768). Elsevier. Retrieved from:

- [http://www.sciencedirect.com/science/article/B7P5S ... cc7a1e0b35b747880284](http://www.sciencedirect.com/science/article/B7P5S...cc7a1e0b35b747880284)
- Etaio, I., Gil, P. F., Ojeda, M., Albisu, M., Salmerón, J., & Elortondo Pérez, F. J. (2013). Evaluation of sensory quality of calf chops: A new methodological approach. *Meat Science*, *94*(1), 105–114.  
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.01.003>
- Fadul Pacheco, L., & Marco, Q. P. (2005). Evaluación De La Flora Microbiana Del Queso Paipa Durante Diferentes Periodos De Maduración., 61.  
<https://doi.org/10.1088/1751-8113/44/8/085201>
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2016). *The Global Dairy Sector: Facts*. Food and Agriculture Organization (FAO) & Organización Mundial de la Salud (OMS). (2013). Norma General Del Codex para el queso. *CODEX Alimentarius* (CXS 283-1978).
- Fickers, P., Marty, A., & MarcNicaudc, J. (2011). The lipases from *Yarrowia lipolytica*: Genetics, production, regulation, biochemical characterization and biotechnological applications. *Biotechnology Advances*, *29*(6), 632–644.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0734975011000462?via%3Dihb>
- Fox, P. F. & Mcsweeney, P. L. H. (1998). *Dairy Chemistry and Biochemistry*. Cork, Ireland. Blackie Academic & Professional.
- Fox, P.F. & McSweeney, P. L. H. (2006). *Advanced Dairy Chemistry, volume 2, Lipids, Third Edition*. Cork, Ireland. Springer.
- Fox, P.F, Uniacke-Lowe, T., McSweeney, P. L. H. & O'Mahony, J. A. (2015). *Dairy Chemistry and Biochemistry* (Second). Cork, Ireland. Springer.  
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-14892-2>
- Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., & Mcsweeney, P. L. H. (2017). *Fundamentals of Cheese Science* (second). Springer.
- Fung, D. (2008). Chapter 11 - Rapid Methods and Automation in Food Microbiology: 25 Years of Development and Predictions. In: *IUFoST World Congress Book* (First Edition). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374124-0.00011-9>
- Fuquay, J., Fox, P., & McSweeney, P. (2012). *Encyclopedia of Dairy Sciences Second Edition*. Elsevier.
- Garay, A. (2006). Análisis de la calidad sanitaria e higiénica de la leche como materia prima para la fabricación de queso Paipa. Universidad de la Salle.

- Garrido García, D., & Ramos Real, E. (2013). Calidad y desarrollo rural: una propuesta metodológica para la evaluación de marcas de calidad territorial. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 234, 127–157.
- Gómez Muñoz, A. C., & Caldentey Albert, P. (1999). Signos distintivos en productos agroalimentarios. *Distribución y Consumo*, 45 (abril-mayo), 71–81.
- Gómez Muñoz, A. C., Santos Murillo, M., & Caldentey Albert, P. (2006). *Catalogación y Caracterización de los productos Típicos Agroalimentarios de Andalucía* (Analistas). Málaga.
- Granados, L., & Alvarez, C. (2002). Viabilidad de establecer el sistema de denominaciones de origen de los productos agroalimentarios en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 26(1), 63–72.
- Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA) & Programa Andino de Desarrollo Tecnológico para el Medio Rural (PADT-RURAL). (1987). *Manual de elaboración de queso Paipa*. Bogotá D.C.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2013a). *Desarrollo Territorial con Enfoque de Sistemas Agroalimentarios Localizados (AT-SIAL); Sur Alto, Costa Rica*. Costa Rica.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2013b). *Desarrollo Territorial con Enfoque de Sistemas Agroalimentarios Localizados (AT-SIAL); Tenancingo, México*. México.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2013). *Zonas de excelencia sanitaria - ZES. Implementación del CONPES 3676 de 2010*. Bogotá D.C. Colombia.
- Irigoyen, A., Albisu, M., Vasco, P., Herriko, E., Vasco, P., & Herriko, E. (2005). Intercomparación de ensayos sensoriales aplicados a queso con Denominación de Origen. In *Tercer Congreso Virtual Iberoamericano sobre Gestión de Calidad en Laboratorios*.
- International Organization for Standardization (ISO). (2017). Sensory analysis - Methodology - Duo-trio test (10399:2017). Genève, Switzerland.  
<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:10399:ed-3:v1:en>
- International Organization for Standardization (ISO). (2021). Sensory analysis - Methodology - Triangle test (4120:2004). Genève, Switzerland.  
<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:4120:ed-3:v1:en>

- International Organization for Standardization (ISO). (2005). Sensory analysis - Methodology - Paired comparison test (5495:2005). Genève, Switzerland.  
<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:5495:ed-3:v1:en>
- International Organization for Standardization (ISO). (2006). Preview Sensory analysis - Methodology - Ranking (8587:2006). Genève, Switzerland.  
<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:8587:ed-2:v1:en>
- International Organization for Standardization (ISO). (2015). Sistemas de gestión de la calidad — Fundamentos y vocabulario (9000:2015). Genève, Switzerland.  
<https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:es>
- Kotler, P. & Keller, K.L. (2012). *Marketing Management*. 14th Edition, Pearson Education.
- Licitra, G., Caccamo, M., & Lortal, S. (2019). Artisanal Products Made with Raw Milk. *In Raw Milk: Balance Between Hazards and Benefits* (pp. 175–222). Elsevier Inc.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-810530-6.00009-2>
- López Barreto, R. E., Becerra Jiménez, M. L., Balaguera- López, H. E., Chaparro Acuña, S. P., & Borrás Sandoval, L. M. (2021). Aislamiento, identificación y evaluación de levaduras con potencial probiótico in vitro provenientes del suero de queso Paipa. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 22(2).  
[https://doi.org/10.21930/rcta.vol22\\_num2\\_art:1833](https://doi.org/10.21930/rcta.vol22_num2_art:1833)
- López Barreto, R. E., Becerra Jiménez, M. L. & Borrás Sandoval, L. M. (2018). Caracterización físico-química y microbiológica del lactosuero del queso paipa. *Ciencia y Agricultura*, 15(2), 99-106. DOI: <http://doi.org/10.19053/01228420.v15.2>.
- Lozano Alfaro, D. P. (2011). Estandarización de los procedimientos que conlleve a caracterizar molecularmente las levaduras nativas del queso Paipa producido en Boyacá y Cundinamarca. Retrieved from  
[https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_alimentos/49](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/49)
- Martínez Sandoval, A. (2005). La diferenciación de productos: Una breve nota. *Entramado*, 1(2), 34–47.
- Mayorga Rincón, P. L., & Castelblanco Camargo, K. A. (2012). Evaluación de las propiedades de levaduras aisladas de queso paipa y su potencial uso en la obtención de prebióticos. Retrieved from  
[https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_alimentos/200](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/200)

- McSweeney, P. L. H., Fox, P. F., & Ciocia, F. (2017). Metabolism of Residual Lactose and of Lactate and Citrate. In P. L. H. McSweeney, P. F. Fox, P. Cotter, & D. Everett (Eds.), *Cheese Chemistry, Physics & Microbiology* Fourth edition (pp. 411–420). London, United Kingdom: Elsevier.
- Medina Sánchez, J., & Rodríguez Puentes, E. (2014). *Plan de focalización y actualización de cuencas lecheras a nivel regional y municipal*. Bogotá.
- Ministerio de Comercio Industria y Turismo. (2011). Texto final acuerdo comercial entre Colombia y el Perú, por una parte, y la Unión Europea y sus estados miembros por otra.
- Ministerio de Desarrollo Económico. Decreto 2591 de 2000. Por el cual se reglamenta parcialmente la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina., 2000 § (2000).
- Ministerio de la Protección Social. Decreto 1880 de 2011. Por el cual se señalan los requisitos para la comercialización de leche cruda para consumo humano directo en el territorio nacional. (2011). Bogotá D.C. Colombia.
- Ministerio de Salud. Resolución 01804. Por la cual se modifica la Resolución No 02310 de 1986, (24 de febrero) que reglamenta parcialmente el título V de la Ley 09 de 1979, 67 (1989). Bogotá D.C. Colombia.
- Moscoso, A. (2001). Denominaciones y distintivos de calidad de productos agroalimentarios.
- Neira, E., & De Silvestri, J. A. (2006). Análisis del proceso de ordeño y de la calidad higiénica de la leche utilizada en la fabricación del queso Paipa en el municipio de Paipa Boyacá. *Revista de Investigación Universidad La Salle*, 6, 163–170.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (1996). Norma Técnica Colombiana Análisis sensorial. Identificación y selección de descriptores para establecer un perfil sensorial por una aproximación multidimensional. (NTC 3932). Bogotá D.C. Colombia
- O'Mahony, J. A., & McSweeney, P. L. H. (2016). *Advanced Dairy Chemistry. Volume 1B: Proteins: Applied Aspects* (Fourth, Vol. 1B). Cork, Ireland. Springer.
- O'Sullivan, O., & Cotter, P. D. (2017). Microbiota of Raw Milk and Raw Milk Cheeses. In *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (4th ed., pp. 301–316). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417012-4.00012-0>.

- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) & Food and Agriculture Organization (FAO). (2020). Dairy and dairy products. In *Agricultural Outlook 2020-2029*. (pp. 174–183). Rome, Italy.  
[https://doi.org/https://doi.org/10.1787/1112c23b-enn](https://doi.org/10.1787/1112c23b-enn)
- Ojeda, M., Etaio, I., Fernández Gil, M. P., Albisu, M., Salmerón, J., & Pérez Elortondo, F. J. (2015). Sensory quality control of cheese: Going beyond the absence of defects. *Food Control*, *51*, 371–380.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.11.034>
- Organización Mundial del Comercio (OMC) & Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). (1994). Acuerdo sobre los Aspectos de Propiedad Intelectual Relacionados con el Comercio. <https://wipolex.wipo.int/es/text/305796>
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). (1958). Arreglo de Lisboa relativo a la Protección de las Denominaciones de Origen y su Registro Internacional. <https://wipolex.wipo.int/es/text/285840>
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). (1983). Convenio de París para la Protección de la Propiedad Industrial.  
<https://www.wipo.int/treaties/es/ip/paris/index.html>
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). (2013). *Las indicaciones geográficas: Introducción*. Suiza.  
[https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/es/geographical/952/wipo\\_pub\\_952.pdf](https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/es/geographical/952/wipo_pub_952.pdf)
- Orjuela Peña, L. M., & Villanueva Coy, Y. (2004). Comercialización en Bogotá D.C. del queso paipa. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/976>
- Páez Hernández, C. (2013). Diseño de un laboratorio fisicoquímico y microbiológico para el control de calidad, dirigido a los productores de queso paipa, en Paipa Boyacá. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/40>
- Pallares, Z., & Castelletti, O. (2009). *El desarrollo a partir de lo local, algunos fundamentos teóricos*. Fondo Editorial Nueva Empresa. Bogotá D.C. Colombia.
- Parlamento Europeo, & consejo de la Unión Europea. Reglamento (UE) No 1151/2012 de 21 de noviembre de 2012. sobre los regímenes de calidad de los productos agrícolas y alimenticios (2012).
- Pavón Domínguez, P., & Gomez Muñoz, A. C. (2008). Pautas de implantación de signos de calidad territorial en Andalucía. In *Coloquio Ibérico de Estudios Rurales*

- (pp. 1–20). Coimbra, Portugal.
- Pinzón-Camargo, L.C., Albesiano-Fernández, L.E. (2018). Capítulo 10. La investigación narrativa en el nuevo periodismo: la historia del queso Paipa. In *Periodismo Universitario Siglo XXI*. (1st ed., pp 163-174). Compiladora Behar-Leiser O. Cali. Colombia
- Pinzón-Camargo, L.C., Albesiano-Fernández, L.E., Acuña-Rodríguez, O.Y., Acuña-Rodríguez B. (2020). Narrativas de identidad en el discurso de las mujeres productoras de queso en la zona rural de Paipa, Boyacá, Colombia. In *Del “ser mujer” a la construcción de la utopía. Experiencias e identidades en la contemporaneidad* (1st ed.) ISBN 978-958-8966-37-3
- Poette, J., Mekoué, J., Neyraud, E., Berdeaux, O., Renault, A., Guichard, E., Feron, G. (2014). Fat sensitivity in humans: oleic acid detection threshold is linked to saliva composition and oral volume. *Flavour Frag. J.*, 29, 39–49. Retrieved from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/ffj.3177>
- Puerto-Avenidaño, Y. O., Grimaldo-León, G. E., & Wilches-Torres, M. A. (2021). Evaluación del cumplimiento de requisitos BPM en empresas productoras de Queso Paipa. *Aibi Revista De investigación, administración E ingeniería*, 9(2), 9-18. <https://doi.org/10.15649/2346030X.923>.
- Riquelme, C., Câmara, S., Enes Dapkevicius, M. de L. N., Vinuesa, P., da Silva, C. C. G., Malcata, F. X., & Rego, O. A. (2015). Characterization of the bacterial biodiversity in Pico cheese (an artisanal Azorean food). *International Journal of Food Microbiology*, 192, 86–94. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.09.031>
- Robayo Prada, Y. A. (2006). Evaluación de las buenas prácticas de manufactura y desarrollo del sistema de análisis de riesgos y control de puntos críticos en la industria Lácteos Los Alisos en la producción de queso paipa en el municipio de Paipa Boyacá. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/479>
- Rodriguez-Villanueva, G. L., & Neira-Bermudez, E. (2007). *Aislamiento e identificación de bacterias ácido lácticas a partir de leche cruda y queso paipa elaborado en los municipios de Pacho (Cundinamarca) y Belén (Boyacá)*. Universidad de la Salle.
- Sanz Cañada, J. (2008) “Calificación de productos, externalidades territoriales y gobernanza territorial: Las denominaciones de origen”. In: SIAL, R. (ed.) Alfater.

- 2008 - *IV Congreso Internacional de la Red SIAL. Alimentación, Agricultura Familiar y Territorio*. Mar del Plata, 27 al 31 de octubre de 2008.
- Shakeel-Ur-Rehman, Waldron, D., & Fox, P. F. (2004). Effect of modifying lactose concentration in cheese curd on proteolysis and in quality of Cheddar cheese. *International Dairy Journal*, 14(7), 591–597.
- Suarez, J. C., & Neira-Bermudez, E. (2008). *Aislamiento e identificación de bacterias ácido lácticas a partir de leche cruda y queso paipa elaborado en los municipios de Pacho (Cundinamarca) y Belén (Boyacá)*. Universidad de la Salle.
- Superintendencia de industria y comercio (SIC). (2011). Por la cual se decide la solicitud de protección de la denominación de origen del queso Paipa (Resolución 70802). Bogotá. Colombia.
- Superintendencia de industria y comercio (SIC). (2012). *Denominaciones de Origen y Marcas no tradicionales. Documento Técnico*. Bogotá D.C. Colombia
- Superintendencia de industria y comercio (SIC). (2012). Por la cual se adiciona el capítulo VII, titulado “Denominaciones de Origen”, al título X sobre Propiedad Industrial de la Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio (Resolución 57530). Bogotá. Colombia
- Superintendencia de Industria y Comercio (SIC). (2013). *Manual de uso de sello denominación de origen protegida de Colombia*. Bogotá D.C. Colombia
- Thierry, A., Collins, Y. F., Mukdsi, M. C. A., McSweeney, Paul L.H. Wilkinson, M. G., & Spinnler, H. E. (2017). Lipolysis and Metabolism of Fatty Acids in Cheese. In P. L. H. McSweeney, P. F. Fox, P. D. Cotter, & D. Everett (Eds.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (pp. 423–444). London: Elsevier. Retrieved from <https://www.elsevier.com/books-and-journals>
- Torres González, Jaime. (2014). Colombia: logros en dos décadas de modelo de desarrollo aperturista - análisis según resultados de balanza comercial. *Análisis Político*, 27(82), 212-235. <https://doi.org/10.15446/anpol.v27n82.49415>
- Torres Salcido, G. (2014). *Los sistemas agroalimentarios y el consumo local*. (UNAM-DGAPA-PAPIIT y CONACYT, Ed.).
- Unión Europea. (2006). Reglamento (CEE) No 510/2006 del consejo de las comunidades europeas. Relativo a la protección de las indicaciones geográficas y de las denominaciones de origen de los productos agrícolas y alimenticios.

Bruselas.

Unión Europea. (1992). Reglamento (CEE) no 2081/92 del consejo de las comunidades europeas. Relativo a la protección de las indicaciones geográficas y de las denominaciones de origen de los productos agrícolas y alimenticios.

Bruselas.

Usgame Fagua K.G., García Torres A.M., Martínez Zambrano J.J. (2018).

Parámetros tecnológicos que afectan la microestructura y actividad lipolítica de quesos. Proyección hacia quesos protegidos bajo denominación de origen: Queso Paipa. *Revista Infometric-Serie Ingeniería, Básicas y Agrícolas*. Vol. 1 No.2 Julio-diciembre. <http://www.infometrica.org/index.php/syh/article/view/33>

Usgame-Fagua, K.G., García-Torres, A.M; Rojas-Morales, C.I., Medina-Vargas, O.J. (2022). The influence of milk-clotting enzymes on the lipid composition and organoleptic properties of semimatured cheeses. *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, v. 20, n. 1, 2022, p. 97-112. Doi: <https://doi.org/10.18684/bsaa.v.n.2022.1827>

Villafuente Martín, L. A. (2015). *Propuesta metodológica para la incorporación de variables territoriales en la determinación del valor de marca de las indicaciones geográficas agroalimentarias*. Universidad de Córdoba.

Villafuente Martín, A., Gómez Muñoz, A. C., & De Haro Giménez, T. (2012). El concepto de “valor de marca” aplicado a los signos de calidad con indicación geográfica. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 232, 131–164.

West, H.G. (2008). Food fears and raw-milk cheese. *Appetite*, 51, pp25-29. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2008.02.004>.

## **5. CAPÍTULO I. CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DEL QUESO PAIPA EN EL MARCO DE SU PROTECCIÓN COMO DENOMINACIÓN DE ORIGEN.**

**Objetivo Específico.** Identificar los atributos sensoriales del queso Paipa

### **Resumen**

El objetivo del trabajo fue caracterizar los atributos sensoriales del queso Paipa en el marco de su protección como denominación de origen. Para alcanzar el objetivo, se realizó un análisis sensorial descriptivo utilizando la metodología de perfil sensorial por aproximación multidimensional descrita en la NTC 3932 y se complementó con una metodología usada en quesos con denominación de origen. El área de estudio fue determinada por la resolución de protección como denominación de origen y el estudio se realizó con el total de productores que aceptaron participar de forma voluntaria. Se realizó una evaluación de la calidad de la leche con la cual se elaboró el queso y una evaluación microbiológica a todos los quesos del ensayo. Los resultados mostraron que las muestras de leche con la que se produjeron los quesos Paipa presentaban valores homogéneos de grasa, proteína y sólidos totales, y el recuento de bacterias y recuento de células somáticas presentaban una alta heterogeneidad entre las muestras. Los resultados microbiológicos de las muestras de queso mostraron que tan solo tres de los 17 quesos superaron los recuentos mínimos establecidos por la normatividad sanitaria colombiana. Con el análisis sensorial de las muestras de queso se identificaron 84 descriptores sensoriales y se establecieron 47 descriptores. El análisis de los datos mostró diferencias significativas en los atributos de apariencia, olor, sabor y textura. Los atributos de apariencia que más impactaron en la variabilidad del queso Paipa fueron la uniformidad del color del queso y la presencia de ojos y grietas en la pasta. Los atributos de olor de mayor importancia con respecto a la variabilidad del queso Paipa fueron el fresco, aromático, lácteo, fermento lácteo, frutal, sensación picante, ácido y amargo. Se deben realizar otros estudios para poder evaluar el comportamiento de los atributos de sabor y textura del queso Paipa.

**Palabras clave:** Apariencia, olor, sabor, textura, análisis sensorial descriptivo, perfil sensorial por aproximación multidimensional.

## **Introducción**

El queso Paipa es un producto artesanal y se elabora exclusivamente con leche cruda. Su producción se basa en la idiosincrasia y el conocimiento de las familias de la región noroeste del departamento de Boyacá (Superintendencia de industria y comercio, 2011). Las características sensoriales del queso Paipa se describen con los atributos de apariencia externa (color amarillo pálido levemente brillante, corteza levemente corrugada de hasta 5 mm, de forma cilíndrica); apariencia interna (pasta irregular con ojos pequeños e irregulares); textura (semidura, seca, ligeramente friable, no arenosa); sabor (predominantemente ácido con intensidad moderada seguido por un amargo suave) y olor (rancio) (Superintendencia de industria y comercio, 2011). Sin embargo, se presume que el queso Paipa debe tener un mayor número de atributos sensoriales, ya que, es un queso curado elaborado con leche cruda, por lo cual se espera que exprese una mayor diversidad de descriptores sensoriales debido a las múltiples reacciones bioquímicas producidas por los microorganismos y enzimas presentes durante su proceso de maduración (Montel *et al.*, 2014). Por ello, el desarrollo de un léxico apropiado que permita caracterizar el queso Paipa a partir de un estudio realizado en el territorio es indispensable para definir el producto y desarrollarlo sin alterar las características sensoriales que le generan su identidad y reconocimiento (Irigoyen *et al.*, 2005). El objetivo del trabajo fue caracterizar los atributos sensoriales del queso Paipa en el marco de su protección como denominación de origen como punto de partida para generar planes de mejoramiento que permita superar sus barreras comerciales y microbiológicas sin alterar la identidad del producto.

## **Materiales y métodos**

Con base en la información suministrada por las entidades gubernamentales del territorio y por la asociación de productores (AsoquesoPaipa), se identificaron 22

productores, 16 en Paipa y seis en Sotaquirá, no obstante, se considera que la cifra puede ser mayor. AsoquesoPaipa es la entidad gremial encargada de agrupar a los productores de queso Paipa, y tiene 14 productores registrados. Antes del experimento, se reunió a todos los productores de queso identificados para explicar el alcance del estudio y determinar su intención de participación. Después de la reunión, 17 productores de queso (77%) acordaron participar voluntariamente en el estudio.

### **Materiales**

Se coordinó con todos los productores un día de elaboración del queso, con el propósito de tener en la misma fecha, una muestra de cada uno con el mismo tiempo de maduración (30 días) (Ministerio de salud, 1989). Adicionalmente, 12 de los 17 productores entregaron una muestra de leche cruda con la que se prepararon los quesos, con el fin de evaluar la calidad de la leche. Las muestras de leche se colectaron en tubos Falcon™ de 50 mL en cada quesería y posteriormente se transportaron en refrigeración ( $2,5\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) al laboratorio de calidad e inocuidad de la leche de AGROSAVIA, Mosquera, Cundinamarca, Colombia. Los quesos fueron empacados al vacío una vez cumplidos los 30 días de maduración (temperatura de  $18^{\circ}\text{C}$  y 75% de humedad relativa aproximadamente). Las muestras de queso se transportaron en refrigeración ( $2,5\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) a la Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia para su posterior análisis.

### **Análisis de la leche cruda**

Para evaluar la calidad de la leche cruda se usaron equipos automatizados de medición. La determinación de la calidad higiénica se realizó con el recuento total de bacterias por citometría de flujo usando el equipo BactoScan FC+™ de FOSS (ISO, 2013a). La calidad sanitaria fue determinada por el recuento de células somáticas (RCS) por citometría de flujo usando el equipo Fossomatic FC de FOSS (ISO, 2006) y la determinación de la calidad composicional de la leche se realizó por medio de la cuantificación porcentual de grasa, proteína y sólidos totales por espectroscopía infrarroja usando el equipo MilkoScan FT+™ de FOSS (ISO, 2013b).

### **Análisis microbiológico de los quesos del ensayo**

A todos los quesos Paipa del ensayo se les realizó una evaluación microbiológica y el aislamiento de los principales microorganismos patógenos de importancia en quesos (ICONTEC, 2009). Se realizó cuantificación de mesófilos aerobios por recuento en placa (ISO, 2013c), de bacterias ácido lácticas por recuento en placa en medio selectivo (ISO, 1998), de coliformes totales y fecales por número más probable (Feng *et al.*, 2002), de *Staphylococcus* coagulasa positivo por recuento en placa (ICONTEC, 2007), presencia de *Salmonella spp.* (ISO, 2017a) y *Listeria monocytogenes* (ISO, 2017b) por aislamiento en medio selectivo enriquecido.

### **Determinación de atributos de color**

A todos los quesos del ensayo se les realizó una evaluación de color usando carta Pantone para definir el color de la pasta y de la corteza del queso (Spinelli *et al.*, 2014). Las cuales son guías físicas de referencia en artes gráficas que permiten codificar los colores del queso en CMYK (Cyan, Magenta, Yellow, Black). Este análisis fue realizado en el Laboratorio de Análisis Sensorial de Alimentos de la Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia.

### **Construcción de descriptores sensoriales**

Se seleccionaron cinco evaluadores con amplia experiencia en análisis sensorial de alimentos, pertenecientes al grupo de investigación de análisis sensorial de la universidad de Antioquia. Se realizaron cuatro sesiones de entrenamiento específico con el queso Paipa para familiarizar a los jueces con el producto. También se realizó una construcción preliminar del glosario de descriptores, para esto, se usaron cuatro diferentes quesos Paipa comerciales producidos en la zona protegida por la denominación de origen. Las muestras se mantuvieron empacadas al vacío y en refrigeración, estas fueron codificadas por el líder de panel y presentadas a los jueces en tiras de 1,5 x 1,5 x 5 cm, teniendo cuidado de presentar en la misma muestra pasta y corteza del queso, a 14°C +/- 2°C (Montero *et al.*, 2005). Se realizó una evaluación de las muestras y se identificaron los descriptores de apariencia, olor, sabor y textura del queso (ICONTEC, 1996).

Para complementar los descriptores de la lista previamente elaborada, se conformó un comité integrado por 11 personas: tres productores tradicionales de queso Paipa, cinco jueces sensoriales entrenados previamente con el queso Paipa comercial, dos investigadores que estaban desarrollando el estudio, dos representantes institucionales de la denominación de origen del queso Paipa y un representante del sector gastronómico tradicional relacionado con el queso Paipa (Ojeda *et al.*, 2015). Se realizó una capacitación básica en análisis sensorial a todos los miembros del comité y se llevaron a cabo cuatro sesiones de discusión de tres horas cada una para definir los descriptores sensoriales (Bérodier *et al.*, 1997). El comité definió por consenso la lista de descriptores de apariencia, olor, sabor y textura.

### **Construcción de perfiles sensoriales del queso Paipa**

Para la construcción los perfiles sensoriales de olor y apariencia, se usó el total de quesos Paipa del ensayo. Para la construcción de perfiles de sabor y textura, se usaron los quesos Paipa que cumplieron con los requisitos microbiológicos de un queso maduro según la normatividad colombiana vigente (Ministerio de Salud, 1989). Las muestras de queso fueron codificadas por el líder de panel y presentadas a los jueces en tiras de 1,5x1,5x5 cm, teniendo cuidado de presentar en la misma muestra pasta y corteza del queso a 14°C +/- 2°C (Montero *et al.*, 2005).

Los jueces evaluaron cada una de las muestras con la lista completa de descriptores previamente construida y las calificaron con una escala de intensidad de 0 a 5 y rangos de calificación de 0,5. Posteriormente, se eliminaron descriptores que fueran hedonísticos, cuantitativos, términos que describen el producto con nombre propio, defectos, sinónimos, antónimos y términos irrelevantes. Además, se redujeron los descriptores por importancia basados en la frecuencia y en la intensidad, realizando una matriz de medias geométricas ( $M = \sqrt{F \cdot I}$ ) (ICONTEC, 1996). Finalmente, se construyeron los perfiles sensoriales de sabor, olor, textura y apariencia del queso Paipa.

### **Análisis de los datos**

Los datos se evaluaron mediante la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis tomando el valor de p como significancia ( $\alpha < 0,05$ ). Adicionalmente, se aplicó un análisis de

componentes principales (PCA) a los datos para identificar correlaciones entre parámetros. El análisis de resultados se realizó con el software R Project.

## Resultados

### Análisis de la leche cruda

Los resultados de la evaluación de la calidad de la leche usada para la elaboración de los quesos Paipa del ensayo se muestran en la Tabla 1. Los resultados de calidad de leche con la que se elaboró el queso Paipa mostraron valores composicionales (grasa, proteína y sólidos totales) homogéneos entre muestras expresado en la similitud entre la media y la mediana de las muestras y su bajadesviación estándar. De forma contraria, los parámetros higiénicos y sanitarios (recuento de bacterias y recuento de células somáticas) de la leche son heterogéneos entre sí.

**Tabla 1.** Caracterización química y microbiológica de la leche

Muestra de leche	Lípido (%)	Proteína (%)	Sólidos Totales (%)	Recuento de Bacterias ( $1 \times 10^3$ CFU/mL)	Recuento de células somáticas ( $1 \times 10^3$ cel./mL)
1	3.0	2.8	11.3	3.7	495.2
2	4.1	2.7	12.6	91.9	130.6
3	3.2	3.1	11.8	10.1	115.9
5	3.7	3.0	12.2	74.7	223.9
7	4.4	3.3	12.9	48.6	4,313.9
9	3.2	3.3	12.0	2.7	452.6
10	3.7	3.5	12.7	6,300.8	272.7
13	4.1	3.0	12.6	210.6	446.2
14	3.4	3.1	11.7	332.1	741.5
15	3.9	3.0	12.5	65.9	124.0
16	3.3	3.2	11.9	65.6	525.6
17	3.6	3.2	12.2	3,242.7	486.3
Media	3.6	3.1	12.2	870.8	694.1
Mediana	3.6	3.1	12.2	70.3	449.4
Desviación Estándar	0.4	0.2	0.5	1937.5	1156.4

### Análisis microbiológico de los quesos del ensayo

Los resultados de la caracterización microbiológica de los quesos Paipa del ensayo se muestran en la tabla 2 Los resultados de los análisis microbiológicos del queso

Paipa indicaron que tan solo tres de las 17 muestras evaluadas superaron los recuentos microbiológicos exigida para los quesos madurados y tan solo dos muestras superaron los recuentos mínimos establecidos como el estándar colombiano para quesos madurados.

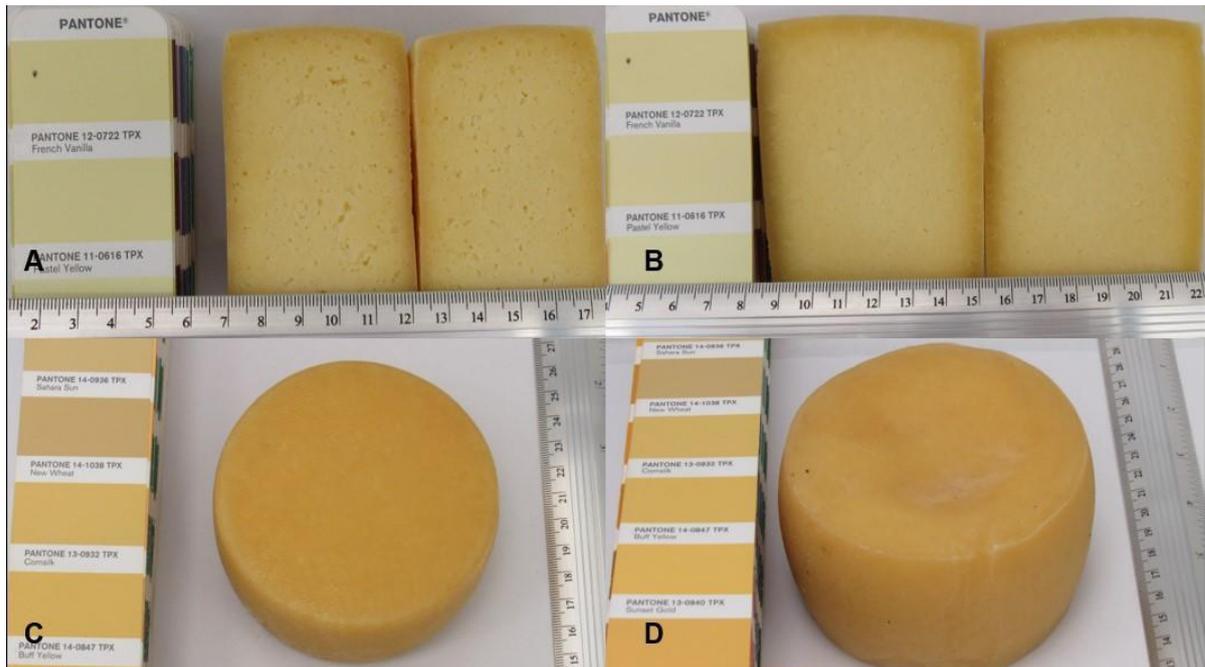
**Tabla 2.** Caracterización Microbiológica del queso Paipa

Muestra de queso	Coliformes totales (MPN <sup>a</sup> /g)	Coliformes fecales (MPN <sup>a</sup> /g)	Estafilococos Coagulasa-positivo (CFU/g)	Mesófilos aerobios (1×10 <sup>3</sup> CFU/g)	BAL <sup>b</sup> (CFU/g)	<i>Salmonella</i> sp.	<i>Listeria monocytogenes</i>
1	>1,100	>1,100	<100	>300	>300	Negativo	Negativo
2	>1,100	<3	<100	>300	>300	Negativo	Negativo
3	>1,100	1,100	100	>300	>300	Negativo	Negativo
4	29	11	1.2	>300	>300	Negativo	Negativo
5	>1,100	>1,100	2.7	>300	>300	Negativo	Negativo
6	>1,100	240	>200	>300	>300	Negativo	Positivo
7	23	<3	<100	>300	>300	Negativo	Negativo
8	43	<3	<100	>300	>300	Negativo	Negativo
9	>1,100	9.1	>200	>300	>300	Negativo	Negativo
10	<1,100	460	>200	>300	>300	Negativo	Negativo
11	>1,100	240	3.3	>300	>300	Negativo	Negativo
12	>1,100	23	<100	>300	>300	Negativo	Negativo
13	>1,100	>1,100	>200	>300	>300	Negativo	Negativo
14	240	11	<100	>300	>300	Negativo	Negativo
15	240	93	37	>300	>300	Negativo	Negativo
16	>1,100	23	<100	>300	>300	Negativo	Positivo
17	>1,100	240	3.9	>300	>300	Negativo	Positivo
R. 1804 <sup>c</sup>	N/A <sup>d</sup>	<3	<100	N/A <sup>d</sup>	N/A <sup>d</sup>	Negativo	N/A <sup>d</sup>
NTC 750 <sup>e</sup>	<200	<10	<100	N/A <sup>d</sup>	N/A <sup>d</sup>	Negativo	Negativo

<sup>a</sup> Numero más probable. <sup>b</sup> Bacterias Ácido Lácticas; <sup>c</sup> Resolución 1804 de 1989 del ministerio de salud de Colombia; <sup>d</sup> No aplica; <sup>e</sup> Estándar colombiano para queso, NTC 750, 2009-09-30.

### Evaluación de color del queso

De acuerdo con la evaluación de color mediante el sistema Pantone se determinó que la pasta del queso Paipa presenta un color “Pastel Yellow” (código 11-0616 TPX) y la corteza presentó el color “CornSilk” (código 13-0932). Adicionalmente, se determinó que el tamaño de la corteza de los quesos Paipa fue en promedio de 5 mm. El aspecto y color de pasta y corteza se pueden observar en la Figura 1.



**Figura 1.** Aspecto y color de la pasta (A y B) y de la corteza (C y D) del queso Paipa.

### **Construcción preliminar de descriptores sensoriales**

El comité sensorial de queso Paipa definió por consenso un total de 82 descriptores sensoriales de los cuales nueve fueron de apariencia, 28 de olor, 30 de sabor y 15 de textura (Tabla 3).

**Tabla 3.** Lista completa de descriptores sensoriales del queso Paipa

Apariencia	Olor	Sabor	Textura
5-mm de grosor de corteza (C <sup>a</sup> )	Láctico	Láctico	Friable
Opacidad (C <sup>a</sup> )	Fresco	Fresco	Graso
Color uniforme (C <sup>a</sup> )	Fermento láctico	graso	Grumoso
Manchas (N <sup>a</sup> , C <sup>b</sup> )	graso	Salado	Duro
Moho blanco (R <sup>a</sup> )	Acido	Acido	Masticable
Grietas (N <sup>a</sup> , C <sup>b</sup> )	Aromático	Fermento Láctico	Recubrimiento graso
Ojos (N <sup>b</sup> )	Mantequilla	Umami	Húmedo
Uniformidad de los ojos (N <sup>b</sup> )	dulce	Mantequilla	Adhesivo
Puntos blancos (N <sup>b</sup> )	frutal	Dulce	Arenoso
	Picante	Astringente	Fundente
	Salado	Establo	Elástico
	cocido	Amargo	Cohesivo
	amargo	Cocido	Rechinante
	Moho	Frutal	Granuloso
	Peculiar	madera	Gomoso
	establo	Ácido Valeriánico	
	cuero	Cuero	
	Rancio-butírico	Picante	
	Ácido Valeriánico	Peculiar	
	Amoniaco	Rancio-butírico	
	Caramelo	Nuez	
	nuez	Moho	
	levadura	Amoniaco	
	Madera	Alcohol	
	Alcohol	Cera	
	pegamento	Goma	
	goma	Tostado	
	cera	Ahumado	
		Caramelo	
		Pegamento	

<sup>a</sup> Corteza; <sup>b</sup> Pasta

### Construcción de perfiles sensoriales del queso Paipa

Los jueces sensoriales entrenados evaluaron los quesos Paipa utilizando la lista completa de descriptores sensoriales definidos por el comité, y determinaron por consenso, un punto de corte para reducir los descriptores sensoriales de apariencia, olor, sabor y textura sin perder la descripción sensorial general del queso Paipa (Tabla 4).

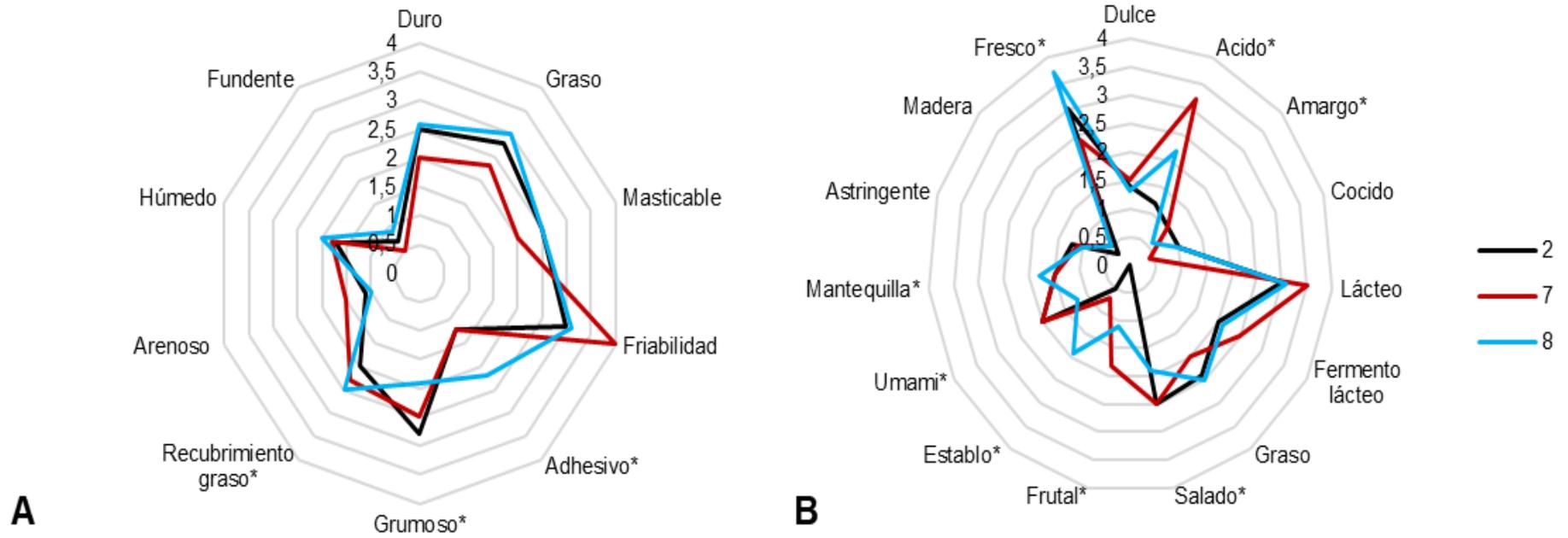
**Tabla 4.** Lista definitiva de descriptores sensoriales del queso Paipa

Apariencia	Olor	Sabor	Textura
5-mm grosor de corteza (C <sup>a</sup> )	Lácteo	Lácteo	Friable
Opacidad (C <sup>a</sup> )	Fresco	Fresco	Graso
Uniformidad del color (C <sup>a</sup> )	Fermento lácteo	Graso	Grumoso
Moho blanco (C <sup>a</sup> )	Graso	Salado	Duro
Grietas (N <sup>b</sup> )	Acido	Acido	Masticable
Ojos (N <sup>b</sup> )	Aromático	Fermento lácteo	Recubrimiento graso
Uniformidad de los ojos (N <sup>b</sup> )	Mantequilla	Umami	Húmedo
	Dulce	Mantequilla	Adhesivo
	Frutal	Dulce	Arenoso
	Picante	Astringente	Fundente
	Salado	Establo	
	Cocido	Amargo	
	Amargo	Cocido	
	Moho	Frutal	
	Establo	Madera	

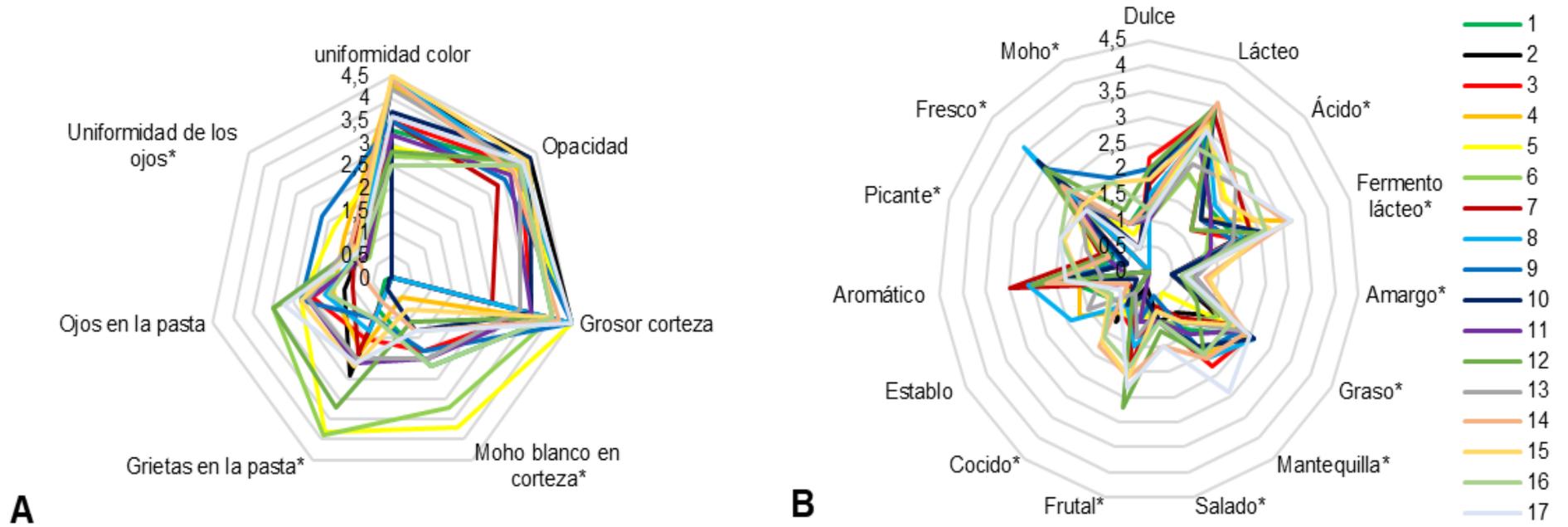
<sup>a</sup> Corteza; <sup>b</sup> Núcleo

Los descriptores sensoriales de apariencia que fueron seleccionados por los jueces se encuentran relacionados con el color, la corteza y los ojos de la pasta del queso. Estos atributos son comúnmente usados en los análisis sensoriales descriptivos de quesos madurados (Ramírez *et al.*, 2018; Ojeda *et al.*, 2015). Los atributos de olor y sabor del queso Paipa estuvieron representados principalmente por la familia láctica (lácteo, fresco, fermento lácteo y mantequilla) y sabores básicos (salado, ácido, dulce, umami y amargo), estos atributos se complementaron con otras notas (frutal, graso, establo, moho y madera) y con sensaciones trigeminales (astringente y picante) (Bérodier *et al.*, 1997). En los descriptores de textura del queso Paipa se encontraron atributos mecánicos (friable, duro, masticable, adhesivo y fundente), geométricos (grumoso y arenoso) y de composición (graso, recubrimiento graso en boca y húmedo) (Meullenet, 2004).

Con la lista reducida de descriptores se construyeron los perfiles sensoriales de apariencia (n=17), olor (n=17), sabor (n=3) y textura (n=3). La definición de los atributos sensoriales de sabor y textura solo fue posible realizarla con los quesos que habían superado los recuentos microbiológicos. Los datos de las calificaciones de los jueces se analizaron con el test de Kruskal-Wallis. Los perfiles se muestran en las Figuras 2 y 3.



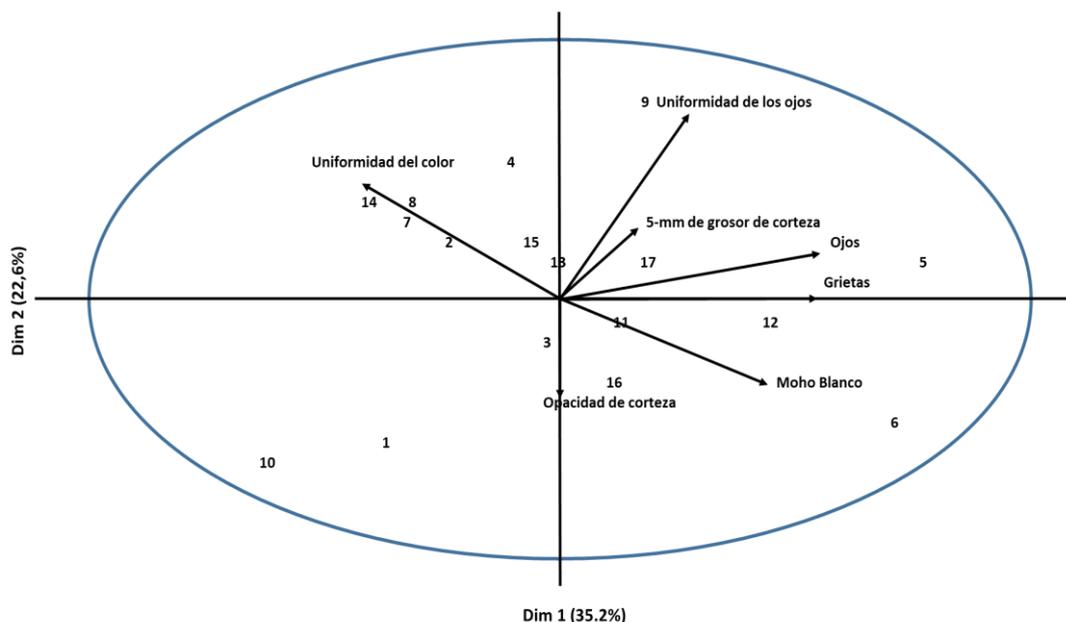
**Figura 2.** Perfil de textura (A) y sabor (B) del queso Paipa. Los descriptores con (\*) indican una diferencia estadística significativa ( $p < 0,05$ ).



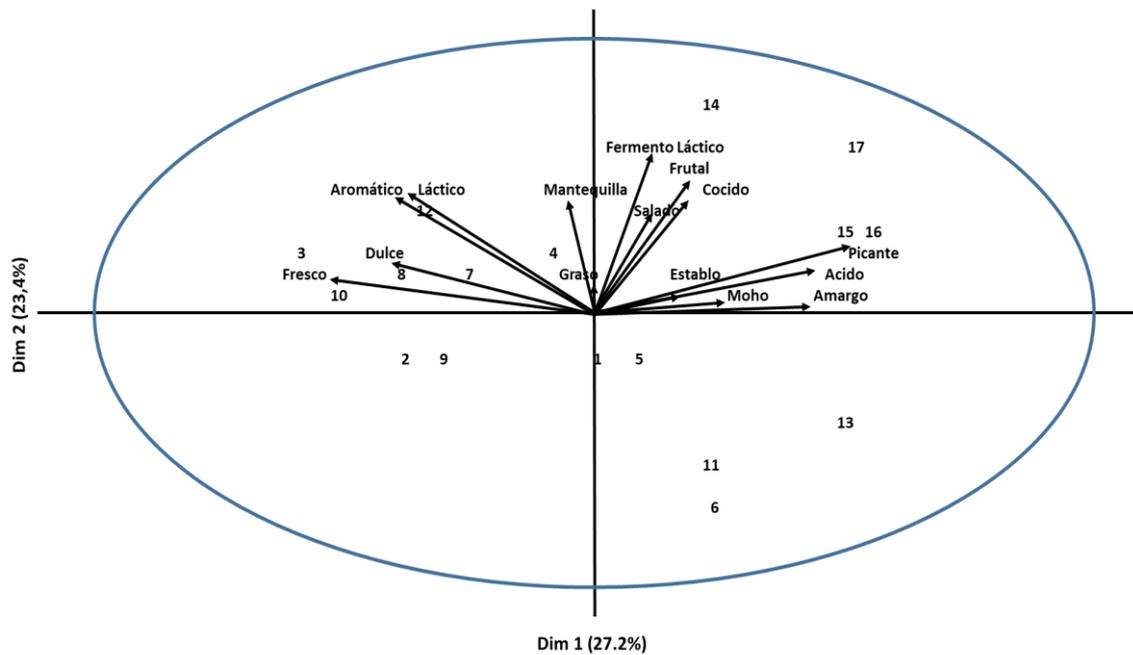
**Figura 3.** Perfil de apariencia (A) y olor (B) del queso Paipa. Los descriptores con (\*) indican una diferencia estadística significativa ( $p < 0,05$ )

Los perfiles sensoriales (Figura 2 y 3) mostraron que la calificación de atributos de los quesos Paipa presentaban alta heterogeneidad entre ellos a pesar de que los quesos del ensayo provenían exclusivamente de la zona protegida con el sello de la denominación de origen, tenían el mismo tiempo de maduración y fueron elaborados y muestreados en la misma fecha. El análisis de los datos con el test de Kruskal-Wallis mostró diferencias significativas en los atributos de apariencia (moho en la corteza, presencia de grietas y uniformidad de los ojos); olor (ácido, fermento lácteo, amargo, graso, mantequilla, salado, frutal, cocido, sensación picante, fresco y moho); sabor (ácido, amargo, salado, frutal, establo, umami, mantequilla y fresco) y textura (adhesivo, grumoso y recubrimiento graso).

Se realizó la prueba de Análisis de Componentes Principales (ACP) con descriptores de apariencia y olor debido al mayor número de muestras. Según este análisis estadístico, la dimensión 1 (35,2%) y la dimensión 2 (22,6%) explicaron el 57,8% de la variación de la apariencia del queso Paipa (Figura 4). El análisis de ACP del perfil de olor del queso Paipa (Figura 5) explicó un 50,6% de la variabilidad de los descriptores (27,2% en la dimensión 1 y 23,4% en la dimensión 2). Los resultados se muestran en las Figuras 4 y 5. Los quesos número 6, 11, 13, 14, 15, 16 y 17 fueron los quesos que más variaron en los atributos de olor con respecto al grupo.



**Figura 4.** Análisis de Componentes Principales para la apariencia del queso Paipa.



**Figura 5.** Análisis de Componentes Principales para el olor del queso Paipa.

## Discusión

El análisis microbiológico de la leche cruda usada para la elaboración de los quesos, mostró que el recuento de mesófilos aerobios presenta alta heterogeneidad entre las muestras (Tabla 1), con recuentos que van desde  $2.7 \times 10^3$  UFC/mL hasta  $6.3 \times 10^6$  UFC/mL. 10 de las muestras de leche cumplieron con los requerimientos microbiológicos mínimos aceptados para leche cruda ( $<7 \times 10^5$  UFC/mL) (Ministerio de la Protección Social, 2011) y tres muestras de leche se encontraron en el rango más alto de calidad para bonificación económica por calidad higiénica ( $<25 \times 10^3$  UFC/mL) (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2012). De la misma forma, los recuentos de células somática mostraron un comportamiento heterogéneo entre las muestras (Tabla 1), y el promedio estuvo cercano al promedio nacional ( $6.4 \times 10^5$  células/mL) (Vásquez, Loaiza & Olivera, 2012). Sin embargo, tanto los parámetros higiénicos como sanitarios de la leche estuvieron por debajo del estándar internacional, ( $<1 \times 10^5$  UFC/mL y  $<4 \times 10^5$  cel./mL, respectivamente) (Baars, 2019). La calidad composicional de la leche usada para elaborar queso Paipa (grasa, proteína y sólidos totales) mostró

valores homogéneos similares a los rangos esperados para la leche producida en el trópico alto colombiano (Calderón, García & Martínez, 2006). El uso de leche cruda para elaborar el queso Paipa presenta beneficios desde el punto de vista sensorial y posibles peligros biológicos desde el punto de vista microbiológico (Yoon, Lee & Choi, 2016).

La estructura microbiológica del queso Paipa está compuesta en su mayoría por bacterias ácido lácticas (BAL). Las BAL desempeñan un rol determinante en el desarrollo de las características sensoriales de los quesos libres de cultivos iniciadores (Londoño *et al.*, 2017). Tres de los 17 quesos fueron positivos para *Listeria monocytogenes*. Este es uno de los microorganismos más importantes en el control del riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos, especialmente en derivados lácteos como el queso, ya que, *L. monocytogenes* es un microorganismo psicrófilo, acidófilo y halófilo (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) & World Health Organization (WHO), 2004); estas características le permiten sobrevivir en la mayoría de los quesos, especialmente en los quesos elaborados a partir de la leche cruda, sin proceso térmico y con periodos de maduración inferiores a los 45 días como el queso Paipa (Chatelard-Chauvin *et al.*, 2015). Contrario a los resultados mostrados por Neira y DeSilvestri, ninguno de los 17 quesos Paipa evaluados resultó positivo a *Salmonella* sp. (Neira & DeSilvestri, 2006). Ocho de los 17 quesos Paipa evaluados excedían el límite máximo permitido de *Staphylococcus coagulasa* (+). La evaluación de este microorganismo en quesos es de suma importancia por el riesgo de intoxicación causada por la toxina estafilocócica; y su presencia puede estar asociada con la manipulación durante el proceso de elaboración del queso o debido a la presencia de mastitis clínica y subclínica en los hatos proveedores de leche (Hait, 2012). El análisis microbiológico (Tabla 2) mostró que de las 17 muestras de queso Paipa evaluadas, tres quesos (número 2, 7 y 8) cumplieron con los requerimientos microbiológicos obligatorios para coliformes fecales, exigidos por el Ministerio de Salud de Colombia para quesos madurados (Ministerio de Salud, 1989) y dos quesos (número 7 y 8) cumplieron con los requerimientos microbiológicos voluntarios para coliformes totales de la norma técnica colombiana para quesos madurados (NTC 750) (ICONTEC, 2009). La presencia de *E. coli* y de coliformes está comúnmente asociada con los quesos elaborados a partir de leche cruda como el queso Paipa (Yoon, Lee &

Choi, 2016). La estimación de coliformes fecales, específicamente *E. coli*, es un indicador de contaminación fecal. Este microorganismo no siempre es un patógeno ya que es un microorganismo regular que se encuentra dentro del intestino humano y animal; no obstante, algunos serogrupos, como *E. coli* O157: H7, pueden ser patógenos debido a la producción de toxinas shiga (STEC). Según (Amico & Donnelly, 2010) es posible controlar la presencia de patógenos en quesos artesanales elaborados con leche cruda como el queso Paipa desde la producción primaria de la leche. El uso de leche cruda es fundamental para la elaboración de queso Paipa ya que es necesario preservar la microbiota natural y las enzimas presentes en la leche cruda, que son la clave de las características sensoriales e identidad de los quesos artesanales de leche cruda (O'Sullivan & Cotter, 2017). Adicionalmente, un tiempo de maduración corto es deficiente para reducir los patógenos presentes en las leches crudas de baja calidad microbiológica (Chatelard *et al.*, 2015).

El queso Paipa exhibió un color homogéneo entre las muestras. Su color puede deberse a los carotenos de la leche bovina producida en pastoreo (Kalac, 2011), a la oxidación de lípidos en la corteza (Hong, Wendorff & Bradley, 1995) y la pérdida de humedad durante la maduración (Álvarez *et al.*, 2007). De acuerdo con los resultados reportados por (Arteaga *et al.*, 2009) y (Villegas, Lozano & Cervantes, 2015) el color de la corteza y la pasta del queso Paipa son similares a los quesos Chanco (Chile) y Chapingo (México), dos quesos latinoamericanos artesanales con corta maduración.

El uso de leche cruda para la elaboración de quesos maduros permite desarrollar un alto espectro de características sensoriales debido a las diversas reacciones bioquímicas producidas por los microorganismos autóctonos (O'Sullivan & Cotter, 2017). Así, por ejemplo, el queso Saint-Nectaire francés, un queso madurado de 30 días, elaborado a partir de leche cruda, mostró un perfil de sabor similar al queso Paipa que incluía 16 de los descriptores de queso Paipa (Chambers, Esteve & Retiveau, 2009), dentro de los cuales estaban sabores lácticos (láctico, fresco, fermento láctico y mantequilla) y sabores básicos (salado, ácido, dulce, umami y amargo) complementados por sabores afrutados, grasos, establo, moho, madera, notas astringentes y picantes. Otros quesos elaborados con leche cruda con corto periodo de maduración también mostraron atributos sensoriales similares, como el

queso mexicano Chihuahua que se caracterizó por ser dulce, graso, cocido, salado, amargo y ácido (Van-Hekken *et al.*, 2006), el queso brasileño Minas Padrao, con sabor y olor definido como salado, amargo, mantequilla, dulce y ácido (Bemfeito *et al.*, 2016) y el queso semimadurado elaborado de forma similar al queso Paipa con sabor dulce, ácido, salado, amargo y astringente; olor butírico, cocido, fermento, fresco, frutal, madera y establo, y textura friable, masticable, grumoso, húmedo y elástico (Usgame *et al.*, 2022). El queso Paipa mostró intensidades de descriptores de textura comparables al queso Chihuahua mexicano en la sensación grasa en la boca, mientras que la friabilidad fue mayor en este último (Van-Hekken *et al.*, 2006). Los descriptores como los ojos del núcleo y el grosor de la corteza son algunos de los descriptores sensoriales más utilizados en el análisis sensorial descriptivo de la apariencia de los quesos madurados (Ramírez *et al.*, 2018), y se incluyeron en la lista de quesos de Paipa (Tabla 4).

El análisis de componentes principales de los atributos de apariencia del queso Paipa mostró que al igual que en otros estudios (Braghieri *et al.*, 2015), la variabilidad de las muestras estaba representada principalmente por la uniformidad del color del queso y por la presencia de ojos y grietas en la pasta. El moho blanco y la uniformidad del color se correlacionaron negativamente (Figura 4), por lo que pueden combinarse en un solo descriptor en estudios posteriores. El ACP de olor indicó que los quesos No. 3, 6, 10, 11, 13, 14, 15, 16 y 17 fueron las muestras que ocasionaron la mayor variación en el atributo (Figura 5). El ACP de olor también mostró que existen tres grupos de variables que se relacionan entre sí (Figura 5). El primer grupo tiene las variables (fresco, aromático, dulce y láctico) y de acuerdo con los jueces sensoriales pueden ser considerados como atributos deseables en el queso Paipa, este grupo de variables podrían denominarse como "leche fresca" o "lácteo fresco" (Bérodier *et al.*, 1997), y podrían ser combinados en estudios sensoriales posteriores del queso Paipa; el segundo grupo contiene las variables (mantequilla, salado, fermento lácteo, cocido y frutal), estos atributos se asocian positivamente con la maduración de los quesos (Silva *et al.*, 2018) y el tercer grupo contiene las variables (ácido, sensación picante, amargo y moho), estos atributos se pueden relacionar con atributos indeseables del queso Paipa y presentan una relación similar a la reportada por (Kraggerud, Solem &

Abrahamsena, 2012). Se puede observar una correlación negativa entre los parámetros de olor deseables e indeseables del queso Paipa (Figura 5).

Se evidenció una alta heterogeneidad entre las muestras de queso Paipa a pesar de que se produjeron dentro de la región protegida con la DO, tuvieron el mismo tiempo de maduración (30 días) y se elaboraron en el mismo día. La leche cruda utilizada para producir queso Paipa puede exhibir una composición bruta diferente y puede contener diferente microbiota, las formas de elaboración tradicional puede presentar cambios en ingredientes tan importantes como el agente coagulante, instalaciones y utensilios para su manufactura y los lugares de maduración pueden presentar diferencias en ventilación, humedad relativa y temperatura; todo esto puede causar diversas reacciones bioquímicas durante el proceso de maduración de los quesos, lo que contribuye a diferencias en los atributos sensoriales (Cotter & Beresford, 2017).

## **Conclusiones**

Con el desarrollo del presente objetivo se identificaron los principales descriptores sensoriales que identifican al queso Paipa con DO. Se evidenció que el queso Paipa presenta una gran variedad de atributos de apariencia, sabor, olor y textura; como era de esperarse para un queso elaborado con leche cruda a partir de formas tradicionales de elaboración. Se identificaron 82 descriptores sensoriales y se establecieron 47 descriptores. Los descriptores sensoriales identificados podrían complementar la descripción sensorial contemplada en la resolución de protección como DO del queso Paipa. La mala calidad microbiológica, con la presencia de algunos patógenos en el queso limitó la extensión del presente estudio, en especial en la identificación de los atributos de sabor y textura. Los quesos Paipa evaluados presentaron alta heterogeneidad en la valoración de los atributos sensoriales, por lo que se requiere definir las condiciones de elaboración del producto al interior del territorio con los productores tradicionales para poder elaborar quesos Paipa que cumplan con los requerimientos microbiológicos sin perder su identidad e identificar nuevamente los atributos sensoriales, especialmente, los atributos de sabor y textura para llegar a acuerdos con los productores tradicionales sobre su identidad sensorial. Los descriptores de apariencia que más impactaron en la variabilidad del queso Paipa

fueron la uniformidad del color del queso y la presencia de ojos y grietas en la pasta. Los atributos de olor de mayor importancia con respecto a la variabilidad del queso Paipa fueron el fresco, aromático, lácteo, fermento lácteo, frutal, sensación picante, ácido y amargo. Este es el primer estudio sensorial por aproximación multidimensional del queso Paipa y pretende ser el punto de partida para proyectar planes de desarrollo de su valor de marca.

## Referencias

- Álvarez, S., Rodríguez, V., Ruiz, E. & Fresno, M. (2007). Correlaciones de textura y color instrumental con la composición química de quesos de cabra canarios. *Arch. Zootec.*, 56(1), 663–666.
- Amico, D. J. D., & Donnelly, C. W. (2010). Microbiological quality of raw milk used for small-scale artisan cheese production in Vermont: Effect of farm characteristics and practices. *Journal of Dairy Science*, 93, 134–147.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2009-2426>
- Arteaga, M., Molina, L. H., Pinto, M., & Brito, C. (2009). Caracterización de queso Chanco enriquecido con suero lácteo en polvo. *Rev. Chil. Nutr.*, 36(1), 53–62.  
<https://doi.org/10.4067/S0717-75182009000100006>
- Baars, T. (2019). Chapter 4. Regulations and Production of Raw Milk. In *Raw Milk: Balance Between Hazards and Benefits* (1st ed., pp. 65–90). Frick, Switzerland: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-D-12810530-6.00004-3>
- Bemfeito, R., Rodrigues, J., Silva, J., & Abreu, L. (2016). Temporal dominance of sensations sensory profile and drivers of liking of artisanal Minas cheese produced in the region of Serra da Canastra, Brazil. *Journal of Dairy Science*, 99(10), 7886–7897. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11056>
- Bérodier, F., Lavanchy, P., Zannoni, M., Casals, J., Herrero, L., & Adamo, C. (1997). Guide d'évaluation olfacto-gustative des fromages à pâte dure et semi-dure. *LWT - Food Science and Technology*, 30(7), 653–664.  
<https://doi.org/10.1006/fstl.1996.0235>

- Braghieri, A., Piazzolla, N., Romaniello, A., Paladino, F., Ricciardi, A., & Napolitano, F. (2015). Effect of adjuncts on sensory properties and consumer liking of Scamorza cheese. *Journal of Dairy Science*, *98*(3), 1479–1491.  
<https://doi.org/DOI: 10.3168/jds.2014-8555>
- Calderón, A., García, F., & Martínez, G. (2006). Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. *Rev. MVZ Córdoba*, *11*(1), 725–737.  
<https://doi.org/10.21897/rmvz.457>
- Chambers, D., Esteve, E., & Retiveau, A. (2009). Effect of milk pasteurization on flavor properties of seven commercially available French cheese types. *Journal of Sensory Studies*, *25*(4), 494–511. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2010.00282.x>
- Chatelard-Chauvin, C., Pelissier, F., Hulin, S., & Montel, M. C. (2015). Behaviour of *Listeria monocytogenes* in raw milk Cantal type cheeses during cheese making, ripening and storage in different packaging conditions. *Food Control*, *54*, 53–65.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.01.007>
- Cotter, P. D., & Beresford, T. P. (2017). Microbiome Changes During Ripening. In P. D. C. & D. W. E. Paul L.H. McSweeney, Patrick F. Fox (Ed.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (4th ed., pp. 389–410). Cork, Ireland: Elsevier.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417012-4.00012-0>
- Feng, P., Weagant, S. D., Grant, M. A., & Burkhardt, W. (2002). Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria. In *Bacteriological Analytical Manual* (4th ed., Vol. 4, pp. 1–13). Retrieved from <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm064948.htm>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), & World Health Organization (WHO). (2004). *Risk assessment of Listeria monocytogenes in ready-to-eat foods. Technical report*. Retrieved from <http://www.fao.org/es/esn>
- Hait, J. (2012). *Staphylococcus aureus*. In *Bad Bug Book Handbook. Handbook of Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins Introduction*. (p. 292).  
[https://doi.org/10.1016/S1872-2040\(10\)60451-3](https://doi.org/10.1016/S1872-2040(10)60451-3)

Hong, C. M., Wendorff, W. L., & Bradley, R. L. (1995). Effects of packaging and lighting on pink discoloration and lipid oxidation of annatto-colored cheeses. *Journal of Dairy Science*, 78(May), 1896–1902.

[https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(95\)76814-X](https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(95)76814-X)

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (1996). Norma Técnica Colombiana. Análisis sensorial. Identificación y selección de descriptores para establecer un perfil sensorial por una aproximación multidimensional. (NTC 3932). Bogotá D.C. Colombia.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2007). Norma Técnica Colombiana. Microbiología de alimentos y alimentos para animales. método horizontal para el recuento de estafilococos coagulasa positiva (*Staphylococcus aureus* y otras especies). (NTC 4779). Bogotá D.C, Colombia.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2009). Norma Técnica Colombiana. Productos Lácteos. Queso. (NTC 750). Bogotá D.C. Colombia.

Irigoyen, A., Albisu, M., Vasco, P., Herriko, E., Vasco, P., & Herriko, E. (2005).

Intercomparación de ensayos sensoriales aplicados a queso con Denominación de Origen. In *Tercer Congreso Virtual Iberoamericano sobre Gestión de Calidad en Laboratorios*.

[https://www.researchgate.net/publication/317548739\\_Intercomparacion\\_de\\_ensayos\\_sensoriales\\_aplicados\\_a\\_queso\\_con\\_Denominacion\\_de\\_Origen\\_Protegida](https://www.researchgate.net/publication/317548739_Intercomparacion_de_ensayos_sensoriales_aplicados_a_queso_con_Denominacion_de_Origen_Protegida).

International Organization for Standardization (ISO). (1998). Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the enumeration of mesophilic lactic acid bacteria. Colony-count technique at 30°C. (15214:1998). Genève, Switzerland. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:15214:ed-1:v1:en>

International Organization for Standardization (ISO). (2006). Milk. Enumeration of somatic cells. Part 2: Guidance on the operation of fluoro-opto-electronic counters. (13366-2:2006). Genève, Switzerland.

International Organization for Standardization (ISO). (2013a). Milk. Bacterial count. Protocol for the evaluation of alternative methods. (16297:2013). Genève,

Switzerland.

International Organization for Standardization (ISO). (2013b). Milk and liquid milk products. Guidelines for the application of mid-infrared spectrometry. (9622:2013). Genève, Switzerland

International Organization for Standardization (ISO). (2013c). Microbiology of the food chain. Horizontal method for the enumeration of microorganisms. Part 1: Colony count at 30 degrees C by the pour plate technique. (4833-1:2013). Genève, Switzerland.

International Organization for Standardization (ISO). (2017a). Microbiology of the food chain. Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of Salmonella. Part 1: Detection of Salmonella spp. (6579-1:2017). Genève, Switzerland.

International Organization for Standardization (ISO). (2017b). Microbiology of the food chain. Horizontal method for the detection and enumeration of Listeria monocytogenes and of Listeria spp. Part 1: Detection method (11290-1:2017). Genève, Switzerland.

Kalac, P. (2011). The effects of silage feeding on some sensory and health attributes of cow's milk: A review. *Food Chemistry*, 125, 307–317.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.08.077>

Kraggerud, H., Solem, S., & Abrahamsena, R. K. (2012). Quality scoring – A tool for sensory evaluation of cheese? *Food Quality and Preference*, 26(2), 221–230.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2012.04.006>

Londoño-Zapata, A. F., Durango-Zuleta, M. M., Sepúlveda-Valencia, J. U., & Moreno, C. X. (2017). Characterization of lactic acid bacterial communities associated with a traditional Colombian cheese: Double cream cheese. *LWT - Food Science and Technology*, 82, 39–48.  
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.03.058>

Meullenet, J.-F. (2004). Consumers and texture: understanding their perceptions and preferences. In D. Kilcast (Ed.), *Texture in food Volume 2: Solid foods* (pp. 33–52).

Cambridge England: Woodhead Publishing Limited.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Resolución 000017. Por el cual se establece el sistema de pago de la leche cruda al proveedor (2012). Bogotá D.C. Colombia.

Ministerio de la Protección Social. Decreto Número 1880. Por el cual se señalan los requisitos para la comercialización de la leche cruda para consumo humano directo en el territorio nacional (2011). Bogotá D.C. Colombia.

Ministerio de Salud. Resolución 01804. Por la cual se modifica la Resolución No 02310 de 1986, (24 de febrero) que reglamenta parcialmente el título V de la Ley 09 de 1979, 67 § (1989). Bogotá D.C. Colombia.

Montel, M., Buchin, S., Mallet, A., Delbes-Paus, C., Vuitton, D., Desmasures, N., & Berthier, F. (2014). Traditional cheeses: Rich and diverse microbiota with associated benefits. *International Journal of Food Microbiology*, 177(2), 136–154. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.02.019>.

Montero, H., Aranibar, G. F., Cañameras, C., & Castañeda, R. (2005). Metodología para la caracterización sensorial de quesos argentinos. In *Jornadas de Análisis Sensorial. Tendencias actuales y aplicaciones "JASLIS 2005"* (pp. 1–10).

Neira-Bermudez, E., & DeSilvestri-Saade, J. A. (2006). Análisis del proceso de ordeño y de la calidad higiénica de la leche utilizada en la fabricación del queso Paipa en el municipio de Paipa (Boyacá), Colombia. *Revista de Investigación Universidad La Salle*, 6(2), 163–170.

O'Sullivan, O., & Cotter, P. D. (2017). Microbiota of Raw Milk and Raw Milk Cheeses. In P. L. H. Mcsweeney, P. F. Fox, P. D. Cotter, & D. W. Everett (Eds.), *Cheese. Chemistry, Physics & Microbiology* (Fourth, pp. 301–316). London: Elsevier. Retrieved from <https://www.elsevier.com/books-and-journals>

Ojeda, M., Etaio, I., Fernández Gil, M. P., Albisu, M., Salmerón, J., & Pérez Elortondo, F. J. (2015). Sensory quality control of cheese: Going beyond the absence of defects. *Food Control*, 51, 371–380. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.11.034>

- Ramírez-Rivera, E. J., Díaz-Rivera, P., Ramón-Canul, G., Juárez-Barrientos, J. M., Rodríguez-Miranda, J., Herman-Lara, E., Herrera-Corredor, J. A. (2018). Comparison of performance and quantitative descriptive analysis sensory profiling and its relationship to consumer liking between the artisanal cheese producers panel and the descriptive trained panel. *Journal of Dairy Science*, 101(7), 5851–5864. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14213>
- Silva, H. L. A., Balthazar, C. F., Silva, R., Vieira, A. H., Costa, R. G. B., Esmerino, E. A., Cruz, A. G. (2018). Sodium reduction and flavor enhancer addition in probiotic prato cheese: Contributions of quantitative descriptive analysis and temporal dominance of sensations for sensory profiling. *Journal of Dairy Science*, 101(10), 8837–8846. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14819>
- Spinelli, S., Masi, C., Dinnella, C., Zoboli G. P. & Monteleone E. (2014). How does it make you feel? A new approach to measuring emotions in food product experience. *Food Quality and Preference*, 37, 109–122. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2013.11.009>
- Superintendencia de industria y comercio (SIC). (2011). Por la cual se decide la solicitud de protección de la denominación de origen del queso Paipa (Resolución 70802). Bogotá. Colombia.
- Usgame-Fagua, K.G., García-Torres, A.M; Rojas-Morales, C.I., & Medina-Vargas, O.J. (2022). The influence of milk-clotting enzymes on the lipid composition and organoleptic properties of semimatured cheeses. *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, v. 20, n. 1, 2022, p. xx-xx. Doi: <https://doi.org/10.18684/bsaa.v.n.2022.1827>
- Van-Hekken, D. L., Drake, M. A., Molina-Corral, F. J., Guerrero-Prieto, V. M., & Gardea, A. A. (2006). Mexican Chihuahua Cheese: Sensory Profiles of Young Cheese. *Journal of Dairy Science*, 89(10), 3729–3738. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72414-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72414-6)
- Vásquez, J. F., Loaiza, E. T., & Olivera, M. (2012). Calidad higiénica y sanitaria de leche cruda acopiada en diferentes regiones colombianas. *Orinoquia*, 16(2), 13–23.

- Villegas-DeGante, A., Lozano-Moreno, O., & Cervantes-Escoto, F. (2015). *Valorización de los quesos mexicanos genuinos. Conocimiento, degustación, acompañamiento y gastronomía*. (Editorial del Colegio de Postgraduados Colegio, Ed.) (Primera). Montecillo, Texcoco, Estado de México.
- Yoon, Y., Lee, S., & Choi, K.-H. (2016). Microbial benefits and risks of raw milk cheese. *Food Control*, 63, 201–215.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.11.013>

## **6. CAPÍTULO II. CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL QUESO PAIPA DURANTE DE SU PERIODO DE MADURACIÓN**

**Objetivo específico:** Evaluar la evolución de las características fisicoquímicas y microbiológicas del queso Paipa durante de su periodo de maduración.

### **Resumen**

El objetivo de este estudio fue evaluar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del queso Paipa a lo largo del periodo de maduración. Se realizó un estudio longitudinal fisicoquímico y microbiológico del queso Paipa y de la leche cruda con la cual se elaboró. El queso Paipa presentó una composición (expresada en base seca) de 54.4% de lípidos, 38.5% de proteína, 7.4% de cenizas, 3.6% de cloruros y presentó 28,9% de humedad en promedio. Los ácidos grasos predominantes (expresados en % de ácidos grasos totales) fueron 29,9% palmítico, 28,1% oleico, 15,4% esteárico y 10,5% mirístico. La proteólisis expresada en porcentaje de nitrógeno soluble en pH 4.4 y en ácido Tricloroacético (TCA) mostro un aumento significativo desde el día uno hasta el día 21 de maduración. De la misma manera, los parámetros de color en la corteza y la pasta del queso Paipa presentaron cambios significativos durante el periodo de maduración, la corteza y la pasta del queso pasaron de tonos blancos y brillantes a tonos amarillos y opacos expresados en la disminución significativa de la luminosidad ( $L^*$ ) y del índice de blancura ( $IB^*$ ) y en el aumento significativo del factor de pardeamiento ( $FP^*$ ) e índice de amarillo ( $IA^*$ ). Por su parte, los parámetros de textura presentaron diferencias significativas debido principalmente al aumento de la dureza del queso, asociado a la pérdida de humedad durante la maduración. En lo que se refiere a las características microbiológicas, la leche cruda utilizada para la producción del lote estudiado presentaba una calidad microbiológica deficiente. El mayor componente de la microbiota del queso Paipa corresponde a Bacterias Ácido Lácticas (BAL) y bacterias del género *Corynebacterium*. Mientras que la microbiota fúngica estaba representada principalmente por levaduras los géneros *Debaryomyces* y *Candida*. Ni la leche, ni el queso Paipa cumplían con los requerimientos microbiológicos de la legislación colombiana. Se concluye con la identificación de

características fisicoquímicas y microbiológicas no descritas previamente ni presentes en el reglamento de la DO.

**Palabras clave:** Queso artesanal de leche cruda, análisis de perfil de textura, perfil de ácidos grasos, proteólisis, secuenciación de alta eficiencia, microbiota.

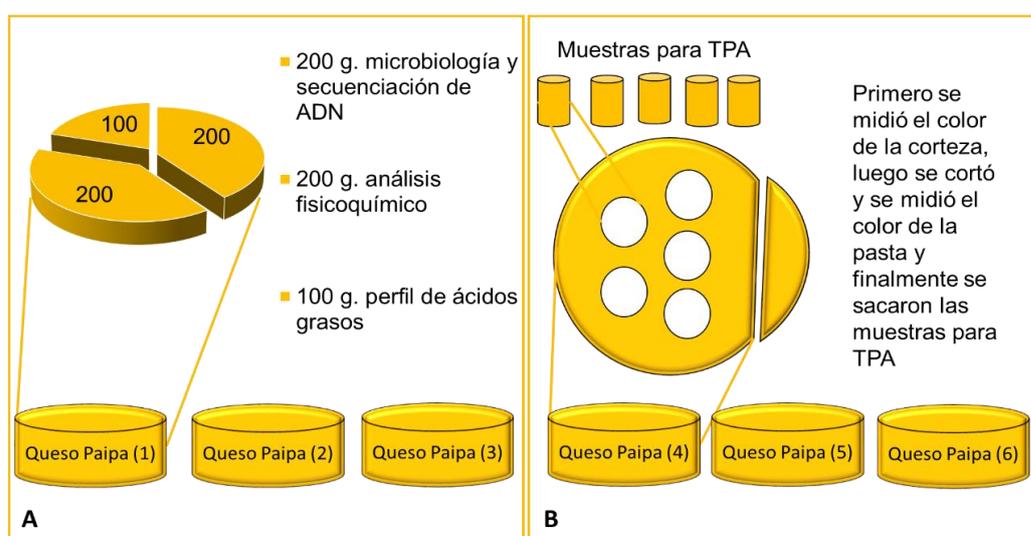
## **Introducción**

Los quesos artesanales tradicionales elaborados con leche cruda han tenido gran importancia en la historia de la humanidad (O'Sullivan & Cotter, 2017), sin embargo, algunos de ellos pueden contener microorganismos potencialmente patógenos (Van-Asselt *et al.*, 2017), generando un riesgo e incumpliendo con la legislación sanitaria de cada país (Metz, Sheehan & Feng, 2020). Por otro lado, los avances en las tecnologías cultivo-independientes para el análisis de la microbiota presente en los quesos tradicionales ha mostrado que los quesos tradicionales elaborados con leche cruda también contienen poblaciones de microorganismos que impactan positivamente las características sensoriales (Licitra, Caccamo & Lortal, 2019) y la salud de las personas (Caggia *et al.*, 2015), además contienen microorganismos que compiten con los microorganismos patógenos (Pardini Gontijo *et al.*, 2020). Los marcos legales y normativos cada vez más difieren de la producción artesanal e indirectamente ejercen presión para que este adapte sus procesos a formas industriales de producción (Tavares & Malcata, 2019), y cuando se industrializan los procesos para la estandarización de los quesos tradicionales, existe un riesgo de pérdida del patrimonio biocultural de los territorios (Villegas *et al.*, 2014). El queso Paipa se produce a partir de leche cruda y tiene un periodo corto de maduración (Superintendencia de Industria y Comercio, 2011). Esto hace que sea muy inestable en sus características microbiológicas ya que puede contener microorganismos patógenos (Neira & DeSilvestri, 2006), y al mismo tiempo microorganismos como *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Leuconostoc* y *Streptococcus* con efectos benéficos sobre la salud de las personas (Castellanos *et al.*, 2020). Por otro lado, se ha demostrado que las características de muchos quesos artesanales dependen de las poblaciones de mohos y levaduras presentes durante su maduración, con impactos positivos en sus características sensoriales (Mounier *et al.*, 2017) y especies potencialmente

patógenas para la salud de los consumidores (Anelli *et al.*, 2019). En el queso Paipa de Colombia todavía no se ha explorado la microbiota fúngica que interviene en su maduración con técnicas independientes de cultivo. En lo que se refiere a su composición proximal, hasta la fecha no se han realizado estudios para caracterizar los cambios fisicoquímicos del queso Paipa durante su maduración. Por ello, el objetivo de este estudio fue evaluar la evolución de las características fisicoquímicas y microbiológicas con técnicas dependientes e independientes de cultivo del queso Paipa durante 30 días de maduración para caracterizar completamente un lote de producción y así dar el primer paso para construir los parámetros que debe cumplir todo queso Paipa elaborado bajo la DO.

### Materiales y métodos

Se realizó un estudio longitudinal para evaluar la composición proximal, características fisicoquímicas y microbiológicas del queso Paipa durante su período de maduración. Se colectaron 24 quesos Paipa de un mismo lote de producción seis en cada tiempo de maduración al día uno, 15, 21 y 30 (Figura 6) y 15 muestras de la leche cruda con la cual se elaboró el queso Paipa, las cuales se dividieron en tres muestras para cada uno de los cuatro diferentes laboratorios participantes del estudio y tres contramuestras.



**Figura 6.** Preparación de muestras del queso Paipa. (A) muestras de queso Paipa para análisis microbiológicos y de secuenciación, análisis fisicoquímicos y perfil de

ácidos grasos; (B) muestras de queso para análisis de perfil de textura (TPA) y color instrumental.

### **Materiales**

Para elaborar las muestras de queso Paipa se seleccionó un productor con trayectoria generacional en la elaboración del mismo que cumpliera con el reglamento de elaboración de la denominación de origen. La planta de producción se encuentra ubicada en el municipio de Paipa del departamento de Boyacá. Para el ensayo se seleccionaron 6 cantinas de leche (240 litros) de un total de 35 cantinas (1400 litros) que se procesan por día. Una vez que la leche cruda llegó a la planta lechera, se filtró y se procesó. Se elaboraron 37 quesos Paipa de 650g aproximadamente, y se seleccionaron aleatoriamente 24 quesos para este estudio. En cada momento de medición (día 1, 15, 21 y 30), se tomaron seis muestras de queso de la sala de maduración o de la prensa en el caso de los quesos correspondientes al día uno de elaboración, los quesos fueron empacados en bolsas estériles Whirl-pak-Nasco™ y la leche cruda en tubos Falcon™ estériles de 50 mL. Las muestras fueron transportadas en refrigeración ( $2,5\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) a la Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia para realizar análisis químicos, fisicoquímicos y microbiológicos. En este lugar, bajo condiciones asépticas y con utensilios estériles, se cortó una rebanada de cada queso que incluía núcleo y corteza (Figura 6), Las muestras para secuenciación de ADN se homogenizaron y almacenaron en tubos Falcon™ estériles de 15 mL y se congelaron a  $-20^{\circ}\text{C}$  para los análisis posteriores.

Para los análisis proximales y fisicoquímicos se usaron reactivos químicos de grado analítico como sulfato de cobre pentahidratado (II), gránulos de hidróxido de sodio, ácido bórico, ácido clorhídrico 37%, sulfato de potasio, ácido sulfúrico 95-97%, citrato trisódico deshidratado, ácido tricloroacético, dicromato de potasio, solución de nitrato de plata 0,1 N, alcohol isoamílico y etanol, los cuales se obtuvieron de Merck Millipore. Para pruebas microbiológicas se usó agua peptonada tamponada, RVS (Rappaport-Vassiliadis-Soya), caldo MKTTn (Muller-Kauffmann Tetrathionate Novobiocin), agar XLD (xilosa lisina desoxicolato), agar entérico hektoen, agar Baird-Parker, BHI (infusión de cerebro y corazón) y agar de recuento en placa, los cuales se adquirieron de Merck Millipore; base de agar cromogénico para coliformes microinstant, agar bilis

rojo violeta (VRB) y agar MRS; los cuales se obtuvieron de Scharlau; y VIDAS LMX/ISO 11290-1 que se adquirió de Biomerieux.

### **Producción del queso Paipa**

El proceso de elaboración fue: recolección de la leche en cantina de aluminio de un hato ubicado en el municipio de Paipa, transporte a la planta (30 minutos), filtración de la leche con filtro desechable adaptado a la manguera de descarga de leche, calentamiento de la leche a 35°C, adición de 40 mL de cuajo líquido microbiano comercial (*Rhizomucor miehei*) (110 IMCU/mL) para los 240 litros de leche, cuajado durante 40 minutos, corte de la cuajada con liras y luego con las manos, agitación y sedimentación de la cuajada con las manos durante 20 minutos, extracción del bloque de cuajada del suero a la mesa de amasado, corte de la cuajada en bloques más pequeños, desuerado de la cuajada en la mesa de amasado, amasado con las manos durante 5 minutos, adición de sal (0,6 kg de sal) y molido con las manos durante 5 minutos, moldeado individual, pre-prensado en el molde con las manos durante 3 minutos, prensado con prensa de palanca de tercer tipo (Matallana, 1951) con 50 kg por cada 0,5 kg de queso durante 20 horas (59 Kpa por cada 0,5 kg) y maduración a temperatura ambiente, las condiciones de maduración fueron de 74.7±4.3% de humedad relativa y 15.2±1.8°C de temperatura. Se evaluaron tres diferentes quesos del mismo lote al día uno (1), 15, 21 y 30 y se evaluaron también tres muestras de la leche con la cual se elaboró el queso. Los días de maduración para evaluar el queso Paipa se seleccionaron de acuerdo con las variaciones en los tiempos de maduración encontrados en el territorio.

### **Caracterización de la leche**

Se utilizaron tres muestras de leche para medir la acidez titulable (AOAC 947.05) (Association of Official Analytical Chemists, 2012) y pH directamente en la planta quesera. Se utilizaron tres muestras del mismo lote de leche para determinar la calidad higiénica, composicional y sanitaria. Las muestras se analizaron en el Laboratorio de Calidad e Inocuidad de la Leche de la Universidad de Antioquia. La determinación de la calidad higiénica se realizó con el recuento total de bacterias por citometría de flujo usando el equipo BactoScan FC+™ de FOSS (ISO, 2013a). La calidad sanitaria fue

determinada por el recuento de células somáticas (RCS) por citometría de flujo usando el equipo Fossomatic FC de FOSS (ISO, 2006) y la determinación de la calidad composicional de la leche se realizó por medio de la cuantificación porcentual de grasa, proteína y sólidos totales por espectroscopía infrarroja usando el equipo MilkoScan FT+™ de FOSS (ISO, 2013b). Se enviaron tres muestras de queso Paipa por cada día de maduración al Laboratorio de Alimentación y Nutrición Humana para determinar el perfil de ácidos grasos mediante cromatografía de gases, tres muestras para recuento de microorganismos en el Laboratorio de Salud Pública de la Universidad de Antioquia y tres muestras para secuenciación de alta eficiencia de su microbiota fúngica y bacteriana en el laboratorio de secuenciación de la sede de investigaciones universitarias de la Universidad de Antioquia.

### **Análisis proximal del queso Paipa**

A las muestras de queso Paipa se le realizó análisis de lípidos por método de Gerber siguiendo el protocolo de la norma ISO 3433/IDF 222 (ISO, 2008a). La evaluación del porcentaje de proteína se realizó por método de Kjeldahl de acuerdo con lo descrito en la norma ISO 8968-3/IDF20-3 (ISO, 2004a). La evaluación del contenido de humedad se realizó por secado en estufa de convección de acuerdo con lo descrito en la norma ISO 5534/IDF4 (ISO, 2004b). La evaluación del contenido de cenizas del queso Paipa se realizó por incineración de acuerdo con lo descrito en la norma ISO 5545/IDF 90 (ISO, 2008b). La evaluación del contenido aproximado de ácido láctico se realizó por titulación de acuerdo con lo descrito en la norma AOAC 947.05 (Association of Official Analytical Chemists, 2012). La evaluación del pH se realizó con pH-metro electrónico (Metrohm 744) y la determinación de cloruros en el queso Paipa se realizó de acuerdo con lo descrito por (Moneim *et al.*, 2012).

### **Análisis de proteólisis**

Se utilizaron 20g de queso molido para cuantificar el nitrógeno soluble durante la maduración del queso Paipa. La proteólisis fue evaluada a través de la medición del nitrógeno total (NT), nitrógeno soluble en pH 4,4 (NpH4,4) y nitrógeno soluble en ácido tricloroacético (NTCA). La medición del NT se realizó por método de Kjeldahl de acuerdo con lo descrito en la norma ISO 8968-3/IDF20-3 (ISO, 2004a), la separación

de las fracciones solubles en NpH4.4 y NTCA se realizó siguiendo el protocolo descrito en la norma ISO 27871/IDF 224 (ISO, 2011) y la cuantificación del del nitrógeno soluble en estas fracciones se determinó también por método de Kjeldahl.

### **Análisis del perfil de ácidos grasos**

Los ácidos grasos se analizaron mediante cromatografía de gases, utilizando un cromatógrafo Agilent 7890B con detector de ionización de llama (GC-FID), equipado con una columna capilar TR-CN100 (60m x 250µm x 0,20µm DI), relación de división 100:1, volumen de inyección 1,0µL, temperatura del inyector 260°C, temperatura del programa 90°C / 7 min, aumentando a una velocidad de 5°C/min a 240°C/15 min, temperatura del detector 300°C, gas portador helio con un caudal de 1,1mL/min. La identificación de ácidos grasos se realizó comparando el tiempo de retención con los del estándar cromatográfico (FAME Mix FOOD INDUSTRY: C4-C24, RESTEK de 37 componentes), y la cuantificación se realizó de acuerdo con el método estándar AOAC 996.06 (Association of Official Analytical Chemists, 2010).

### **Análisis de color instrumental**

La determinación de color de los quesos se realizó con un colorímetro X-Rite equipado con software X-Rite Color Master. Se usó iluminante D65 y un ángulo de observación de 10°. Se evaluó el color directamente sobre el queso, se realizaron 9 mediciones a cada una de las muestras y se evaluó pasta y corteza por separado. Se obtuvieron los parámetros L\* (luminosidad), a\* (variación entre el verde y el rojo) y b\* (variación entre el azul y el amarillo) de la escala CIELAB; con estos parámetros se halló tonalidad, factor de pardeamiento ( $FP^* = 100 \cdot \frac{L^*t_1}{L^*t_0}$ ), índice de blancura ( $IB^* = 100 - \sqrt{(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}}$ ) e índice de amarillamiento ( $IA^* = 142.86 \cdot \left(\frac{b^*}{L^*}\right)$ ) (Belsito *et al.*, 2017).

### **Análisis de perfil de textura (APT)**

Este se realizó con un texturómetro TA-XT2i equipado con el software Texture Expert Exceed, versión 1.00. Se tomaron cinco (5) muestras del centro de cada queso con un sacabocados de acero inoxidable cilíndrico de 25 mm de diámetro y 30 mm de altura. Éstas fueron sometidas a doble compresión usando un porcentaje de

compresión del 75% con respecto a la altura inicial (22.5 mm). La compresión fue realizada con una sonda de 75 mm. La velocidad de compresión pre y post fue de 2mm/s de acuerdo con la metodología usada por (Pena-Serna, Barretto & Lopez, 2016) para queso Minas Padrao. Se halló fracturabilidad, dureza, elasticidad, cohesividad, adhesividad, masticabilidad y gomosidad (Gunasekaran & Mehmet, 2003).

### **Análisis microbiológico**

A todos los quesos Paipa del ensayo se les realizó una evaluación microbiológica y el aislamiento de los principales microorganismos patógenos de importancia en quesos (ICONTEC, 2009). Se realizaron recuento de mesófilos aerobios (ISO, 2013c), recuento de bacterias ácido lácticas (ISO, 1998), recuento de *Staphylococcus* coagulasa positivo (ICONTEC, 2007a), recuento de coliformes totales y fecales (ICONTEC, 2007b), presencia de *Salmonella spp.* (ISO, 2017a), y presencia de *Listeria monocytogenes* (ISO, 2017b).

### **Extracción de ADN**

El ADN fue extraído directamente de las muestras de leche y queso, se utilizó 1 mL de leche y 200 mg de queso, de acuerdo con el protocolo de extracción de ADN #54500 de Norgen Biotek Corp., Ontario, Canadá. La cuantificación de la calidad del ADN extraído se realizó con el espectrofotómetro NanoDrop 2000c Thermo Scientific™. El ADN extraído de muestras de leche y queso fue normalizado a una concentración de 20ng/uL. Posteriormente, se guardó a -20°C para los análisis posteriores.

### **Secuenciación de poblaciones bacterianas**

Se analizó la microbiota bacteriana usando la plataforma Illumina Miseq de acuerdo a lo descrito por (Schloss *et al.*, 2009). Se secuenciaron y prepararon librerías pareadas de 300 pares de bases (pb) en la compañía Macrogen Inc, (Seoul, Republica de Korea). Las regiones hipervariables V3-V4 del rRNA 16S fueron amplificadas usando los primers Bakt\_341F (5'- CCTACGGGNGGCWGCAG-3') y Bakt\_805R (5'- GACTACHVGGGTATCTAATCC-3') (Herlemann *et al.*, 2011), los primers forward y

reverse contenían las secuencias de los adaptadores y linkers. Los *reads* crudos obtenidos del secuenciamiento de las muestras de queso y leche, fueron analizadas usando el programa Mothur v1.39 y se siguió el protocolo estándar para librerías de Illumina Miseq (SOP). Para la construcción de las librerías bacterianas, los reads pareados o paired-end (PE) reads, fueron ensamblados usando la herramienta make.contigs del Mothur y posteriormente alineados a la base de datos “Silva” de referencia del 16S (Silva.nr v138). Posteriormente, se utilizó el algoritmo VSEARCH para remover las secuencias quiméricas y las secuencias de linajes no bacterianos (Secuencias de origen mitocondrial, cloroplasto, de arqueas y de eucariotas). Se utilizó la rutina dist.seqs para agrupar los reads en unidades taxonómicas operacionales (Operational taxonomic units-OTUS), considerando una distancia límite entre secuencias del 0.03. Los datos fueron normalizados con el método totalgroup y la clasificación filogenética de los OTUS fue realizada con la herramienta Classifier de la base de datos del RDP (Ribosomal Database Project-RDP) con un punto de corte de 80 (80 Bootstrap threshold) (Cole *et al.*, 2013).

### **Secuenciación de poblaciones de mohos y levaduras**

Se analizó el microbioma fúngico usando la plataforma Illumina Miseq de acuerdo a lo descrito por (Schloss *et al.*, 2009), se secuenciaron y prepararon librerías pareadas de 300pb en la compañía Macrogen Inc, (Seoul, Republica de Korea). Para el secuenciamiento de mohos y levaduras se usó la región intergénica ribosomal (ITS) del rDNA eucariota, ésta fue amplificada usando los primers ITS3F (5'-GCATCGATGAAGAACGCAGC-3') e ITS4R (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') (Essel *et al.*, 2019). Los reads pareados fueron ensamblados usando la herramienta make.contigs del Mothur y posteriormente alineados a la base de datos de referencia del UNITE ITS v6. Posteriormente, se utilizó el algoritmo VSEARCH para remover las secuencias quiméricas y las secuencias de linajes no fúngicos (Secuencias de origen desconocido, de protistas y de plantas -unknown-Plantae-Protista-). Se utilizó la rutina dist.seqs para agrupar los reads en OTUS, considerando una distancia límite entre secuencias del 0.03. Los datos fueron normalizados con el método totalgroup. La clasificación de los OTUS fue realizada con el programa Classifier y la herramienta RDPWarcup V2 con un punto de corte de 80 (Deshpande *et al.*, 2017).

## **Análisis de los datos**

Los datos de composición proximal, perfil de ácidos grasos, proteólisis, color, perfil de textura y diversidad calculada en los diferentes tiempos de maduración se evaluaron mediante análisis de varianza (ANOVA). Cuando los datos no cumplían los supuestos de normalidad u homocedasticidad se realizó la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis. Se aceptó un valor de significancia de 0.05. La diversidad microbiana para cada muestra fue calculada con la librería “Phyloseq” del programa R Project (v. 3.6.3). Para cada muestra se calcularon los índices de diversidad alfa que incluían los índices Simpson, Shannon y OTUs observadas (Observed OTUs). Además, se realizó un análisis de componentes principales (ACP) de las muestras utilizando la librería "Factoextra" del programa R Project (v 3.6.3) para observar las relaciones existentes entre los microorganismos identificados con cada una de las muestras. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa R Project v 3.5.2, un software gratuito para estadística.

## **Resultados**

### **Caracterización de la leche cruda**

La calidad de la leche con la cual se elaboró el queso Paipa se muestra en la Tabla 5. Los valores encontrados en la leche del estudio son similares a los reglamentados por la DO en la parte composicional y superiores a los parámetros mínimos de cumplimiento de calidad higiénica y sanitaria (recuentos de bacterias mesófilas y células somáticas) (Superintendencia de Industria y Comercio, 2011), así como las regulaciones colombianas (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2012).

**Tabla 5.** composición proximal, características higiénicas y sanitarias de la leche cruda

Parámetro	Resultado	Regulación DO <sup>a</sup>	Regulación colombiana <sup>b</sup>
Lípidos (%)	2.94±0.02	>3.0	>2.9 <sup>b</sup>
Proteína (%)	3.03±0.01	>3.0	>2.9 <sup>b</sup>
solidos totales (%)	11.06±0.03	>11.4	>11.3 <sup>b</sup>
pH	6.42±0.07	6.5	-
Acidez (% ácido láctico)	0.14	<0.16	0.13-0.17 <sup>b</sup>
Células Somáticas (cel/mL)	575,330±26.01	<300,000	-
Recuento de bacterias (CFU/mL)	4,485,000±420	<700,000	<200,000 <sup>c</sup>

Datos expresados como media±desviación estándar. (a) Parámetros reportados en "Resolución 70802" de 2011 de la superintendencia de industria y comercio de Colombia; (b) parámetros reportados en el decreto 616 de 2006 del ministerio de la protección social de Colombia; (c) parámetros reportados en la resolución 017 de 2012 del ministerio de agricultura y desarrollo rural de Colombia.

### Análisis de composición Proximal del queso Paipa

La composición fisicoquímica del queso Paipa durante su periodo de maduración se observa en la Tabla 6. Los parámetros como humedad, acidez y pH exhibieron diferencia estadística entre el día uno y el día 15. Las concentraciones de lípidos, proteínas, cenizas y cloruros no mostraron diferencias estadísticas durante el proceso de maduración.

**Tabla 6.** Evolución de la composición química del queso Paipa durante su maduración

Parámetro	Tiempo de maduración (días)				Regulación DO
	1	15	21	30	
Lípidos (%MS)	52.4±1.9 <sup>a</sup>	51.9±2.7 <sup>a</sup>	54.4±0.7 <sup>a</sup>	52.4±1.8 <sup>a</sup>	41.48
Proteína (%MS)	39.8 ± 0.7 <sup>a</sup>	40.1±1.5 <sup>a</sup>	38.5±0.2 <sup>a</sup>	41.2±2.5 <sup>a</sup>	46.22
Humedad (%)	47.2±1.0 <sup>c</sup>	31.9±1.5 <sup>b</sup>	28.9±0.8 <sup>a</sup>	27.5±1.0 <sup>a</sup>	47.43
pH	5.34±0.04 <sup>b</sup>	5.27±0.03 <sup>a</sup>	5.25±0.01 <sup>a</sup>	5.25±0.03 <sup>a</sup>	5.21
Acidez (% ácido láctico)	1.2±0.1 <sup>a</sup>	2.3±0.2 <sup>b</sup>	2.5±0.05 <sup>b</sup>	2.5±0.03 <sup>b</sup>	1.10
Cenizas (%MS)	7.4±0.4 <sup>a</sup>	8.3±0.9 <sup>a</sup>	7.4±0.2 <sup>a</sup>	7.0±0.5 <sup>a</sup>	-
Cloruros (%MS)	3.8±0.1 <sup>a</sup>	3.6±0.1 <sup>a</sup>	3.6±0.2 <sup>a</sup>	3.6±0.1 <sup>a</sup>	3.99

Datos expresados como media±desviación estándar. Diferentes letras en la misma fila indican diferencias estadísticas significativas  $P < 0.05$ . MS: Materia Seca. Regulación DO: parámetros del queso Paipa a 21 días de maduración de acuerdo con resolución 70802 de 2011 de la superintendencia de industria y comercio de Colombia.

### **Análisis del perfil de ácidos grasos**

Los resultados del perfil de ácidos grasos de la leche y el queso Paipa durante su periodo de maduración se muestran en la Tabla 7. Los resultados nos muestran que el perfil de ácidos grasos del queso Paipa está relacionado con el perfil de ácidos grasos de la leche (Till *et al.*, 2019); los ácidos grasos más abundantes fueron el ácido palmítico (C16:0), ácido oleico (C18:1n9c), ácido esteárico (C18:0) y ácido mirístico (C14:0) respectivamente.

**Tabla 7.** Perfil de ácidos grasos de la leche cruda y evolución del contenido de ácidos grasos durante la maduración del queso Paipa

Ácidos grasos (expresados como % del total de ácidos grasos)	Leche	Tiempo de Maduración (días)			
		1	15	21	30
Ácido Butírico (C4:0)	2.131±0.263 <sup>a</sup>	1.869±0.147 <sup>a</sup>	1.775±0.052 <sup>a</sup>	1.731±0.032 <sup>a</sup>	1.740±0.060 <sup>a</sup>
Ácido Caproico (C6:0)	1.501±0.098 <sup>c</sup>	1.411±0.035 <sup>bc</sup>	1.360±0.030 <sup>ab</sup>	1.265±0.005 <sup>a</sup>	1.309±0.042 <sup>ab</sup>
Ácido Caprílico (C8:0)	0.873±0.055 <sup>bc</sup>	0.895±0.036 <sup>c</sup>	0.824±0.021 <sup>abc</sup>	0.765±0.004 <sup>a</sup>	0.793±0.033 <sup>ab</sup>
Ácido Capríco (C10:0)	2.046±0.093 <sup>b</sup>	2.155±0.147 <sup>b</sup>	1.920±0.091 <sup>ab</sup>	1.776±0.016 <sup>a</sup>	1.923±0.109 <sup>ab</sup>
Ácido Láurico (C12:0)	3.064±0.084 <sup>c</sup>	2.982±0.287 <sup>b</sup>	2.616±0.098 <sup>ab</sup>	2.524±0.018 <sup>a</sup>	2.605±0.115 <sup>ab</sup>
Ácido Tridecanoico (C13:0)	0.081±0.005 <sup>a</sup>	0.085±0.000 <sup>a</sup>	0.082±0.011 <sup>a</sup>	0.079±0.004 <sup>a</sup>	0.081±0.004 <sup>a</sup>
Ácido Mirístico (C14:0)	11.760±0.092 <sup>b</sup>	11.173±0.81 <sup>ab</sup>	10.385±0.253 <sup>a</sup>	10.229±0.02 <sup>a</sup>	10.410±0.262 <sup>a</sup>
Ácido Miristoleico (C14:1)	0.983±0.033 <sup>ab</sup>	1.017±0.043 <sup>b</sup>	0.963±0.004 <sup>ab</sup>	0.949±0.006 <sup>a</sup>	0.957±0.012 <sup>ab</sup>
Ácido Pentadecanoico (C15:0)	1.787±0.033 <sup>a</sup>	1.743±0.013 <sup>a</sup>	1.715±0.123 <sup>a</sup>	1.651±0.003 <sup>a</sup>	1.718±0.121 <sup>a</sup>
Ácido Palmítico (C16:0)	31.350±0.188 <sup>b</sup>	30.220±0.74 <sup>a</sup>	29.635±0.062 <sup>a</sup>	29.753±0.08 <sup>a</sup>	29.802±0.067 <sup>a</sup>
Ácido Palmitoleico (C16:1)	1.324±0.003 <sup>a</sup>	1.416±0.056 <sup>b</sup>	1.444±0.027 <sup>b</sup>	1.449±0.001 <sup>b</sup>	1.439±0.019 <sup>b</sup>
Ácido Heptadecanoico (C17:0)	0.883±0.037 <sup>a</sup>	0.913±0.066 <sup>a</sup>	0.934±0.051 <sup>a</sup>	0.909±0.005 <sup>a</sup>	0.931±0.053 <sup>a</sup>
Ácido esteárico (C18:0)	14.704±0.210 <sup>a</sup>	14.858±0.48 <sup>ab</sup>	15.483±0.15 <sup>bc</sup>	15.772±0.05 <sup>c</sup>	15.549±0.25 <sup>bc</sup>
Ácido Oleico (C18:1n9c)	25.344±0.197 <sup>a</sup>	26.872±1.64 <sup>ab</sup>	28.435±0.511 <sup>b</sup>	28.761±0.12 <sup>b</sup>	28.337±0.563 <sup>b</sup>
Ácido Linoleico (C18:2n6c)	0.795±0.023 <sup>a</sup>	0.907±0.109 <sup>ab</sup>	1.053±0.067 <sup>b</sup>	1.043±0.006 <sup>b</sup>	1.016±0.063 <sup>b</sup>
Ácido Arachídico (C20:0)	0.233±0.004 <sup>a</sup>	0.265±0.031 <sup>a</sup>	0.275±0.012 <sup>a</sup>	0.271±0.002 <sup>a</sup>	0.273±0.007 <sup>a</sup>
Ácido α-Linolénico (C18:3n3c)	0.668±0.109 <sup>a</sup>	0.678±0.117 <sup>a</sup>	0.577±0.038 <sup>a</sup>	0.561±0.011 <sup>a</sup>	0.578±0.037 <sup>a</sup>
Ácido cis-8,11,14- eicosatrienoico (C20:3n6)	0.065±0.017 <sup>a</sup>	0.059±0.009 <sup>a</sup>	0.054±0.002 <sup>a</sup>	0.056±0.008 <sup>a</sup>	0.054±0.003 <sup>a</sup>
Ácido Behénico (C22:0)	0.095±0.014 <sup>a</sup>	0.109±0.007 <sup>a</sup>	0.108±0.004 <sup>a</sup>	0.113±0.005 <sup>a</sup>	0.117±0.004 <sup>a</sup>
Ácido Araquidónico (C20:4n6)	0.079±0.003 <sup>a</sup>	0.086±0.008 <sup>a</sup>	0.077±0.004 <sup>a</sup>	0.077±0.003 <sup>a</sup>	0.082±0.001 <sup>a</sup>
Ácido Tricosanoico (C23:0)	0.091±0.004 <sup>a</sup>	0.121±0.003 <sup>b</sup>	0.121±0.013 <sup>b</sup>	0.116±0.002 <sup>b</sup>	0.119±0.004 <sup>b</sup>
Ácido cis-5,8,11,14,17- eicosapentaenoico (C20:5n3)	0.078±0.012 <sup>a</sup>	0.079±0.009 <sup>a</sup>	0.081±0.001 <sup>a</sup>	0.069±0.005 <sup>a</sup>	0.078±0.005 <sup>a</sup>
Ácido Lignocérico (C24:0)	0.070±0.005 <sup>a</sup>	0.085±0.005 <sup>b</sup>	0.084±0.008 <sup>b</sup>	0.082±0.001 <sup>b</sup>	0.090±0.005 <sup>b</sup>
AGS	70.59±0.17 <sup>b</sup>	68.88±1.61 <sup>ab</sup>	67.27±0.48 <sup>a</sup>	67.04±0.12 <sup>a</sup>	67.46±0.60 <sup>a</sup>
AGMI	27.84±0.41 <sup>a</sup>	29.31±1.65 <sup>ab</sup>	30.84±0.54 <sup>b</sup>	31.16±0.12 <sup>b</sup>	30.73±0.57 <sup>b</sup>
AGPI	1.57±0.49 <sup>a</sup>	1.81±0.04 <sup>a</sup>	1.89±0.06 <sup>a</sup>	1.81±0.004 <sup>a</sup>	1.81±0.03 <sup>a</sup>
Σ AG	100±0.0 <sup>a</sup>	100±0.0 <sup>a</sup>	100±0.0 <sup>a</sup>	100±0.0 <sup>a</sup>	100±0.0 <sup>a</sup>

Datos expresados como media±desviación estándar. Diferentes letras en la misma fila indican diferencias estadísticas significativas  $P < 0.05$ . AGS: Ácidos Grasos Saturados; AGMI: Ácidos Grasos Monoinsaturados; AGPI: Ácidos Grasos Poliinsaturados; ΣAG: Suma de Ácidos Grasos.

### Análisis de Proteólisis

El comportamiento de la proteólisis del queso Paipa durante su periodo de maduración se observa en la Tabla 8. Las muestras de queso mostraron diferencias significativas en el porcentaje de nitrógeno soluble en pH 4.4 y de nitrógeno soluble en ácido Tricloroacético (TCA) desde el día uno hasta el día 21 de maduración, se observó una mayor diferencia porcentual entre el día uno (1) y el día 15 de maduración. Después de 21 días, las fracciones de nitrógeno soluble no presentaron diferencias estadísticas.

**Tabla 8.** Evolución del nitrógeno soluble durante la maduración del queso Paipa

Parámetro	Tiempo de maduración (días)			
	1	15	21	30
Nitrógeno Total (%MS)	6.2±0.1 <sup>a</sup>	6.3±0.2 <sup>a</sup>	6.0±0.1 <sup>a</sup>	6.5±0.4 <sup>a</sup>
Nitrógeno Soluble a pH 4.4 (%NT)	5.6±1.17 <sup>a</sup>	10.4±0.39 <sup>b</sup>	13.3±0.60 <sup>c</sup>	12.0±0.62 <sup>c</sup>
Nitrógeno Soluble en TCA (%NT)	1.3±0.18 <sup>a</sup>	4.8±0.23 <sup>b</sup>	7.1±0.67 <sup>c</sup>	6.4±0.25 <sup>c</sup>

Datos expresados como media±desviación estándar. Diferentes letras en la misma fila indican diferencias estadísticas significativas  $P < 0.05$ . MS: Materia Seca. NT: Nitrógeno total; TCA: ácido tricloroacético.

### Análisis de color instrumental

Los resultados de la medición de color instrumental del queso Paipa durante su periodo de maduración se observa en la Tabla 9. Los datos nos muestran una disminución significativa en los valores de color de la escala CIE-Lab relacionados con la luminosidad y pérdida de blancura del queso. Durante el periodo de maduración, la corteza y la pasta del queso pasan de tonos blancos y brillantes a tonos amarillos y opacos. Los datos muestran que la corteza tiene cambios más fuertes en los valores de luminosidad y de tonalidad hacia el color amarillo expresados en  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $FP^*$ ,  $IB^*$  e  $IA^*$ .

**Tabla 9.** Evolución del color durante la maduración del queso Paipa

Parámetro	Tiempo de maduración (días)			
	1	15	21	30
<b>Corteza</b>				
L*	86.7±0.2 <sup>c</sup>	64.1±1.1 <sup>b</sup>	61.4±0.5 <sup>a</sup>	59.1±1.4 <sup>a</sup>
a*	2.2±0.1 <sup>a</sup>	5.4±0.5 <sup>b</sup>	5.1±0.2 <sup>b</sup>	5.3±0.1 <sup>b</sup>
b*	21.6±0.2 <sup>a</sup>	31.7±2.3 <sup>b</sup>	32.1±0.8 <sup>b</sup>	32.6±2.4 <sup>b</sup>
IB*	74.6±0.1 <sup>c</sup>	51.8±2.4 <sup>b</sup>	49.5±0.2 <sup>ab</sup>	47.3±0.9 <sup>a</sup>
IA*	35.5±0.3 <sup>a</sup>	70.8±6.3 <sup>b</sup>	74.7±1.4 <sup>b</sup>	78.9±4.4 <sup>b</sup>
FP*	99.8±0.2 <sup>c</sup>	73.8±1.3 <sup>b</sup>	70.7±0.6 <sup>a</sup>	68.0±1.6 <sup>a</sup>
<b>Núcleo</b>				
L*	88.1±0.3 <sup>c</sup>	80.1±1.2 <sup>b</sup>	77.3±0.8 <sup>a</sup>	76.7±1.4 <sup>a</sup>
a*	1.9±0.1 <sup>a</sup>	2.5±0.1 <sup>b</sup>	2.3±0.1 <sup>b</sup>	2.2±0.1 <sup>ab</sup>
b*	20.6±0.6 <sup>a</sup>	26.4±0.1 <sup>b</sup>	27.3±0.3 <sup>b</sup>	29.2±1.1 <sup>c</sup>
IB*	76.1±0.7 <sup>d</sup>	66.8±0.7 <sup>c</sup>	64.4±0.4 <sup>b</sup>	62.6±0.8 <sup>a</sup>
IA*	33.4±1.1 <sup>a</sup>	47.1±0.7 <sup>b</sup>	50.5±0.5 <sup>c</sup>	54.4±2.0 <sup>d</sup>
FP*	100±0.4 <sup>c</sup>	91±1.3 <sup>b</sup>	87.8±0.9 <sup>a</sup>	87.1±0.3 <sup>a</sup>

Datos expresados como media±desviación estándar. Diferentes letras en la misma fila indican diferencias estadísticas significativas  $P < 0.05$ . L\*: luminosidad, a\*: verde-rojo, b\*: azul-amarillo; FP: factor de pardeamiento; IB: índice de blancura; IA: índice de amarillamiento.

### Análisis de perfil de textura (TPA)

Los datos de textura instrumental del queso Paipa se observan en la Tabla 10. Los resultados muestran que el queso Paipa estudiado es un queso duro, pero de fácil masticabilidad por tener baja cohesividad. La masticabilidad, gomosidad y adhesividad no presentaron diferencia estadística durante la maduración; sin embargo, la fracturabilidad y la dureza del queso mostraron un aumento del día 1 al 15 mientras que la elasticidad y la cohesividad mostraron una disminución.

**Tabla 10.** Evolución de la textura del queso Paipa durante la maduración

Parámetro	Tiempo de maduración (días)			
	1	15	21	30
Fracturabilidad (N)	18.6±3.8 <sup>a</sup>	54.1±4.7 <sup>b</sup>	46.8±4.8 <sup>b</sup>	50.5±10.1 <sup>b</sup>
Dureza (N)	41.9 ±15.7 <sup>a</sup>	129.2±63.9 <sup>b</sup>	90.9±8.3 <sup>b</sup>	83.8±22.4 <sup>b</sup>
Elasticidad	0.508±0.04 <sup>b</sup>	0.272±0.06 <sup>a</sup>	0.232±0.03 <sup>a</sup>	0.237±0.03 <sup>a</sup>
Cohesividad	0.18±0.02 <sup>b</sup>	0.13±0.01 <sup>a</sup>	0.12±0.00 <sup>a</sup>	0.10±0.02 <sup>a</sup>
Adhesividad (N.s)	0.00±0.00 <sup>a</sup>	-0.74±0.74 <sup>a</sup>	-0.50±0.29 <sup>a</sup>	-0.27±0.30 <sup>a</sup>
Masticabilidad (N)	3.88±1.60 <sup>a</sup>	4.37±1.27 <sup>a</sup>	2.54±0.11 <sup>a</sup>	2.10±1.00 <sup>a</sup>
Gomosidad (N)	7.85±3.95 <sup>a</sup>	17.72±10.41 <sup>a</sup>	10.94±1.28 <sup>a</sup>	8.87±4.26 <sup>a</sup>

Datos expresados como media±desviación estándar. Diferentes letras en la misma fila indican diferencias estadísticas significativas  $P < 0.05$ .

### Análisis microbiológico

Los cambios en las poblaciones de los principales microorganismos indicadores de la calidad en quesos durante el periodo de maduración del queso Paipa, se observan en la Tabla 11. Las bacterias ácido lácticos fueron la población microbiana predominante. El análisis microbiológico de la leche y el queso Paipa durante el periodo de maduración, mostró que tanto la leche (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2012), como el queso Paipa estudiado (Ministerio de Salud, 1989), no cumplen con los requerimientos microbiológicos mínimos de la reglamentación colombiana. Además, los recuentos de patógenos fueron muy altos con respecto al estándar colombiano (ICONTEC, 2009).

**Tabla 11.** Evolución del recuento de microorganismos durante la maduración del queso Paipa

Microorganismos	Leche	Tiempo de maduración (días)				Estándar colombiano
		1	15	21	30	
Coliformes (UFC/g x 10 <sup>3</sup> )	>15	112±56	>150	168±63	66±81	<0.2
<i>E. coli</i> (UFC/g)	22±10	366±340	1,511±1,212	283±189	166±115	<10
Staphylococcus Coagulasa+ (UFC/g)	1.4±2.4	<1	>300	>300	>300	<100
Bacterias Mesófilas (UFC/g x 10 <sup>6</sup> )	>0.3	>30	>300	590±70	366±148	-
BAL (UFC/g x 10 <sup>6</sup> )	0.2±0.1	>30	>300	1,001±236	509±499	-
<i>Salmonella</i> sp.	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo
<i>Listeria monocytogenes</i>	positivo	positivo	positivo	positivo	positivo	negativo

Datos expresados como media±desviación estándar. BAL: Bacterias Ácido Lácticas. (ª) Parámetros reportados en NTC 750, 2009: Productos lácteos, queso.

### Secuenciación y diversidad estimada

Los valores de la secuenciación y los datos estimados de diversidad alfa se observan en la Tabla 12. Los datos mostraron que en todas las muestras de leche y de queso Paipa se obtuvo un alto número de secuencias, en promedio se observaron 26,143 secuencias bacterianas y 38,378 secuencias fúngicas, las cuales representaban un porcentaje de cobertura superior al 97% en todos los tiempos de maduración. En promedio se observaron 660 y 867 tipos diferentes de secuencias bacterianas y fúngicas respectivamente. Los resultados de índices de diversidad alfa en las poblaciones bacterianas mostraron diferencias significativas entre la leche y el queso Paipa indicando que hay una mayor diversidad en las muestras de queso, mientras que para las poblaciones fúngicas la diversidad alfa fue menor en las muestras frescas (leche y queso sin madurar) que en las muestras de queso madurado.

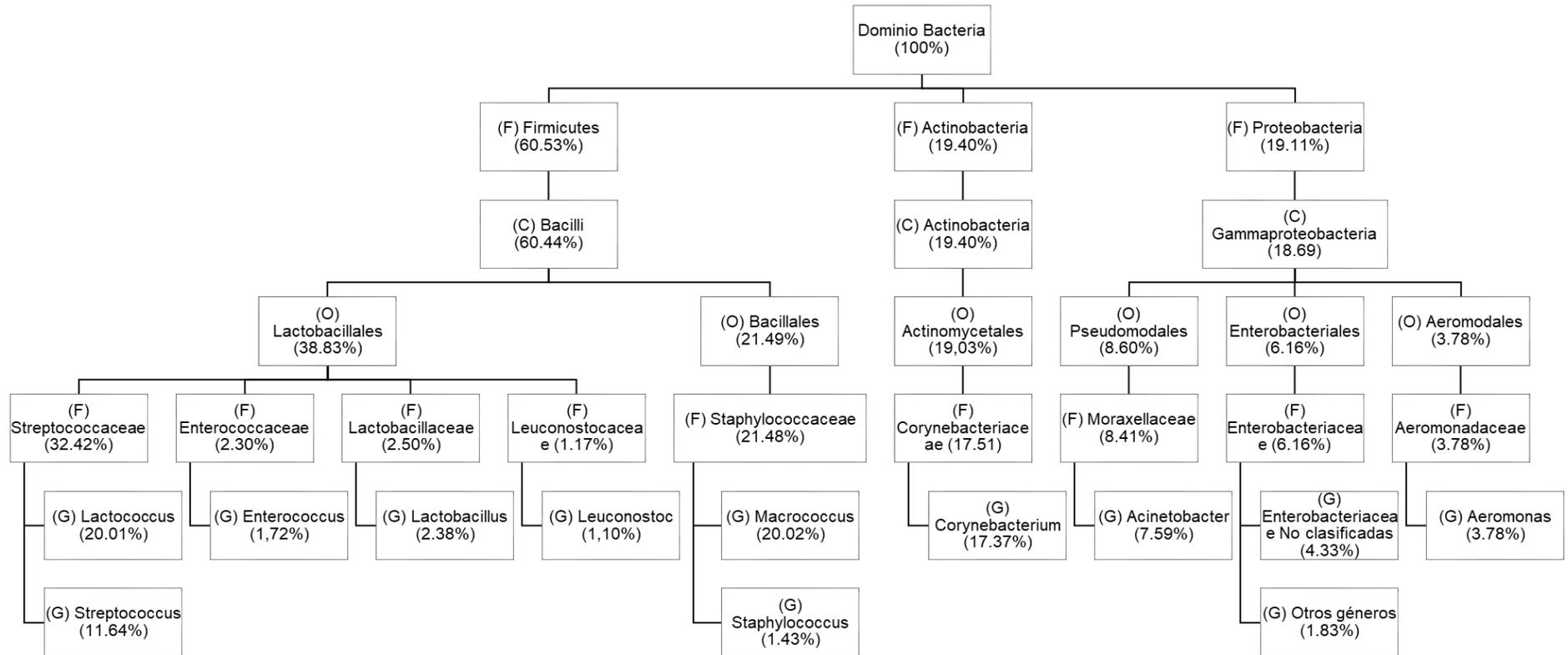
**Tabla 12.** Datos de secuenciación y diversidad calculada

Parámetro	Leche	Queso Paipa			
		Día 1	Día 15	Día 21	Día 30
Total de secuencias 16S	34,070±1,504 <sup>c</sup>	29,285±516 <sup>b</sup>	23,622±607 <sup>a</sup>	22,166±1,657 <sup>a</sup>	21,572±1,958 <sup>a</sup>
Cobertura 16S (%)	98.9±0.2 <sup>b</sup>	98.5±0.1 <sup>b</sup>	98.2±0.2 <sup>ab</sup>	97.6±0.4 <sup>a</sup>	97.5±0.5 <sup>a</sup>
Secuencias observadas 16S	560.7±54.9 <sup>a</sup>	618.3±45.4 <sup>a</sup>	652±41.1 <sup>a</sup>	725±91.1 <sup>a</sup>	746±95.8 <sup>a</sup>
Índice de Simpson 16S	2.5±0.2 <sup>a</sup>	4.8±0.2 <sup>b</sup>	5.0±0.1 <sup>b</sup>	6.6±2.6 <sup>b</sup>	6.4±2.9 <sup>b</sup>
Índice de Shannon 16S	1.7±0.1 <sup>a</sup>	2.4±0.2 <sup>b</sup>	2.5±0.1 <sup>b</sup>	2.7±0.4 <sup>b</sup>	2.7±0.4 <sup>b</sup>
Total de secuencias ITS	35,209±1,780 <sup>a</sup>	37,557±4,299 <sup>a</sup>	38,617±1,971 <sup>a</sup>	40,317±2,523 <sup>a</sup>	40,192±1,484 <sup>a</sup>
Cobertura ITS (%)	98.2±0.3 <sup>a</sup>	98.3±0.2 <sup>a</sup>	98.1±0.6 <sup>a</sup>	98.6±0.5 <sup>a</sup>	98.6±0.2 <sup>a</sup>
Secuencias observadas ITS	943±179 <sup>a</sup>	991±78 <sup>a</sup>	961±326 <sup>a</sup>	736±260 <sup>a</sup>	707±79 <sup>a</sup>
Índice de Simpson ITS	21.7±13.9 <sup>b</sup>	17.6±3.4 <sup>ab</sup>	4.5±2.8 <sup>ab</sup>	2.9±2.9 <sup>a</sup>	2.6±1.9 <sup>a</sup>
Índice de Shannon ITS	3.9±0.6 <sup>b</sup>	3.9±0.1 <sup>b</sup>	1.9±1.0 <sup>ab</sup>	1.2±1.1 <sup>a</sup>	1.3±0.6 <sup>a</sup>

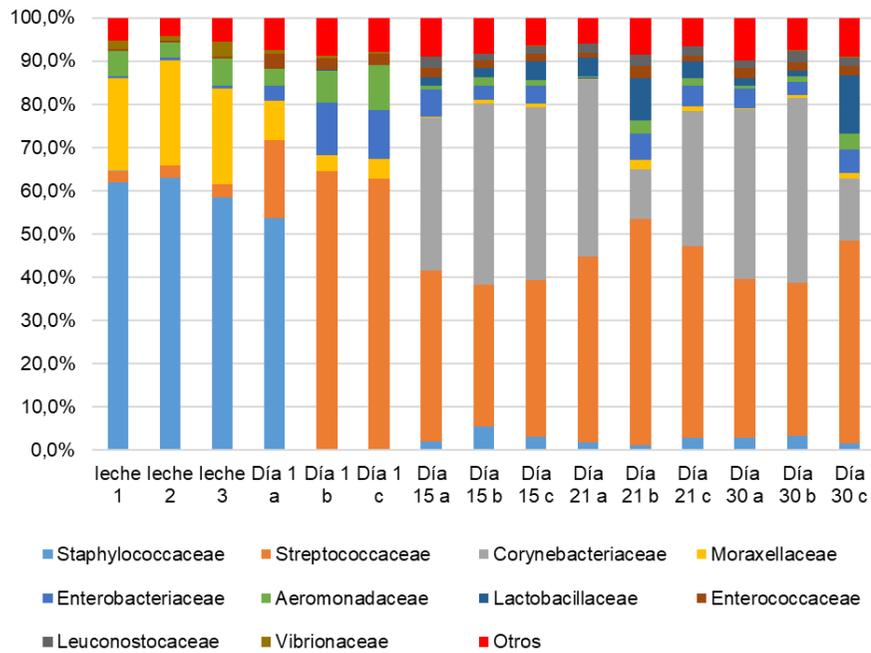
Los datos son expresados como media±desviación estándar. Diferentes letras en una misma fila indican diferencias significativas  $P < 0.05$ . Secuencias 16S = Poblaciones bacterianas. Secuencias ITS = Poblaciones de mohos y levaduras.

### Abundancia relativa de las poblaciones bacterianas

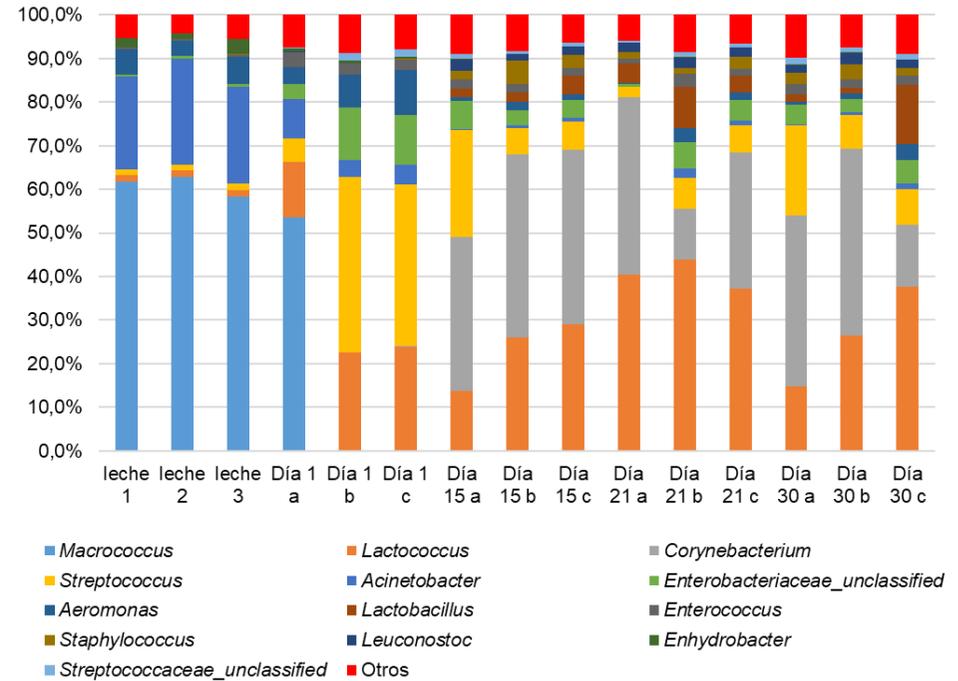
La composición taxonómica de las poblaciones bacterianas de la leche y del queso Paipa se construyó con los datos de abundancia relativa, estas se muestran en la Figura 7. Los resultados indicaron que más del 99% de las bacterias presentes en la leche y el queso Paipa estaban representadas por tres filos, más del 98% estaban representadas por tres clases, más del 95% estaban representadas por 6 órdenes, más del 95% estaba representado por 9 familias y más del 91% estaba representado por 11 géneros bacterianos (Figura 7). La evolución de la abundancia relativa de las principales familias y géneros bacterianos durante la maduración se muestran en la Figura 8 y el ACP mostró la relación de la microbiota bacteriana con las muestras de leche y de queso Paipa, esta se observa en la Figura 9.



**Figura 7.** Abundancia relativa de las poblaciones bacterianas presentes en la leche y el queso Paipa. (F)= Filo, (C)= Clase, (O)= Orden, (F)= Familia, (G)= Género.

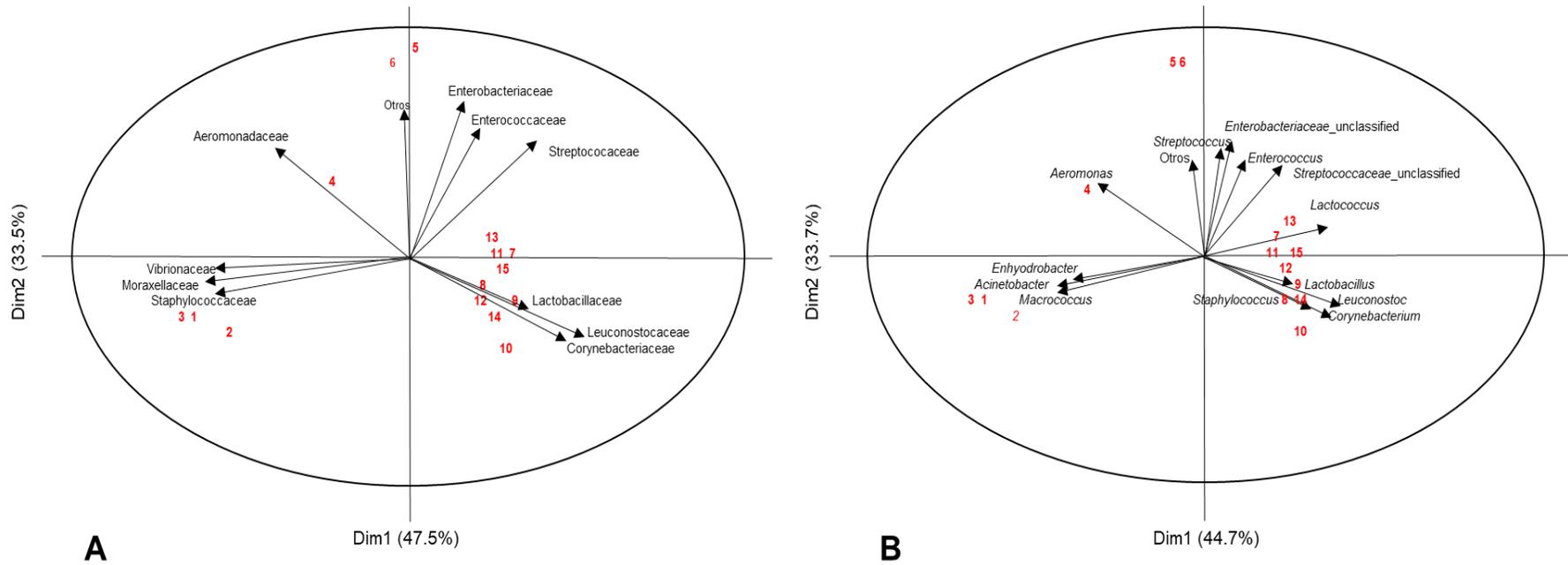


**A**



**B**

**Figura 8.** Evolución de la composición bacteriana del queso Paipa durante su maduración. Las barras verticales indican la abundancia relativa promedio de secuencias correspondientes a la familia (A) y al género (B).

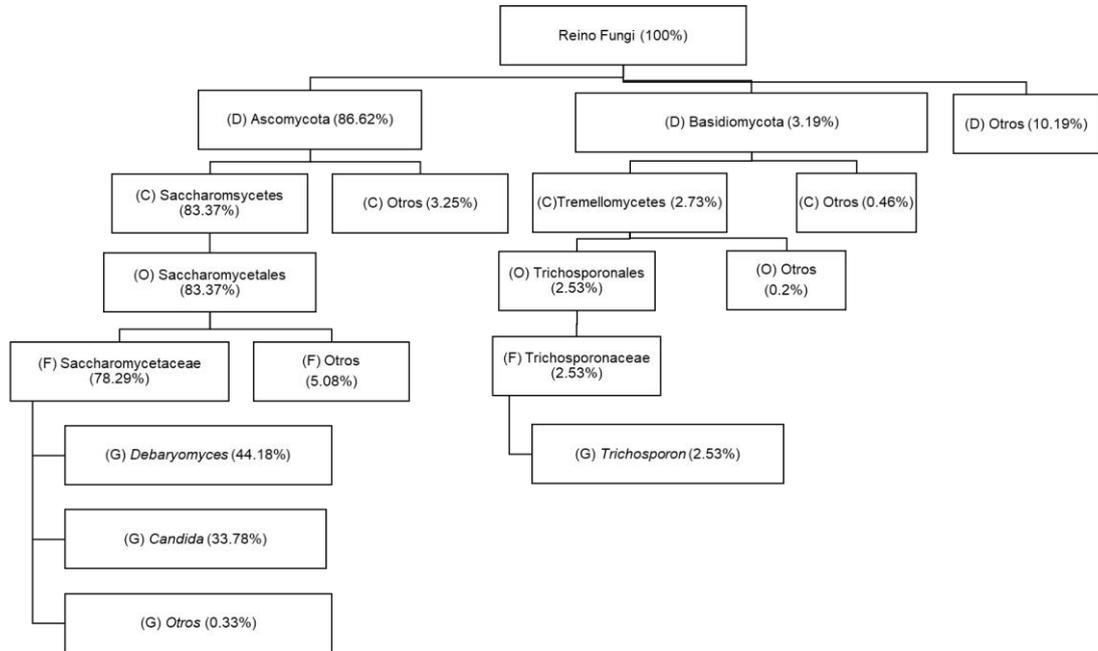


**Figura 9.** ACP para la microbiota bacteriana del queso Paipa; muestras de leche (1, 2, 3); Muestras de queso Paipa un día de maduración (4,5,6); muestras de queso Paipa 15 días de maduración (7, 8, 9), muestras de queso Paipa 21 días de maduración (10, 11, 12); Muestras de queso Paipa 30 días de maduración (13, 14, 15); familia (A), género (B).

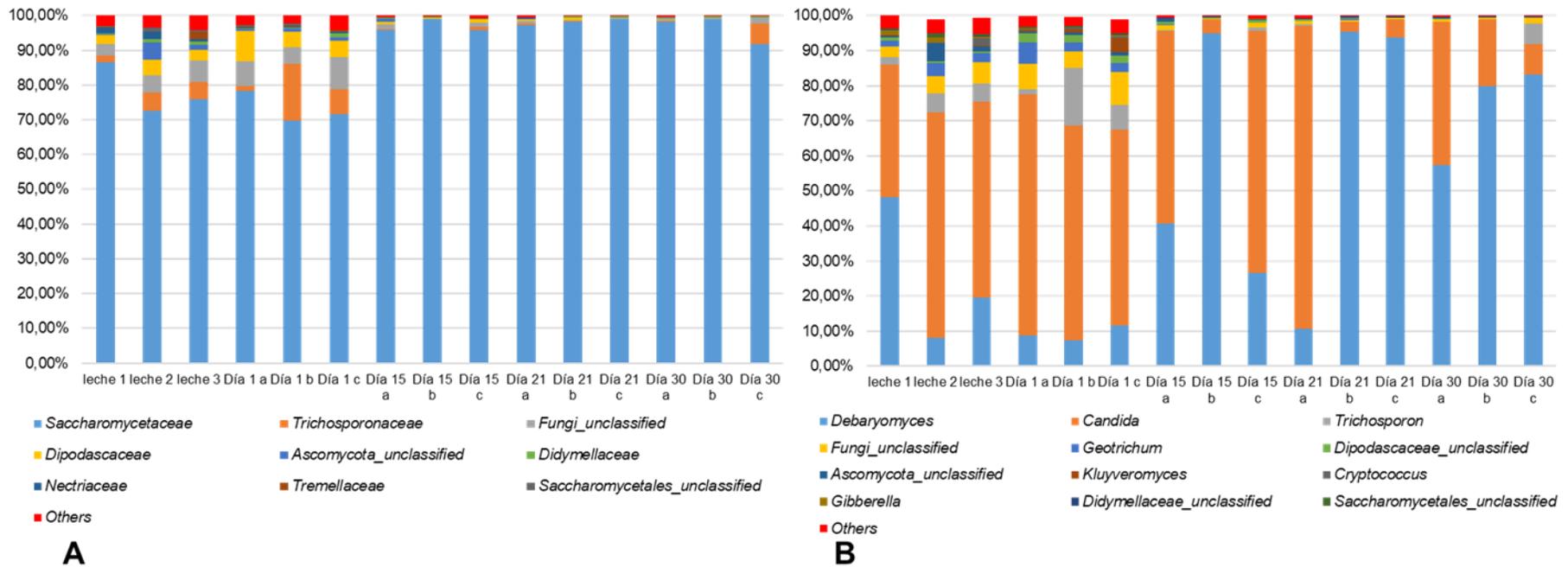
La evolución de la abundancia relativa de las principales familias y géneros bacterianos durante la maduración del queso Paipa mostró que existe un cambio en las poblaciones bacterianas de la leche al queso fresco, principalmente asociado a la reducción porcentual de bacterias del género *Micrococcus* y aumento porcentual de bacterias de los géneros *Lactococcus* y *Streptococcus*. De igual forma se puede observar un cambio en la composición del queso fresco y el queso madurado principalmente relacionado con el aumento porcentual de las poblaciones bacterianas de los géneros *Corynebacterium*, *Lactobacillus* y *Leuconostoc* en las muestras de queso madurado. De la misma forma, el ACP mostró esta misma relación entre las muestras de leche y queso Paipa en sus diferentes periodos de maduración con respecto a las familias y géneros bacterianos identificados, la variabilidad de los datos se logró explicar en un 76.3% con la dimensión 1 (46.4%) y con la dimensión 2 (29.9%).

### **Abundancia relativa de las poblaciones de mohos y levaduras**

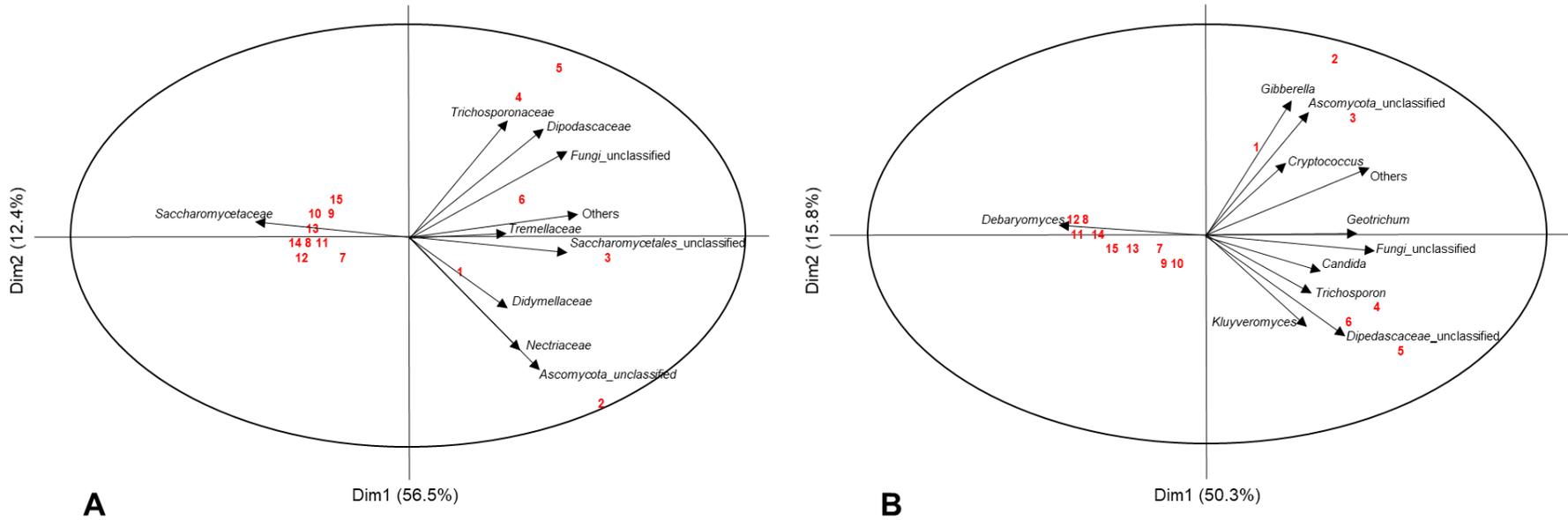
La taxonomía de las poblaciones de mohos y levaduras se observan en la Figura 10. Los resultados mostraron que el 90% de las poblaciones de mohos y levaduras presentes en la leche y el queso Paipa estaban representadas por dos dominios: Ascomycota (81.44%) y Basidiomycota (3.19%); una clase (Saccharomycetes) y un orden (Saccharomycetales) representaban el 83.37% del total de la abundancia relativa de las poblaciones fúngicas; una familia (Saccharomycetaceae) representaba el 78.29% y dos géneros: *Debaryomyces* (44.18%) y *Candida* (33.78%) representaban más del 78% de las poblaciones fúngicas de la leche y el queso Paipa; la evolución de abundancia relativa de la leche y del queso Paipa durante su maduración se observan en la Figura 11. Los resultados mostraron que durante la maduración se presenta una selección de las poblaciones fúngicas a del género *Debaryomyces*. De igual forma, el ACP nos mostró la relación de las muestras de leche y de queso Paipa durante la maduración con las diferentes familias y géneros identificados, los resultados ratificaron la relación del género de levaduras *Debaryomyces* con las muestras de queso Paipa madurado, la variabilidad de los datos se logró explicar en un 66.1% con la dimensión 1 (50.3%) y con la dimensión 2 (15.8%), la representación gráfica del ACP se observa en la Figura 12.



**Figura 10.** Abundancia relativa de las poblaciones de mohos y levaduras presentes en la leche y el queso Paipa. (D)= Dominio, (C)= Clase, (O)= Orden, (F)= Familia, (G)= Género



**Figura 11.** Evolución de la composición de mohos y levaduras del queso Paipa durante su periodo de maduración. Las barras verticales indican la abundancia relativa promedio de secuencias correspondientes a la familia (A) y al género (B).



**Figura 12.** ACP para la microbiota de mohos y levaduras del queso Paipa; muestras de leche (1, 2, 3); Muestras de queso paipa de un día de maduración (4,5,6); muestras de queso Paipa de 15 días de maduración (7, 8, 9), muestras de queso Paipa de 21 días de maduración (10, 11, 12); Muestras de queso Paipa de 30 días de maduración (13, 14, 15); familia (A) género (B).

## Discusión

El recuento de mesófilos de la leche estudiada y el permitido por la DO, son superiores a la calidad higiénica estándar decretado para Colombia de <200.000 UFC por mL (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2012) y al referente internacional para leche cruda de <100.000 UFC por mL (Baars, 2019). El recuento de células somáticas promedio también estuvo por encima del referente de la DO (RCS <300.000). Este parámetro es un indicador del deficiente control sanitario de la ubre de la vaca que produce la leche utilizada para la elaboración del queso (Nickerson, 2012). En consecuencia, se detectó un alto contenido de bacterias patógenas, principalmente *E. coli*. *Listeria monocytogenes* estuvo presente en la leche cruda y en el queso Paipa durante los 30 días del proceso de maduración (Tabla 11). El análisis microbiológico de la leche y el queso Paipa durante el periodo de maduración, mostró que tanto la leche (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2012), como el queso Paipa estudiado (Ministerio de Salud, 1989), no cumplen con los requerimientos microbiológicos mínimos de la reglamentación colombiana (Tabla 5 y Tabla 11). Los recuentos de coliformes en la leche se asemejan a los valores promedio de  $10^3$  UFC/mL reportados en diferentes países y descritos por (Amico & Donnelly, 2010), Los recuentos microbiológicos de coliformes, E-coli y *Staphylococcus coagulasa* (+) en el queso Paipa son similares a los reportados para otros quesos elaborados con leche cruda como el queso Colonia de Brasil ( $10^2 - 10^4$  NMP/g) (Carvalho *et al.*, 2020) o el queso Kashkaval de Bulgaria ( $10^2 - 10^3$  UFC/g) (Pappa, Kondyli & Samelis, 2019). Los resultados indicaron que los 30 días de maduración del queso Paipa son insuficientes para controlar las deficiencias microbiológicas de la leche con la que se elabora, en especial para el control de *Listeria monocytogenes*. Este microorganismo puede sobrevivir en condiciones de alta acidez, alta salinidad y bajas temperaturas (D'Amico & Donnelly, 2017), por lo tanto, para obtener un queso Paipa inocuo, se necesitaría mejorar las condiciones higiénicas de la leche con la cual se produce (O'Sullivan & Cotter, 2017). Según (Licitra *et al.*, 2019), 60 días de maduración es el tiempo mínimo necesario para producir un queso de leche cruda seguro para el consumo humano; sin embargo, la regulación de la DO establece un periodo corto de maduración (21 días) y el uso de leche cruda. Aunque también es posible que las buenas prácticas de manufactura dentro de la planta láctea también este fallando, lo

que a su vez favorecería el incremento de los patógenos en el queso (Castellanos *et al.*, 2020). Así, con el fin de garantizar la inocuidad del queso Paipa, se deben realizar más estudios para evaluar el límite máximo de patógenos que pueden estar presentes en la leche cruda (Baars, 2019). Por otro lado, como era de esperarse para un queso elaborado con leche cruda, el queso Paipa presentó una gran riqueza en Bacterias Ácido Lácticas (BAL), siendo estas, un aspecto positivo de su caracterización microbiológica (Licitra, Caccamo & Lortal, 2019). Los resultados también mostraron que la mayoría de los patógenos, así como las BAL, tendieron a disminuir al final de la maduración, posiblemente asociado a la pérdida excesiva de humedad del queso Paipa (Parente, Cogan, & Powell, 2017).

Por su parte, los resultados de la secuenciación masiva de microorganismos mostraron que los índices de diversidad alfa (Simpson y Shannon) de las poblaciones bacterianas mostraron un aumento significativo en el queso Paipa durante su maduración, indicando que las poblaciones de bacterias fueron más diversas en el queso Paipa comparado con la leche cruda (Tabla 12). La reducción del pH en el queso otorga las condiciones necesarias para que proliferen poblaciones de BAL (Cotter & Beresford, 2017), aumentando la diversidad bacteriana en las muestras de queso durante su maduración. Resultados similares se observaron en el queso Cheddar artesanal elaborado con leche cruda (Falardeau *et al.*, 2019). De forma contraria, los datos de los índices de diversidad alfa (Simpson y Shannon) de las poblaciones de mohos y levaduras presentaron menores valores durante la maduración del queso, mostrando una diferencia significativa en los días 21 y 30 (Tabla 12), esta reducción en la diversidad posiblemente se relaciona con la pérdida de humedad y el aumento de las concentraciones de sal en el queso Paipa durante su maduración y solamente las especies fúngicas que toleran estas condiciones pueden subsistir (Wolfe *et al.*, 2014).

De forma similar a lo reportado por (Castellanos *et al.*, 2020) el filo *Firmicutes* fue el más abundante en el queso Paipa, seguido por el filo *Proteobacteria*, sin embargo, a diferencia de los resultados reportados previamente por éste autor, el filo *Actinobacteria* se observó en un mayor porcentaje en el queso Paipa estudiado, este estuvo compuesto principalmente por la clase *Actinobacteria*, el orden

*Actinomycetales*, la familia *Corynebacteriaceae* y el género *Corynebacterium*; éste género se relacionó fuertemente con la maduración del queso Paipa (Figura 8 y 9). El género *Corynebacterium* hace parte de los cultivos lácteos secundarios de algunos quesos madurados y su presencia se asocia con la microbiota presente en la corteza de quesos duros y semiduros, especialmente en quesos europeos de pasta lavada (Mounier *et al.*, 2017). Este género bacteriano puede estar impactando fuertemente las características sensoriales del queso Paipa (apariencia, olor, sabor y textura) ya que tiene actividad proteolítica y lipolítica, se asocia con la producción de NH<sub>3</sub>, compuestos volátiles sulfurados, con el aumento de pH en la corteza y con la producción de pigmentos carotenoides (Irlinger, Helinck & Jany, 2017). Por su parte, el filo *Proteobacteria* estuvo compuesto principalmente por dos órdenes, *Pseudomonadales* y *Enterobacteriales*, el orden *Pseudomonadales* estaba compuesto principalmente por la familia *Moraxellaceae* y los géneros *Acinetobacter* y *Enhydrobacter*, estos dos géneros se asociaron principalmente con la leche cruda (Figura 9); estos géneros bacterianos se encuentran comúnmente en la microbiota de la leche cruda y su presencia se relaciona con lugares fríos como tanques de almacenamiento de leche, ya que, son bacterias psicrótrofas (Fricker *et al.*, 2011). El orden *Enterobacteriales* estuvo compuesto en su totalidad por la familia *Enterobacteriaceae*, dentro de ésta familia se lograron identificar más de 22 géneros donde se destacan dos: *Enterobacteriaceae\_no\_clasificada* y *Buttiauxella*, los cuales representan más del 82% de las OTUs de ésta familia; estos microorganismos se relacionaron con los quesos frescos (Figura 9), al igual que en los resultados observados en el queso Paipa, sus poblaciones tienden a disminuir cuando las poblaciones de BAL aumentan (Medina & Núñez, 2017). La presencia de enterobacterias en quesos artesanales es bastante controvertida, ya que, dentro de éste grupo se encuentran géneros relacionados con enfermedades transmitidas por alimentos ETA's tales como *Salmonella*, *Klebsiella*, *Escherichia/Shigella*, *Proteus*, entre otros; estos géneros potencialmente patógenos fueron identificados en la leche y el queso Paipa, sin embargo, en ningún caso representó más del 0.3% de las OTUs contenidas en la familia *Enterobacteriaceae*, aunque, a pesar de su bajo porcentaje, siguen representando un riesgo potencial para la salud de los consumidores (Sugrue *et al.*, 2019). Por otro lado, algunos estudios asocian a la familia *Enterobacteriaceae*

con la microbiota de los quesos artesanales tradicionales (Akie Kamimura *et al.*, 2019) (Escobar *et al.*, 2016) y su presencia en quesos tradicionales no siempre se relaciona con microorganismos patógenos (Trmčić *et al.*, 2016). Por su parte, el filo más abundante en el queso Paipa (*Firmicutes*) estuvo compuesto principalmente por géneros de BAL como *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Enterococcus* y *Leuconostoc*, los cuales representaban más del 63% de las poblaciones de este filo y por los géneros *Macrococcus* y *Staphylococcus* de la familia *Staphylococcaceae* que representaban más del 35% de las poblaciones de éste filo. El género *Macrococcus* se encontró principalmente en la leche cruda y en uno de los quesos frescos, mientras que el género *Staphylococcus* se relacionó mayormente con las muestras de los quesos madurados (Figura 9). De la misma manera que se presentó en las muestras de leche y de queso Paipa de un día, el género *Macrococcus* ha sido reportado en leche cruda y productos lácteos frescos (Giannino *et al.*, 2009), estos microorganismos son habitantes de la piel de los pezones de las vacas y se encuentran estrechamente relacionados con el género *Staphylococcus* (Fréтин *et al.*, 2018), por lo que se puede considerar que la presencia del género *Macrococcus* en la leche cruda depende del proceso de presellado en la rutina de ordeño. Por su parte, el género *Staphylococcus* se encuentra naturalmente en la piel de las personas, los recuentos de *Staphylococcus* coagulasa positivo se utilizan como indicadores de calidad de los procesos de elaboración de los alimentos, en especial, alimentos tradicionales elaborados con las manos (Baars, 2019). De otro lado, los géneros de BAL se relacionaron con la maduración del queso Paipa (Figura 9) y su presencia mayoritaria también está reportada en otros quesos tradicionales latinoamericanos (Murugesana *et al.*, 2018; Akie Kamimura *et al.*, 2019). La composición de las BAL presentes en la microbiota del queso Paipa es altamente variada, principalmente se encuentran BAL de tipo mesófilas (*Lactococcus* y *Leuconostoc*) como es de esperarse para un queso que se maduró con la temperatura ambiente del territorio ( $15.2\pm 1.8^{\circ}\text{C}$ ), también presenta un alto número de OTUs de géneros de BAL termófilas (*Streptococcus* y *Lactobacillus*) y de BAL no asociadas a cultivos iniciadores (*Enterococcus*). Esta amplia diversidad de BAL le estaría aportando al queso Paipa una amplia gama de sabores, aromas, texturas y modificaciones en su apariencia interna y externa (Cotter & Beresford, 2017); además, la microbiota del queso Paipa cuenta con un alto número

de OTUs de BAL con posibles efectos probióticos (*Leuconostoc* y *Enterococcus*) (McAuliffe, 2017). Así mismo, las BAL también pueden estar ayudando a conservar la inocuidad del producto a través del efecto bioprotector por competencia sobre microorganismos patógenos (Pardini *et al.*, 2020). El grupo de BAL representa la mayor riqueza del queso Paipa en términos de poblaciones microbianas. El siguiente paso en la investigación del queso Paipa será identificar la forma de eliminar los riesgos ocasionados por los microorganismos patógenos sin alterar su riqueza en términos culturales y de microorganismos benéficos; los estudios apuntan a que el control de la calidad de la leche cruda es determinante para lograr este propósito (Metz, Sheehan & Feng, 2020).

Los resultados de la abundancia relativa de las poblaciones fúngicas mostraron una mayor variedad de géneros en la leche y el queso fresco. De forma similar a lo encontrado en las muestras de leche evaluadas en el presente estudio, las levaduras *Candida*, *Debaryomyces*, *Trichosporon*, *Geotrichum*, *Rhodotorula*, *Cryptococcus*, *Pichia* y *Kluyveromyces* son los géneros comúnmente encontrados en la microbiota de la leche cruda y del queso fresco (O'Sullivan & Cotter, 2017). Los resultados también mostraron que las muestras de leche y de queso Paipa presentaban un bajo número de OTUs (0.21%) de los géneros *Penicillium* y *Aspergillus*, principales géneros asociados a la producción de micotoxinas en quesos (Dobson, 2017). Durante la maduración del queso Paipa se observó una mayor prevalencia de la familia *Saccharomycetaceae* representada principalmente por los géneros *Candida* y *Debaryomyces* (Figura 11 y 12). El género *Debaryomyces* se asoció con la maduración del queso Paipa, mientras que el género *Candida* mostró una relación con las muestras de queso fresco y madurado (Figura 12). De forma similar a como se presenta en el queso Paipa, la presencia mayoritaria de levaduras de los géneros *Debaryomyces* y *Candida* se observa en los quesos tradicionales de pasta lavada como el Münster, Limburger, Tilsit o Gruyère (Mounier *et al.*, 2017). La prevalencia del género *Debaryomyces* en combinación con bacterias del género *Corynebacterium* observado en el queso Paipa es similar a lo reportado por (Guzzon *et al.*, 2017) para el queso Fontina, un queso tradicional italiano de pasta lavada con denominación de origen, elaborado con leche cruda y madurado sobre madera. De acuerdo con los resultados presentados por este autor, la madera sobre la que se madura el queso

tiene un rol determinante en la composición de su microbiota. Es muy probable que la madera sobre la que se madura el queso Paipa pueda estar influyendo en el tipo de bacterias y levaduras presentes en el queso. Más estudios sobre la microbiota presente en los utensilios de proceso y de cómo estos impactan sobre las características del queso Paipa son requeridos.

En cuanto a la composición proximal del queso Paipa, el promedio de lípidos en la materia seca del queso Paipa fue de  $52.8 \pm 1.8\%$  (Tabla 6) clasificándose como “graso” (46-60%) (Ministerio de Salud, 1989). Este valor difiere con el valor de referencia de la DO de 40.82% “semigraso” (21-45%) (Superintendencia de Industria y Comercio, 2011); esta diferencia puede deberse a que el productor no realiza el proceso de descremado, ya que es opcional, sin embargo, esto genera una amplia variación en el porcentaje de grasa del producto final. El promedio de proteína en base seca del queso Paipa también varía con la DO, la cual contempla un promedio de proteína de 46.22% (Superintendencia de Industria y Comercio, 2011), este porcentaje de proteína también se ve afectado por la cantidad de grasa con la cual se elaboró el queso, ya que, altera proporcionalmente el contenido final de proteína. El queso Poro mexicano, un producto lácteo artesanal elaborado a partir de leche cruda, mostró un contenido de lípidos y proteínas similar al queso Paipa (González *et al.*, 2019).

El porcentaje de humedad también varió con la DO, esta considera al queso Paipa como “semiduro” (40-55%), mientras que los valores de humedad de los quesos Paipa madurados estuvieron por debajo del 40% (Tabla 6), por lo que se considera como un queso “duro” (<40%) (Ministerio de Salud, 1989). La humedad del día uno del queso Paipa evaluado se encuentra en el rango inferior de humedad para queso fresco (46-65%) de acuerdo a lo reportado por (Everard *et al.*, 2011) para quesos con proporciones grasa/proteína y con fuerzas y tiempos de prensado similares al queso Paipa evaluado. Por otro lado, la humedad de los quesos Paipa del ensayo disminuyó más de un 30% al día 15 de maduración y más de un 40% al día 30 de maduración, presentando valores de humedad inferiores a otros quesos latinoamericanos con periodos cortos de maduración (Villegas, Lozano & Cervantes, 2015), sin embargo, los valores de humedad son similares a los reportados para el queso Añejo del Estado de México (Hernández *et al.*, 2010), un queso con proceso de molido manual de

cuajada y tiempo de maduración similar al queso Paipa. La baja humedad del queso Paipa al día uno se podría asociar con un tamaño del grano de cuajada pequeño que se obtiene después del partido de la cuajada (materiales y métodos, pg. 104), lo que favorece la sinéresis, así como con la agitación del grano de cuajada en la tina de cuajado, con el mantenimiento de la temperatura de la cuajada en el proceso de salado y molido manual, con el proceso tradicional de Pre-prensado con calor corporal y con la temperatura y fuerza ejercida durante el prensado con prensa de palanca (Capítulo III, pg. 191-198) (Fagan *et al.*, 2017). Por su parte, la pérdida de humedad durante la maduración está relacionada con la baja humedad relativa de la cava de maduración durante el estudio ( $74.7\pm 4.3\%$ ) debido a la época seca en la cual fue realizado el ensayo y con las altas temperaturas de maduración tradicionales en el proceso del queso Paipa ( $15.2\pm 1.8^{\circ}\text{C}$ ). Estas condiciones pueden variar durante el año, la temperatura promedio en el territorio de la DO puede variar de  $13,0^{\circ}\text{C}$  a  $16,7^{\circ}\text{C}$  y la humedad relativa promedio puede variar de 60% a 86% (IDEAM, 2015). Por lo tanto, las características del queso Paipa pueden variar durante las estaciones seca y lluviosa. Más estudios para identificar las variaciones fisicoquímicas y microbiológicas del queso Paipa en las diferentes épocas del año y en diferentes cavas de maduración son requeridos.

El pH presentó un valor promedio de  $5.28\pm 0.05$  (Tabla 6), mostró diferencia significativa entre el día uno y el día 15, evidenciando que al final del prensado de 20 horas el queso Paipa no ha alcanzado el valor mínimo de pH, pues este queso no cuenta con una acidificación temprana controlada (Irlinger, Helinck & Jany, 2017). La acidez expresada como ácido láctico varió significativamente entre el día uno y el día 15, su variación proporcional comparada con el pH fue mucho mayor, sus valores son superiores a los datos reglamentados por la DO.

No hubo diferencias significativas del contenido de cenizas y cloruros durante el periodo de maduración.

Los datos de proteólisis mostraron un aumento significativo en nitrógeno soluble a pH 4,4 y nitrógeno soluble en TCA del día uno al día 15 de maduración y del día 15 al 21. Del día 21 al día 30, la proteólisis se mantuvo estable. El aumento significativo en las fracciones de N soluble estaría asociado principalmente al coagulante microbiano

(*Rhizomucor miehei*) usado en el proceso de cuajado (Uniacke & Fox, 2017; Horne & Lucey, 2017). Otras causas del aumento en las fracciones de N soluble son las BAL durante la maduración, específicamente los géneros *Lactococcus*, *Lactobacillus* y *Streptococcus* (Ardö *et al.*, 2017), géneros bacterianos no ácido lácticos como *Corynebacterium* y *Staphylococcus* (Curtin *et al.*, 2002) y levaduras como *Debaryomyces* (Mounier *et al.*, 2017). Después del día 21 de maduración las reacciones proteolíticas se mantuvieron estables, esto podría estar asociado a la marcada pérdida de humedad del queso Paipa (Guinee & Fox, 2017). Los valores de proteólisis del queso Paipa son similares a los reportados para el queso Minas Padrao de Brasil (5 a 10 g de N soluble en pH 4.6 /100 g de N total y 3.5 a 5.5 g de N soluble en TCA / 100g de N total) (Pena-Serna, Barretto & López, 2016) y más altos que los reportados para el queso Chanco de Chile (2 a 6 g de N soluble en TCA / 100g de N total) (Vyhmeister *et al.*, 2019), dos quesos con denominación de origen de Suramérica con tiempos de maduración y características fisicoquímicas similares. Más estudios específicos para determinar las posibles causas de la proteólisis y determinar sus efectos sobre las características sensoriales del queso Paipa son requeridos.

Los resultados del perfil de ácidos grasos del queso Paipa mostraron que la composición lipídica de la leche se mantuvo mayormente en el queso Paipa y se mantuvo relativamente estable durante todo el proceso de maduración. Los principales ácidos grasos en la leche y en el queso Paipa fueron ácido palmítico C16:0 (30%), ácido oleico C18:1n9c (28%), ácido esteárico C18:0 (15%) y ácido mirístico C14:0 (10%), estos ácidos grasos representaron más del 83% del total de ácidos grasos presentes en la leche y el queso Paipa, esta proporción de ácidos grasos es comúnmente encontrada en los derivados lácteos (Thierry *et al.*, 2017). La leche cruda tenía mayor contenido de ácidos grasos saturados (AGS), especialmente de bajo peso molecular y menor contenido de ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) que el queso Paipa (Tabla 7). La proporción de AGS, AGMI del queso Paipa fue similar a la reportada por (Rocha *et al.*, 2020) para el queso Minas de Brasil (64% a 79% y 21% a 35% respectivamente). y fue superior para los valores de AGPI en el queso minas (0.43% a 0,45%). Esta proporción varía considerablemente con la dieta de las vacas (De Noni & Battelli, 2008). (Vyhmeister *et al.*, 2019) reportó mayores concentraciones de ácidos grasos poliinsaturados para el queso Chanco de Chile (5.5% a 6.7%) al

igual que (Prandini, Sigolo & Piva, 2011) mostró mayores concentraciones en quesos italianos comerciales de vaca (3,67%), cabra (4.16%) y oveja (4.43%) comparado con los valores obtenidos en el queso Paipa. El queso Paipa muestra concentraciones de grasas saturadas inferiores a las reportadas para el queso Chanco (74% a 78%) y para el queso Ricotta (72% a 77%) (Seguel *et al.*, 2020), esto nos indica que las concentraciones cambian de acuerdo con el perfil de ácidos grasos de la leche usada y por ende con la alimentación de las vacas (Lobos *et al.*, 2012). Las concentraciones de ácidos grasos presentes en la grasa del queso Paipa se afectan muy poco con la maduración, se observaron pequeñas variaciones en los ácidos capríco (C6:0), caprílico (C8:0), cáprico (C10:0), láurico (C12:0) y miristoleico (C14:1) entre el día uno y el día 15 de maduración, similar a lo reportado por (Pappa, Kondyli & Samelis, 2019) para el queso Kashkaval; sin embargo, a diferencia del queso Kashkaval, el queso Paipa no reporta concentraciones de ácido acético (C2:0). Las concentraciones de los ácidos grasos esenciales Ácido linoleico (C18:2n6c) (0.9% a 1,05%) y Ácido linolénico (C18:3n3c) (0.56% a 0.68%) del queso Paipa fueron superiores a las reportadas para el queso Chanco (0.04% a 0.07% y 0.17% a 0.34%, respectivamente) y Ricotta (0.01% a 0.13% y 0.26% a 0.42% respectivamente) (Seguel *et al.*, 2020), y fueron inferiores en el porcentaje ácido linoleico (C18:2n6c) a las reportadas por (Till *et al.*, 2019) cuando se suplementa la alimentación de las vacas con dietas específicas (algas marinas) para aumentar estos ácidos grasos en la leche (2.63% a 2.70% y 0.43% a 0.47% respectivamente). La reducción en el contenido de ácidos grasos de cadena corta observada durante la maduración del queso Paipa está posiblemente asociada a que estos son precursores de los compuestos volátiles relacionados con la producción de compuestos aromáticos del queso (Molimard & Spinnler, 1996). De acuerdo con (Usgame, *et al.*, 2022), el queso Paipa podría tener un bajo grado de lipólisis y altas variaciones en la lipólisis de acuerdo con el tipo de coagulante utilizado, los quesos producidos con coagulante de origen microbiano presentaron significativamente más lipólisis que los quesos producidos con quimosina recombinante. Adicionalmente, es posible que la Lipoproteína lipasa de la leche (LPL) ejerza una acción lipolítica en el queso, ya que, el queso Paipa debe ser elaborado con leche cruda y en estas condiciones la LPL se encontraría activa (Thierry *et al.*, 2017). Asimismo, los géneros de BAL *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus* y

*Lactobacillus* presentes durante toda la maduración del queso Paipa (Figura 8) están relacionados con la liberación de ácidos grasos cadena corta (C2 – C6) (Yvon, M., 2006), de la misma forma, las levaduras de los géneros *Debaryomyces*, *Cryptococcus* y *Kluyveromyces* presentes en el queso Paipa podrían incidir en la lipólisis del queso (Binetti *et al.*, 2013). El presente estudio no evaluó la lipólisis de los quesos Paipa y solo se cuenta con un estudio sobre lipólisis, pero elaborado con quesos fuera del territorio de la DO, por lo tanto, más estudios son requeridos para determinar el grado de lipólisis y sus impactos sobre las características e identidad sensorial en los quesos Paipa elaborados en el territorio bajo las condiciones tradicionales de la DO.

Durante la maduración del queso Paipa se observaron cambios significativos en todos los parámetros de color evaluados tanto en el núcleo como en la corteza (Tabla 9), sin embargo, los cambios de color durante el periodo de maduración fueron más fuertes en la corteza, donde L\* disminuyó 27.6%, a\* aumentó 3.1%, b\* aumentó 11.0%, IB\* disminuyó 27.3%, IA\* aumentó 43.4% y FP\* disminuyó 31.8%. Por su parte, el núcleo del queso Paipa presentó los siguientes cambios durante la maduración, L\* disminuyó 11.4%, a\* aumentó 0.3%, b\* aumentó 8.6%, IB\* disminuyó 13.5%, IA\* aumentó 21% y FP\* disminuyó 12.9% (Tabla 9). Los cambios de color se muestran con mayor fuerza en el queso Paipa (día uno) si se compara con un queso de características fisicoquímicas, proceso y tiempos de maduración similares como el queso minas de Brasil fresco (L\*= 97, b\*= 11) (Rocha *et al.*, 2020), posiblemente asociado a las características de dieta de las vacas productoras de leche de territorio de la DO del queso Paipa basada principalmente en forraje fresco de libre pastoreo (Verdier *et al.*, 2005). Los datos de color del queso Paipa sin madurar (día uno) son similares a los reportados para otros quesos frescos de vaca (L\*= 86, b\*= 27) (Sandoval *et al.*, 2016), y es más amarillo y opaco comparado con quesos frescos de cabra (L\*= 98, b\*= 1.8) (Delgado, González, Cava, & Ramírez, 2012) debido a que las vacas transfieren altos niveles de carotenoides del alimento a la leche, mientras que las cabras no lo hacen, en consecuencia, el queso elaborado con leche de vaca es más amarillo que los elaborados con leche de otras especies (Kalac, 2011). La disminución de la luminosidad del queso (L\*) impacta directamente los parámetros, IB\* y FP\*, y el aumento en b\* impacta sobre el aumento en el IA\*. Se podría decir que el queso Paipa pasa de tonos blancos y brillantes a tonos más amarillos y opacos. Estos cambios

pueden ser asociados a la cantidad de lípidos presente en el queso Paipa (elaborado con leche entera) (capítulo 28), a la deshidratación de la corteza y oxidación de los lípidos durante la maduración (Hong, Wendorff & Bradley, 1995), a la pérdida de humedad durante la maduración (Álvarez *et al.*, 2007), a la sal aplicada durante el proceso de amasado que disminuye  $L^*$  (Guinee & Fox, 2017). Así mismo, existen microorganismos presentes en la microbiota del queso Paipa estudiado que se asocian con cambios en el color tales como *Staphylococcus* (Bockelmann *et al.*, 2005), *Corynebacterium* y el género de levaduras *Debaryomyces* (Mounier *et al.*, 2017), el efecto de los pigmentos carotenoides de estos microorganismos pueden estar aumentando  $a^*$ ,  $b^*$  y el  $IA^*$  en el queso Paipa.

Los datos de textura instrumental mostraron que el queso Paipa estudiado presentó cambios significativos entre el día uno y el día 15 de maduración en los parámetros de fracturabilidad (aumentó 290%), dureza (aumentó 308%), elasticidad (disminuyó 180%) y cohesividad (disminuyó un 5%) (Tabla 10). El aumento de la fracturabilidad y la dureza en los quesos en general se relaciona con la pérdida de humedad, con la reducción del contenido de lípidos, con el bajo nivel de proteólisis y con la disminución del pH (Farkye & Guinee, 2017), debido a que el queso Paipa estudiado varió muy poco su pH, se clasificó como un queso graso (52.7%) (tabla 6) y su proteólisis fue de apenas 13.3% de nitrógeno soluble a pH 4.4 en su punto más alto (Tabla 8), considerándose relativamente baja comparada con otros quesos como Cheddar (20%), Tilsit (24%), Parmigiano Reggiano (34%) o Gorgonzola (45%) (Ardö *et al.*, 2017), se podría afirmar que la principal razón del aumento de la dureza es la pérdida de humedad y la baja proteólisis (Farkye & Guinee, 2017). El queso Paipa estudiado presentó una mayor dureza comparado con quesos latinoamericanos con similares características como el queso Minas (49 N) (Pena-Serna, Barretto & López, 2016) o el queso Chihuahua (24 N) (Gutiérrez, Trancoso & Leal, 2013). Por su parte, la elasticidad tiende a disminuir con la maduración del queso (Drake & Delahunty, 2017), su disminución se relaciona con el aumento proporcional de la grasa del queso (Farkye & Guinee, 2017), con la pérdida de humedad por contracción de la matriz de paracaseína y con el efecto que causa el pH sobre la matriz de paracaseína (Ong *et al.*, 2017). De la misma manera que en el apartado de dureza, la variable que más cambió durante la maduración del queso Paipa fue la humedad (Tabla 6), por lo que

podemos asociar como principal causa de la pérdida de elasticidad a la pérdida de humedad del queso Paipa. De la misma manera, en lo referente a cohesividad, las variables que más se relacionan con su disminución son la humedad, el pH y el contenido lipídico del queso (Ong *et al.*, 2017), el alto contenido lipídico del queso Paipa estudiado se podría relacionar con una menor caída en los valores de cohesividad durante su maduración. Los valores de elasticidad y cohesividad son similares a los reportados para el queso Añejo del Estado de México (0.34 y 0.13 respectivamente) (Hernández *et al.*, 2010) y son inferiores con respecto a otros quesos tradicionales de Latinoamérica como el queso Oaxaca (0.45 y 0.2 respectivamente) (Sandoval *et al.*, 2016) o el queso Minas (0.9 y 0.7 respectivamente) (Buriti, Rocha & Saad, 2005). La baja cohesividad y elasticidad del queso Paipa conlleva a que los valores de masticabilidad y gomosidad no se incrementen significativamente como los de dureza. De acuerdo con lo descrito, la marcada pérdida de humedad del queso Paipa durante su maduración parece ser la razón principal de los cambios en los parámetros de textura. Por lo que se requieren más estudios para determinar los cambios en el contenido de humedad del queso en otras cavas de maduración del territorio, con otros productores (determinar diferencias en el saber hacer del territorio) y en diferentes épocas del año para definir las características de textura del queso Paipa con DO.

## **Conclusiones**

Se evaluó la evolución de las características fisicoquímicas y microbiológicas de un lote de queso Paipa durante sus 30 días de maduración, el cual fue elaborado por un productor tradicional en el territorio de la DO. Muchas de las características fisicoquímicas descritas por la resolución de DO del queso Paipa no coinciden con lo encontrado en el lote de quesos estudiado, por lo que se debería estudiar más productores en diferentes épocas del año para definir las características fisicoquímicas y microbiológicas del queso Paipa con DO. El proceso de elaboración del queso Paipa inició con una leche no apta microbiológicamente para elaborar un queso de leche cruda con un periodo corto de maduración. De la misma manera, la leche usada cumplía mínimamente con los requerimientos composicionales (grasa y proteína) y su perfil de ácidos grasos es la estructura básica del perfil de ácidos grasos

del queso. El queso Paipa mostró un proceso de maduración caracterizado por una actividad proteolítica en los primeros 21 días de maduración y una estabilidad del perfil de ácidos grasos durante su maduración con pequeñas variaciones en los ácidos grasos de cadena corta, posiblemente asociado a una formación de compuestos volátiles. El queso Paipa redujo significativamente su humedad durante la maduración e impactó los parámetros de color, textura y contenido de microorganismos. El estudio evidenció que el queso Paipa presenta una microbiota compuesta principalmente por BAL mesófilas, *Corynebacterium*, *Enterobacterias* y levaduras del género *Debaryomyces* y *Candida*. Esta combinación de microorganismos es determinante en la expresión de atributos sensoriales derivados de las diferentes reacciones bioquímicas durante la maduración del queso. El queso Paipa y la leche usada para su elaboración presentaron alto contenido de patógenos; así pues, para garantizar la inocuidad del queso Paipa, se deberán realizar estudios adicionales para evaluar el límite máximo de microorganismos indicadores de calidad que pueden estar presentes en la leche cruda y definir estrategias relacionadas con el ordeño y transporte de la leche que permitan cumplir con los requerimientos microbiológicos en leche y en el queso. El presente estudio permitió ampliar el conocimiento de la riqueza de microorganismos presentes en los quesos tradicionales de leche cruda, así como del comportamiento de los variables fisicoquímicas durante la maduración de este tipo de productos. De la misma manera, se espera que los datos aportados en el presente documento sirvan de insumo para proponer alternativas de mejoramiento de la inocuidad del queso Paipa y del desarrollo de su valor de marca a partir de sus características diferenciales.

## Referencias

- Akie Kamimura, B., De Filippis, F., Anderson, S. S., & Ercolini, D. (2019). Large-scale mapping of microbial diversity in artisanal Brazilian cheeses. *Food Microbiology*, 80, 40–49. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fm.2018.12.014](https://doi.org/10.1016/j.fm.2018.12.014)
- Álvarez, S., Rodríguez, V., Ruiz, E., & Fresno, M. (2007). Correlaciones de textura y color instrumental con la composición química de quesos de cabra canarios. *Arch. Zootec.*, 56(1), 663–666. Retrieved from

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49509952>

- Amico, D. J. D., & Donnelly, C. W. (2010). Microbiological quality of raw milk used for small-scale artisan cheese production in Vermont: Effect of farm characteristics and practices. *Journal of Dairy Science*, 93, 134–147. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2426>
- Anelli, P., Haidukowski, M., Epifani, F., Cimmarusti, M. T., Moretti, A., Logrieco, A., & Susca, A. (2019). Fungal mycobiota and mycotoxin risk for traditional artisan Italian cave cheese. *Food Microbiology*, 78, 62–72. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2018.09.014>
- Ardö, Y., McSweeney, P.L.H., Magboul, A.A., Upadhyay, V.K., & Fox, P.F. (2017). Biochemistry of Cheese Ripening: Proteolysis. In P. L. H. Mcsweeney, P. F. Fox, P. D. Cotter, & D. W. Everett (Eds.), *Cheese. Chemistry, Physics & Microbiology* (Fourth, pp. 445–480). London: Elsevier. Retrieved from <https://www.elsevier.com/books-and-journals>
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2012). Acidity of milk. Titrimetric method. *Official methods of analysis. 19th ed.* (G. W. Latimer, Ed.). (AOAC 947.05-1947). Gaithersbu.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2010). Fat (total, Saturated, and Unsaturated) in foods. Hydrolytic extraction gas chromatographic method. *Official methods of analysis. 18th ed.* (G. W. Latimer, Ed.). (AOAC 996.06-1996). Gaithersbu.
- Baars, T. (2019). Chapter 4. Regulations and Production of Raw Milk. In *Raw Milk: Balance Between Hazards and Benefits* (Elsevier 1st ed., pp. 65–90). Frick, Switzerland. <https://doi.org/10.1016/B978-D-12810530-6.00004-3>
- Belsito, P. C., Ferreira, M. V. S., Cappato, L. P., Cavalcanti, R. N., Vidal, V. A. S., Pimentel, T. C., ... Cruz, A. G. (2017). Manufacture of Requeijão cremoso processed cheese with galactooligosaccharide. *Carbohydrate Polymers*, 174, 869–875. <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.07.021>
- Binetti, A., Carrasco, M., Reinheimer, J., & Suárez, V. (2013). Yeasts from

- autochthonal cheese starters: technological and functional properties. *Journal of applied microbiology*, 115(2), 434–444. <https://doi.org/10.1111/jam.12228>
- Bockelmann, W., Willems, K.P., Neve, H., Heller, K.H., 2005. Cultures for the ripening of smear cheeses. *Int. Dairy J.* 15, 719–732.
- Buriti, C. A. F., Rocha, J. S., & Saad, M. I. S. (2005). Incorporation of *Lactobacillus acidophilus* in Minas fresh cheese and its implications for textural and sensorial properties during storage. *International Dairy Journal*, 15, 1279–1288. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2004.12.011>
- Caggia, C., De Angelis, M., Pitino, I., Pino, A., & Randazzo, C. L. (2015). Probiotic features of *Lactobacillus* strains isolated from Ragusano and Pecorino Siciliano cheeses. *Food Microbiology*, 50, 109–117. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2015.03.010>
- Carvalho, M. de M., Fariña, L. O., Strongin, D., Ferreira, C. L. L. F., & Lindner, J. D. D. (2020). Traditional Colonial-type cheese from the south of Brazil: A case to support the new Brazilian laws for artisanal cheese production from raw milk. *Journal of Dairy Science*, 102(11), 1–16. <https://doi.org/doi.org/10.3168/jds.2019-16373>
- Castellanos-Rozo, J., Pulido Pérez, R., Grande, M. J., Lucas, R., & Gálvez, A. (2020). Analysis of the Bacterial Diversity of Paipa Cheese (a Traditional Raw Cow's Milk Cheese from Colombia) by High-Throughput Sequencing. *Microorganisms*, 8(218), 1–12. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8020218>
- Cole, J. R., Wang, Q., Fish, J. A., Chai, B., Mcgarrell, D. M., Sun, Y., Kuske, C. R. (2013). Ribosomal Database Project: data and tools for high throughput rRNA analysis. *Nucleic Acids Research*, 42(November), D633–D642. <https://doi.org/10.1093/nar/gkt1244>
- Cotter, P. D., & Beresford, T. P. (2017). Microbiome Changes During Ripening. In P. D. C. and D. W. E. Paul L.H. McSweeney, Patrick F. Fox (Ed.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (4th ed., pp. 389–410). Cork, Ireland: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417012-4.00012-0>
- Curtin, A., Gobbetti, M., McSweeney, P.L.H., 2002. Peptidolytic, esterolytic and amino

- acid catabolic activities of selected bacterial strains from the surface of smear cheese. *Int. J. Food Microbiol.* 76, 231–240. [10.1016/s0168-1605\(02\)00015-6](https://doi.org/10.1016/s0168-1605(02)00015-6)
- D'Amico, D. J., & Donnelly, C. W. (2017). Chapter 22. Growth and Survival of Microbial Pathogens in Cheese. In *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (4th ed., pp. 573–594). Cork, Ireland: Elsevier.
- De Noni, I., & Battelli, G. (2008). Terpenes and fatty acid profiles of milk fat and “Bitto” cheese as affected by transhumance of cows on different mountain pastures. *Food Chemistry*, 109, 299–309. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.12.033>
- Delgado, F. J., González-Crespo, J., Cava, R., & Ramírez, R. (2012). Changes in microbiology, proteolysis, texture and sensory characteristics of raw goat milk cheeses treated by high-pressure at different stages of maturation. *LWT - Food Science and Technology*, 48(2), 268–275. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.03.025>
- Deshpande, V., Wang, Q., Greenfield, P., Charleston, M., Porrás-Alfaro, A., Kuske, C. R., Tran-Din, N. (2017). Fungal identification using a Bayesian classifier and the Warcup training set of internal transcribed spacer sequences training set of internal transcribed spacer sequences. *Mycologia ISSN*, 118(1), 1–5. <https://doi.org/10.3852/14-293>
- Dobson, A. D. W. (2017). Mycotoxins in Cheese. In P. L. H. Mcsweeney, P. F. Fox, P. D. Cotter, & D. W. Everett (Eds.), *Cheese. Chemistry, Physics & Microbiology* (Fourth, pp. 595–602). London: Elsevier. Retrieved from <https://www.elsevier.com/books-and-journals>
- Drake, M.A., Delahunty C.M. (2017). Sensory Character of Cheese and Its Evaluation. In P. L. H. Mcsweeney, P. F. Fox, P. D. Cotter, & D. W. Everett (Eds.), *Cheese. Chemistry, Physics & Microbiology* (Fourth, pp. 595–602). London: Elsevier. Retrieved from <https://www.elsevier.com/books-and-journals>.
- Escobar-Zepeda, A., Sanchez-flores, A., & Quirasco, M. (2016). Metagenomic analysis of a Mexican ripened cheese reveals a unique complex microbiota. *Food Microbiology*, 57, 116–127. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2016.02.004>
- Essel, E., Xie, J., Deng, C., Peng, Z., & Wang, J. (2019). Bacterial and fungal diversity

- in rhizosphere and bulk soil under different long-term tillage and cereal/legume rotation. *Soil & Tillage Research*, 194(November), 1–11. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104302>
- Everard, C. D., Callaghan, D. J. O., Mateo, M. J., Castillo, M., Payne, F. A., & Donnell, C. P. O. (2011). Effects of milk composition, stir-out time, and pressing duration on curd moisture and yield. *Journal of Dairy Science*, 94, 2673–2679. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3575>
- Everett, D.W., Guinee, T.P., Johnson, M.E. (2014). Cheese structure and functionality. In: *The Importance of NaCl in cheese Manufacture and Ripening of Cheese. Special Issue of the International Dairy Federation SI-1401*, IDF Brussels, pp. 30–41.
- Fagan, C.C., O'Callaghan D.J, Mateo, M.J., Dejmek, P. The Syneresis of Rennet-Coagulated Curd. In P. L. H. Mcsweeney, P. F. Fox, P. D. Cotter, & D. W. Everett (Eds.), *Cheese. Chemistry, Physics & Microbiology* (Fourth, pp. 145–177). London: Elsevier. Retrieved from <https://www.elsevier.com/books-and-journals>
- Falardeau, J., Keeney, K., Trmčić, A., Kitts, D., & Wang, S. (2019). Farm-to-fork profiling of bacterial communities associated with an artisan cheese production facility. *Food Microbiology*, 83(April), 48–58. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fm.2019.04.002>
- Farkye, N. Y., & Guinee, T. P. (2017). Low-Fat and Low-Sodium Cheeses. In P. L. H. McSweeney, P. F. Fox, P. D. Cotter, & D. Everett (Eds.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (Fourth, pp. 699–714). London: Elsevier. Retrieved from <https://www.elsevier.com/books-and-journals>
- Fréтин, M., Martin, B., Rifa, E., Isabelle, V., Pomiès, D., Ferlay, A., Delbès, C. (2018). Bacterial community assembly from cow teat skin to ripened cheeses is influenced by grazing systems. *Scientific Reports*, 200(8), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-18447-y>
- Fricker, M., Skånseng, B., Rudi, K., Stessl, B., & Ehling-schulz, M. (2011). Shift from farm to dairy tank milk microbiota revealed by a polyphasic approach is independent from geographical origin. *International Journal of Food Microbiology*, 145(March), 24–30. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.08.025>

- Giannino, M. L., Marzotto, M., Dellaglio, F., & Feligini, M. (2009). Study of microbial diversity in raw milk and fresh curd used for Fontina cheese production by culture-independent methods. *International Journal of Food Microbiology*, *130*, 188–195. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.01.022>
- González Ariceaga, C. C., Inam Afzal, M., Umer, M., Abbas, S., Ahmad, H., Sajjad, M., ... Cailliez-Grimal, C. (2019). Physicochemical, Sensorial and Microbiological Characterization of PoroCheese, an Artisanal Mexican Cheese Made from Raw Milk. *Foods*, *8*(509), 1–14. <https://doi.org/doi:10.3390/foods8100509>
- Guinee, P.T., & Fox P.F. Salt in Cheese: Physical, Chemical and Biological Aspects. In P. L. H. McSweeney, P. F. Fox, P. D. Cotter, & D. Everett (Eds.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (Fourth, pp. 317–363). London: Elsevier. Retrieved from <https://www.elsevier.com/books-and-journals>
- Gunasekaran, S., & Mehmet, M. (2003). *Cheese Rheology and Texture* (1st ed.). CRC Press. Washington, D.C. Retrieved from: [www.crcpress.com](http://www.crcpress.com)
- Gutiérrez-Méndez, N., Trancoso-Reyes, N., & Leal-Ramos, M. (2013). Texture profile analysis of Fresh cheese and Chihuahua cheese using miniature cheese models. *Tecnociencia Chihuahua*, *VII* (2), 65–74.
- Guzzon, R., Carafa, I., Tuohy, K., Cervantes, G., Verneti, L., Barmaz, A., ... Franciosi, E. (2017). Exploring the microbiota of the red-brown defect in smear-ripened cheese by 454-pyrosequencing and its prevention using different cleaning systems. *Food Microbiology*, *62*(1107), 160–168. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2016.10.018>
- Herlemann, D. P. R., Labrenz, M., Jurgens, K., Bertilsson, S., Waniek, J. J., & Andersson, A. F. (2011). Transitions in bacterial communities along the 2000 km salinity gradient of the Baltic Sea. *The ISME Journal*, *5*, 1571–1579. <https://doi.org/10.1038/ismej.2011.41>
- Hernandez-Morales, C., Hernandez-Montes, A., Aguirre-Mandujano, E., & Villegas-DeGante, A. (2010). Physicochemical, microbiological, textural and sensory characterization of Mexican Añejo cheese. *International Journal Of Dairy Technology*, *63*(4), 552–560. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2010.00615.x>

- Hong, C. M., Wendorff, W. L., & Bradley, R. L. (1995). Effects of packaging and lighting on pink discoloration and lipid oxidation of annatto-colored cheeses. *Journal of Dairy Science*, 78(May), 1896–1902. [https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(95\)76814-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(95)76814-X)
- Horne, D.S., & Lucey J.A. (2017). Rennet-Induced Coagulation of Milk. In P. L. H. Mcsweeney, P. F. Fox, P. D. Cotter, & D. W. Everett (Eds.), *Cheese. Chemistry, Physics & Microbiology* (Fourth, pp. 445–480). London: Elsevier. Retrieved from <https://www.elsevier.com/books-and-journals>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2007a). Norma Técnica Colombiana. Microbiología de alimentos y alimentos para animales. método horizontal para el recuento de estafilococos coagulasa positiva (*Staphylococcus aureus* y otras especies). (NTC 4779). Bogotá D.C, Colombia.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2007b). Norma Técnica Colombiana. Microbiología de alimentos y de alimentos para animales. Método horizontal para el recuento de coliformes o *Escherichia coli* o ambos. Técnica de recuento de colonias utilizando medios fluorogénicos o cromogénicos. (NTC 4458): Bogotá D.C, Colombia.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2009). Norma Técnica Colombiana. Productos Lácteos. Queso. (NTC 750). Bogotá D.C. Colombia.
- Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2015). *Valores medios mensuales de temperatura y humedad relativa de la estación 24035170 Tanguavita en el municipio de Paipa, Boyacá*. Paipa, Boyacá. Retrieved from <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1537/2/Anexo A.pdf.pdf>
- International Organization for Standardization (ISO). (1998). Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the enumeration of mesophilic lactic acid bacteria. Colony-count technique at 30°C. (15214:1998). Genève, Switzerland. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:15214:ed-1:v1:en>
- International Organization for Standardization (ISO). (2006). Milk. Enumeration of somatic cells. Part 2: Guidance on the operation of fluoro-opto-electronic counters.

(13366-2:2006). Genève, Switzerland.

International Organization for Standardization Standard (ISO). (2004a). Milk. Determination of nitrogen content. Part 3: Block-digestion method. (8968-3/IDF20-3:2004). Genève, Switzerland. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:8968:-3:ed-1:v1:en>

International Organization for Standardization (ISO). (2004b). Cheese and processed cheese - Determination of the total solids content (5534/IDF4:2004). Genève, Switzerland. <https://www.iso.org/standard/63977.html>

International Organization for Standardization (ISO). (2008a). Cheese. Determination of fat content. Van Gulik method, second edition (3433/IDF222:2008). Geneva, Switzerland. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:3433:ed-2:v2:en>

International Organization for Standardization (ISO). (2008b). Rennet caseins and caseinates - Determination of ash (5545/IDF90:2008). Genève, Switzerland. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:5545:ed-2:v1:en>

International Organization for Standardization (ISO). (2011). Cheese and processed cheese. Determination of the nitrogenous fractions. (27871/IDF224:2011). Genève, Switzerland. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:27871:ed-1:v1:en>

International Organization for Standardization (ISO). (2013a). Milk. Bacterial count. Protocol for the evaluation of alternative methods. (16297:2013). Genève, Switzerland.

International Organization for Standardization (ISO). (2013b). Milk and liquid milk products. Guidelines for the application of mid-infrared spectrometry. (9622:2013). Genève, Switzerland

International Organization for Standardization (ISO). (2013c). Microbiology of the food chain. Horizontal method for the enumeration of microorganisms. Part 1: Colony count at 30 degrees C by the pour plate technique. (4833-1:2013). Genève, Switzerland.

International Organization for Standardization (ISO). (2017a). Microbiology of the food chain. Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of

Salmonella. Part 1: Detection of Salmonella spp. (6579-1:2017). Genève, Switzerland.

International Organization for Standardization (ISO). (2017b). Microbiology of the food chain. Horizontal method for the detection and enumeration of *Listeria monocytogenes* and of *Listeria* spp. Part 1: Detection method (11290-1:2017). Genève, Switzerland.

Irlinger, F., Helinck, S., & Jany, J. L. (2017). Secondary and Adjunct Cultures. In P. L. H. McSweeney, P. F. Fox, P. D. Cotter, & D. Everett (Eds.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (Fourth, pp. 273–300). London: Elsevier. Retrieved from <https://www.elsevier.com/books-and-journals>

Kalac, P. (2011). The effects of silage feeding on some sensory and health attributes of cow's milk: A review. *Food Chemistry*, 125, 307–317. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.08.077>

Licitra, G., Caccamo, M. & Lortal, S. (2019) 'Artisanal Products Made with Raw Milk'. In *Raw Milk: Balance Between Hazards and Benefits* (Elsevier 1st ed., pp. 175–222). Frick, Switzerland. <https://doi.org/10.1016/B978-D-12810530-6.00004-3>

Lobos-Ortega, I., Revilla, I., González-Martín, M. I., Hernández-Hierro, J. M., Vivar-Quintana, A., & González-Pérez, C. (2012). Conjugated Linoleic Acid Contents in Cheeses of Different Compositions During Six Months of Ripening. *Czech J. Food Sci*, 30(3), 220–226.

Matallana-Ventura, S. (1951). Prensado de quesos. *Hojas Divulgadoras* (Vol. 21–51). Ministerio de Agricultura, Servicio de capacitación y Propaganda: Madrid.

McAuliffe, O. (2017). Genetics of Lactic Acid Bacteria. In P. L. H. Mcsweeney, P. F. Fox, P. D. Cotter, & D. W. Everett (Eds.), *Cheese. Chemistry, Physics & Microbiology* (Fourth, pp. 227–248). London: Elsevier. Retrieved from <https://www.elsevier.com/books-and-journals>

Medina, M., & Nuñez, M. (2017). Cheeses From Ewe and Goat Milk. In P. L. H. Mcsweeney, P. F. Fox, P. D. Cotter, & D. W. Everett (Eds.), *Cheese. Chemistry, Physics & Microbiology* (Fourth, pp. 1069–1091). London: Elsevier. Retrieved from

<https://www.elsevier.com/books-and-journals>

- Metz, M., Sheehan, J., & Feng, P. C. H. (2020). Use of indicator bacteria for monitoring sanitary quality of raw milk cheeses – A literature review. *Food Microbiology*, 85, 1–11. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fm.2019.103283>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Resolución 000017. Por el cual se establece el sistema de pago de la leche cruda al proveedor (2012). Bogotá D.C. Colombia.
- Ministerio de Salud. Resolución 01804. Por la cual se modifica la Resolución No 02310 de 1986, (24 de febrero) que reglamenta parcialmente el título V de la Ley 09 de 1979, 67 § (1989). Bogotá D.C. Colombia.
- Molimard, P., Spinner, H.E. (1996). Review: compounds involved in the flavor of surface mould-ripened cheeses: origins and properties. *J. Dairy Sci.* 79, 169–184. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(96\)76348-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(96)76348-8)
- Moneim E. Sulieman, A., Mohamed, R. A., & Abdel Razig, K. A. (2012). Production and Effect of Storage in the Chemical Composition of Mozzarella Cheese. *International Journal of Food Science and Nutrition Engineering*, 2(3), 21–26. <https://doi.org/10.5923/j.food.20120203.02>
- Mounier, J., Coton, M., Irlinger, F., Landaud, S., & Bonnarne, P. (2017). Smear-Ripened Cheeses. In P. L. H. McSweeney, P. F. Fox, P. D. Cotter, & C. D. Everett (Eds.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (Fourth, pp. 955–996). London: Elsevier. Retrieved from <https://www.elsevier.com/books-and-journals>
- Murugesana, S., Reyes-Mata, M. P., Nirmalkarab, K., Chavez-Carbajal, A., Juárez-Hernández, J. I., Torres-Gómez, R. E., García-Mena, J. (2018). Profiling of bacterial and fungal communities of Mexican cheeses by high throughput DNA sequencing. *Food Research International*, 113(November), 371–381. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.07.023>
- Neira-Bermudez, E., & DeSilvestri-Saade, J. A. (2006). Análisis del proceso de ordeño y de la calidad higiénica de la leche utilizada en la fabricación del queso Paipa en el municipio de Paipa (Boyacá), Colombia. *Revista de Investigación Universidad La*

*Salle*, 6(2), 163–170.

Nickerson, S. C. (2012). Mastitis Therapy and Control. Management Control Options. In J. W. Fuquay, P. F. Fox, & P. L. H. McSweeney (Eds.), *Encyclopedia of dairy sciences* (second, pp. 429–434). San Diego: Elsevier. Retrieved from [www.elsevier.com](http://www.elsevier.com)

O'Sullivan, O., & Cotter, P. D. (2017). Microbiota of Raw Milk and Raw Milk Cheeses. In *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (4th ed., pp. 301–316). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417012-4.00012-0>

Ong L., Lawrence R.C, Gilles J., Creamer L.K., Crow V.L., Heap H.A., Honoré C.G., Johnston K.A., Samal P.K., Powell I.B., Gras S.L. (2017). Cheddar Cheese and Related Dry-Salted Cheese Varieties. In P. L. H. McSweeney, P. F. Fox, P. D. Cotter, & D. Everett (Eds.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (Fourth, pp. 201–226). London: Elsevier. Retrieved from <https://www.elsevier.com/books-and-journals>

Pappa, E., Kondyli, E., & Samelis, J. (2019). Microbiological and biochemical characteristics of Kashkaval cheese produced using pasteurised or raw milk. *International Dairy Journal*, 89, 60–67.

Pardini Gontijo, M. T., de Sousa Silva, J., Pereira Vidigal, P. M., & Prado Martin, J. G. (2020). Phylogenetic distribution of the bacteriocin repertoire of lactic acid bacteria species associated with artisanal cheese. *Food Research International*, 128, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108783>

Parente, E., Cogan, T. M., & Powell, I. B. (2017). Starter Cultures: General Aspects. In P. L. H. McSweeney, P. F. Fox, P. D. Cotter, & D. Everett (Eds.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (Fourth, pp. 201–226). London: Elsevier. Retrieved from <https://www.elsevier.com/books-and-journals>

Pena-Serna, C., Barretto Penna, A. L., & Lopes Filho, J. F. (2016). Zein-based blend coatings: Impact on the quality of a model cheese of short ripening period. *Journal of Food Engineering Journal*, 171, 208–213. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.10.039>

- Prandini, A., Sigolo, S., & Piva, G. (2011). A comparative study of fatty acid composition and CLA concentration in commercial cheeses. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24, 55–61. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2010.04.004>
- Rocha, R. S., Silva, R., Guimarães, J. T., Balthazar, C. F., Pimentel, T. C., Neto, R. P. C., Cruz, A. G. (2020). Possibilities for using ohmic heating in Minas Frescal cheese production. *Food Research International*, 131(January), 1–9. <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109027>
- Sandoval-Copado, J., Orozco-Villafuerte, J., Pedrero-Fuehrer, D., & Colín-Cruz, M. A. (2016). Sensory profile development of Oaxaca cheese and relationship with physicochemical parameters. *Journal of Dairy Science*, 99, 7075–7084. <https://doi.org/doi.org/10.3168/jds.2015-10833>
- Schloss, P. D., Westcott, S. L., Ryabin, T., Hall, J. R., Hartmann, M., Hollister, E. B., Weber, C. F. (2009). Introducing mothur: Open-Source, Platform-Independent, Community-Supported Software for Describing and Comparing Microbial Communities. *Applied and Environmental Microbiology*, 75(23), 7537–7541. <https://doi.org/10.1128/AEM.01541-09>
- Seguel, G., Keim, J. P., Vargas-Bello-Pérez, E., Geldsetzer-Mendoza, Carolina Ibáñez, R. A., & Alvarado-Gilis, C. (2020). Effect of forage brassicas in dairy cow diets on the fatty acid profile and sensory characteristics of Chanco and Ricotta cheeses. *Journal of Dairy Science*, 103(Jan), 228–241. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17167>
- Superintendencia de industria y comercio (SIC). (2011). Por la cual se decide la solicitud de protección de la denominación de origen del queso Paipa (Resolución 70802). Bogotá. Colombia
- Sugrue, I., Tobin, C., Ross, R. P., Stanton, C., & Hill, C. (2019). Foodborne Pathogens and Zoonotic Diseases. In *Raw Milk* (pp. 259–272). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-810530-6.00012-2>
- Tavares, T., & Malcata, F. X. (2019). Alternative Dairy Products Made with Raw Milk. In *Raw Milk* (pp. 223–234). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-810530-6.00010-9>

- Thierry, A., Collins, Y. F., Mukdsi, M. C. A., McSweeney, Paul L.H. Wilkinson, M. G., & Spinnler, H. E. (2017). Lipolysis and Metabolism of Fatty Acids in Cheese. In P. L. H. McSweeney, P. F. Fox, P. D. Cotter, & D. Everett (Eds.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (pp. 423–444). London: Elsevier. Retrieved from <https://www.elsevier.com/books-and-journals>
- Till, B. E., Huntington, J. A., Posri, W., Early, R., Taylor-Pickard, J., & Sinclair, L. A. (2019). Influence of rate of inclusion of microalgae on the sensory characteristics and fatty acid composition of cheese and performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *102*(12), 1–22.
- Trmčić, A., Chauhan, K., Kent, D. J., Ralyea, R. D., Martin, N. H., Boor, K. J., & Wiedmann, M. (2016). Coliform detection in cheese is associated with specific cheese characteristics, but no association was found with pathogen detection. *Journal of Dairy Science*, *99*, 6105–6120. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11112>
- Uniacke-Lowe, T., & Fox, P.F. (2017). Chymosin, Pepsins and Other Aspartyl Proteinases: Structures, Functions, Catalytic Mechanism and Milk-Clotting Properties. In P. L. H. Mcsweeney, P. F. Fox, P. D. Cotter, & D. W. Everett (Eds.), *Cheese. Chemistry, Physics & Microbiology* (Fourth, pp. 445–480). London: Elsevier. Retrieved from <https://www.elsevier.com/books-and-journals>
- Usgame-Fagua, K.G., García-Torres, A.M; Rojas-Morales, C.I., Medina-Vargas, O.J. (2022). The influence of milk-clotting enzymes on the lipid composition and organoleptic properties of semimatured cheeses. *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, v. 20, n. 1, 2022, p. xx-xx. Doi: <https://doi.org/10.18684/bsaa.v.n.2022.1827>
- Van Asselt, E. D., van der Fels-Klerx, H. J., Marvin, H. J. P., van Bokhorst-van de Veen, H., & Nierop Groot, M. (2017). Overview of Food Safety Hazards in the European Dairy Supply Chain. *Comprehensive Reviews In Food Science and Food Safety*, *16*, 59–75. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12245>
- Verdier-Metz, I., Martin, B., Pradel, P., Albouy, H., Hulin, S., Montel, M.-C., Coulon, J.-B. (2005). Effect of grass-silage vs. hay diet on the characteristics of cheese: interactions with the cheese model. *Lait* *85*, 469–480.

- Villegas-DeGante, A., Cervantes-Escoto, F., Cesín-Vargas, A., Espinoza-Ortega, A., Hernandez-Montes, A., Santos-Moreno, A., & Martínez-Campos, A. R. (2014). *Atlas de los quesos mexicanos genuinos*. (Editorial del Colegio de Postgraduados, Ed.) (Primera). Montecillo, Texcoco, Estado de México.
- Villegas-DeGante, A., Lozano-Moreno, O., & Cervantes-Escoto, F. (2015). *Valorización de los quesos mexicanos genuinos. Conocimiento, degustación, acompañamiento y gastronomía*. (Editorial del Colegio de Postgraduados Colegio, Ed.) (Primera). Montecillo, Texcoco, Estado de México.
- Vyhmeister, S., Geldsetzer-mendoza, C., Medel-marabolí, M., Fellenberg, A., Vargas-Bello-Pérez, E., & Ibáñez, R. A. (2019). Influence of using different proportions of cow and goat milk on the chemical, textural and sensory properties of Chanco – style cheese with equal composition. *LWT - Food Science and Technology*, 112(May), 1–8. <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.124>
- Wolfe, B.E., Button, J.E., Santarelli, M., Dutton, R.J., 2014. Cheese Rind Communities Provide Tractable Systems for In Situ and In Vitro Studies of Microbial Diversity. *Cell* 158, 422–433. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.cell.2014.05.041>
- Yvon, M. (2006). Key enzymes for flavour formation by lactic acid bacteria. *Australian journal of dairy technology*, 61(2), 88.

## 7. CAPÍTULO III. CALIDAD DIFERENCIAL LIGADA AL TERRITORIO DEL QUESO PAIPA EN EL MARCO DE SU DECLARACIÓN DE PROTECCIÓN COMO DENOMINACIÓN DE ORIGEN

**Objetivo Específico:** Identificar los factores naturales y humanos que inciden en la calidad diferencial del queso Paipa en el marco de su declaración de protección como denominación de origen.

### Resumen

La calidad de un producto agroalimentario puede ser vista desde dos diferentes ópticas: calidad vertical y calidad horizontal. En el caso de productos tradicionales como el queso Paipa, la calidad se sustenta en sus atributos diferenciadores ligados al territorio, estos son una serie de características que parten de una construcción social en la que convergen diferentes elementos que conforman la tipicidad del producto denominados en conjunto *calidad diferencial ligada al territorio*. El queso Paipa está protegido como DO desde el 2011, no obstante, el documento de protección como DO presenta una serie de imprecisiones técnicas en la descripción de la calidad vertical y horizontal del producto, y en el conocimiento de los atributos y características de la calidad diferencial del queso Paipa, este último se encuentra ligado al saber hacer local de los productores y está cifrado en un conocimiento tácito ancestral. Por lo tanto, a fin que los actores vinculados a la producción logren coordinar y cooperar para establecer los códigos de práctica que serán usados para dar garantía de la calidad diferencial del producto, se requiere identificar la calidad diferencial ligada al territorio a partir del conocimiento presente en la zona protegida como DO. Para lograrlo se usó como marco de referencia la resolución 070802 de 2011 de protección como DO y se complementó con información primaria recolectada en el territorio. Los resultados mostraron que las condiciones geográficas, históricas y culturales que se encuentran en los municipios de Paipa y Sotaquirá en el departamento de Boyacá ha favorecido la expresión de características específicas en la leche y han brindado condiciones particulares para la maduración del queso Paipa. El vínculo histórico del producto/territorio está fundamentado en el arraigo de la

actividad productiva y se soporta en el saber hacer específico que los actores del territorio vinculados a la producción del queso Paipa emplean y han mantenido para conservar la tradición y tipicidad del producto.

**Palabras clave:**

Calidad vertical, calidad horizontal, producto típico, dimensión geográfica, dimensión histórica, dimensión cultural.

**Introducción**

La calidad en sí misma es un concepto de difícil definición. Se encuentra determinada por los contextos socioeconómicos, políticos y culturales y está soportada por un conjunto de propiedades que permiten identificar los productos, sin implicar necesariamente connotación de excelencia (Aranda, Gómez & Ramos, 2014). En lo que refiere a la calidad de los productos agroalimentarios puede ser vista desde diferentes perspectivas y a la vez como el conjunto de todas ellas (Ablan De Flórez, 2000). La definición de la calidad es determinante para generar estrategias de valorización de los alimentos con calidad vinculada al origen, y esta es un punto común los diferentes enfoques de desarrollo endógeno en los que se destaca el desarrollo rural con enfoque territorial (Schejtman & Berdegúe, A., 2004). Un alimento puede convertirse en el emblema de la cultura e historia de un determinado territorio, convirtiéndose en un patrimonio gastronómico, generando un vínculo entre alimento y territorio (Espeitx, 2008). Este vínculo tiene la posibilidad de ser usado para generar valor de mercado ya que los consumidores muestran cada vez más interés en la calidad vinculada al origen geográfico, las tradiciones y la tipicidad (Vandecandelaere *et al.*, 2010). En respuesta a estas transformaciones en los patrones de consumo, los productores se han adaptado para satisfacer las preferencias de segmentos de mercado que cada día demandan atributos de valor diferencial asociados a los alimentos (Sanz & Macías, 2008). El grado de exigencia de los consumidores respecto de los productos alimentarios se ha elevado en virtud del aumento de la información disponible, y diversificado ante la oferta de una gran variedad de productos. La demanda por productos agroalimentarios con atributos de valor diferencial muestra

una tendencia creciente (De-Magistris & Gracia, 2016). Por lo tanto, la identificación de las características que determinan la calidad diferencial de los alimentos atribuibles al territorio de origen es importante para desarrollar sus mercados y potencializar al territorio con el cual establece su simbiosis, siendo necesario identificar en qué se soporta la calidad del alimento como punto de partida para los procesos de valorización del producto. Esta valorización solo aparece cuando usando la reputación y reconocimiento del producto los actores logran emprender acciones colectivas que conduzcan a romper las asimetrías de información y en consecuencia logren que el consumidor distinga y valore el producto con calidad ligada al territorio como un bien de categoría superior sobre los demás de su categoría, surgiendo la disponibilidad a pagar precios “premium” por estos productos. En el caso del queso Paipa, con los resultados de los dos objetivos anteriores se evidenció que el producto cuenta con una serie de atributos sensoriales, fisicoquímicos y microbiológicos diferenciales y que no están contemplados por su resolución de DO, estos elementos podrían ser usados junto con su vínculo al territorio como instrumentos de generación de valor de marca del producto y del territorio (Villegas *et al.*, 2015). Por lo anterior, el objetivo del presente estudio consistió en identificar los factores naturales y humanos que inciden en la calidad diferencial del queso Paipa, como insumo para fortalecer el documento que reglamenta su protección como DO, para aclarar los códigos de práctica que usaran los actores en legítimo interés de usar la DO como elemento de diferenciación y en consecuencia para desarrollar el valor de marca del producto.

### **Materiales y métodos**

El método de investigación del presente capítulo fue cualitativo y descriptivo. Se buscó comprender desde el interior del territorio, cuáles son los factores naturales y humanos que intervienen en las características de calidad diferencial del queso Paipa.

### **Recolección de información base sobre factores naturales y humanos**

Para identificar las características relacionadas con la calidad diferencial del queso Paipa se realizó una revisión de literatura con el fin de identificar los aspectos geográficos, históricos y culturales que son más relevantes del territorio y que

posiblemente impactan en la calidad diferencial del queso (Vandecandelaere *et al.*, 2009).

De igual forma, se usó como marco de referencia la resolución 070802 de 2011 de protección como denominación de origen y se complementó con información primaria recolectada en el territorio (Poméon, 2007). Para recolectar la información primaria se utilizaron las herramientas de observación participante en la zona de producción y entrevistas semiestructuradas a informantes clave de acuerdo a lo descrito por (Kawulich, 2005).

### **Diseño metodológico**

El estudio se dividió en tres partes, 1) reconocimiento del territorio y socialización del proyecto, 2) elaboración y validación de instrumentos y 3) realización de las encuestas y recorrido por el territorio de la DO. Este estudio fue aprobado por el comité de bioética de la sede de investigaciones universitarias CBE-SIU (acta de aprobación 20-15-891 del 4 de marzo de 2020) (anexo 1).

En la primera parte se realizó un reconocimiento del territorio de la DO (municipios de Paipa y Sotaquirá) para identificar los principales productores de queso Paipa y las diferentes variables (factores naturales y humanos) que pueden impactar en la calidad diferencial del queso. Se realizó una primera reunión en la ciudad de Paipa con el objetivo de socializar el proyecto, en la cual participaron la totalidad de productores de queso Paipa identificados por la alcaldía de Paipa, alcaldía de Sotaquirá y asociación de productores AsoquesoPaipa. A esta reunión también asistieron representantes de la gobernación de Boyacá, Crepib, alcaldía de Paipa y alcaldía de Sotaquirá.

En la segunda parte del estudio se construyó y validó una encuesta semiestructurada, contando con el apoyo de expertos del Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR) de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex). Se definieron tres dimensiones principales que componen la calidad diferencial ligada al territorio: Personas (Factores Humanos), Territorio (Factores Naturales) y Producto (características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas) (Vandecandelaere *et al.*, 2009). Posteriormente, se realizó una prueba piloto con uno de los productores y se realizaron los ajustes necesarios al instrumento.

En la tercera parte del estudio se realizó un recorrido por el territorio, asistiendo a plantas y lugares estratégicos relacionados con el origen o con la calidad diferencial del queso como las montañas donde se ubican los hatos lecheros y los lugares de proceso, entre otros. De los 22 productores de queso Paipa identificados y que participaron en la socialización del proyecto, 16 aceptaron participar voluntariamente en las entrevistas semiestructuradas (anexo 2).

### **Análisis de los datos**

Se realizó un análisis de las respuestas de las entrevistas para homogeneizar los datos y estandarizar las variables. Los datos obtenidos se analizaron con estadística descriptiva usando una plantilla de Excel de elaboración propia, se comparó la información obtenida con la revisión de literatura, en especial, con la resolución de DO y finalmente se culminó la triangulación de la información con la observación participante realizada en cada una de las unidades productivas. De los resultados obtenidos se identificaron los factores naturales y humanos que impactan en la calidad diferencial ligada al territorio del queso Paipa, y que se espera complementen la información ya disponible en la resolución de DO y sean empleados en la construcción de códigos de práctica del producto.

### **Resultados y Discusión**

El queso Paipa es un producto alimentario que ostenta un sello de calidad diferencial ligada al Territorio (Denominación de Origen). Este producto debería cumplir con dos tipos de calidades si quiere utilizar este distintivo para desarrollar rentas de especificidad a partir de su calidad diferencial: La calidad vertical que se sustenta en la estandarización y cumplimiento normativo de las variables objetivas de sus atributos fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales; y la calidad horizontal que se sustenta en variables cualitativas algunas de ellas subjetivas, de difícil medición derivadas del vínculo que tiene el queso con el territorio, estas últimas son especialmente importantes para generar un proceso de valorización de los productos típicos como el queso Paipa (Gómez *et al.*, 2006).

En los objetivos uno y dos del presente documento se definieron algunas de las características calidad vertical expresada en sus atributos sensoriales, fisicoquímicos y microbiológicos del queso Paipa. El presente capítulo se centró en describir los factores naturales y humanos que aporta el territorio a la calidad diferencial del queso Paipa, es decir, se hizo énfasis en la calidad horizontal del producto.

### **3.1. Calidad vertical de los quesos en Colombia**

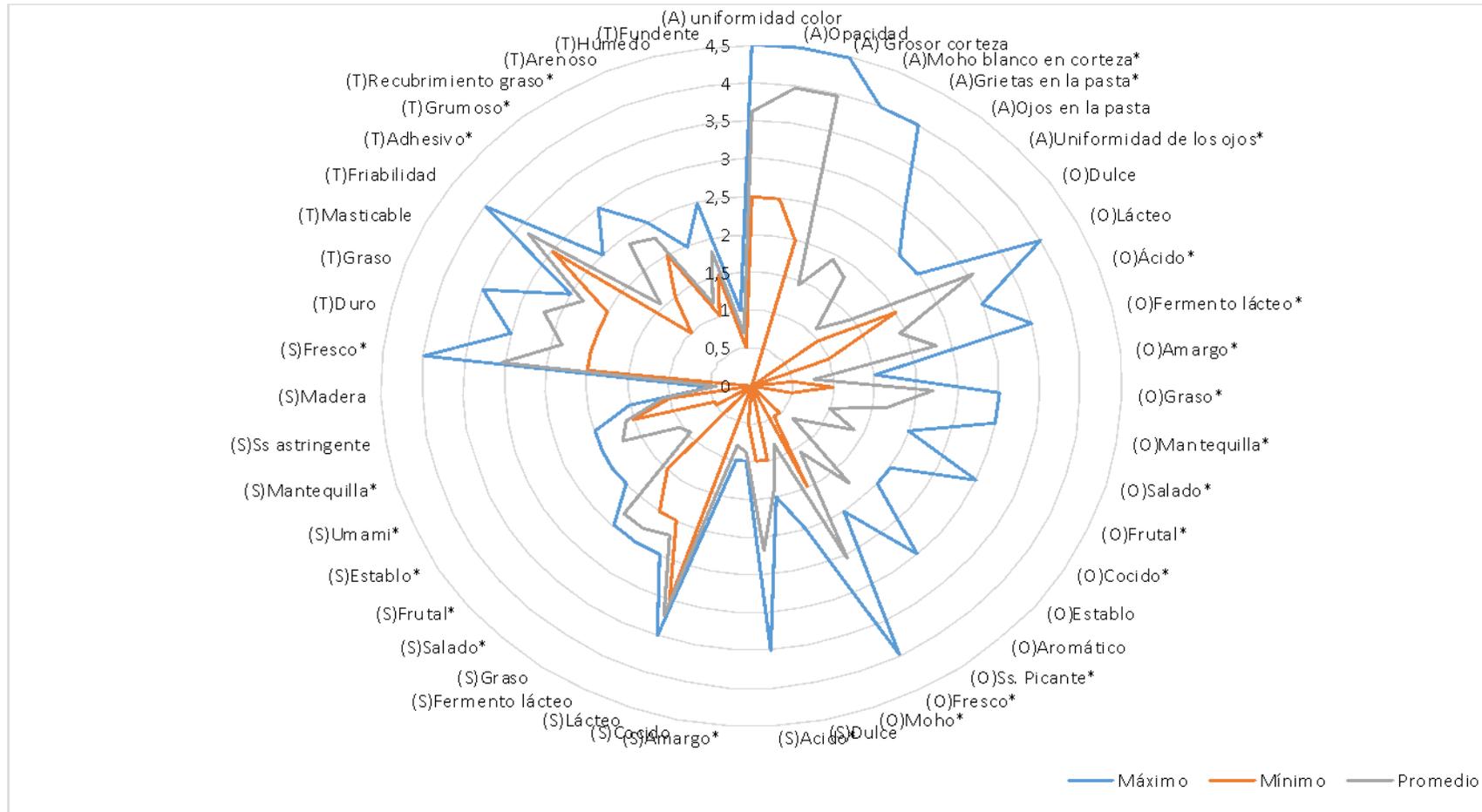
La Ley 9 de 1979 define el código sanitario nacional, y a través de la resolución 2310 de 1986 se regula el procesamiento, composición, requisitos, transporte y comercialización de los derivados lácteos (Ministerio de Salud, 1986), modificada por la resolución 1804 de 1989 en lo referente a quesos (Ministerio de Salud, 1989). El decreto 3075 de 1997 y la resolución 2674 de 2013 por los cuales se reglamenta lo referente al cumplimiento de las buenas prácticas de manufactura en la industria alimentaria nacional.

De acuerdo con la normatividad mencionada anteriormente, el queso Paipa debe cumplir con un tiempo de maduración de mínimo 30 días dado que es elaborado a partir de leche cruda (Ministerio de salud, 1986), lo cual es contrario a lo establecido en la resolución de protección como denominación de origen que plantea 21 días (Superintendencia de Industria y Comercio, 2011). De igual forma, el queso debe garantizar una composición mínima en términos de materia grasa y humedad y cumplir con estándares microbiológicos mínimos de ausencia de Coliformes fecales, *Staphylococcus coagulasa* positivo y *Salmonella* (Ministerio de Salud, 1989).

De acuerdo con el contenido de materia grasa y humedad del queso Paipa establecido en el manual de elaboración del queso Paipa publicado por la Universidad Nacional de Colombia (Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos & Programa Andino de Desarrollo Tecnológico para el Medio Rural, 1986), este debe clasificarse como un queso semigraso y semiduro (Ministerio de Salud, 1989). Este manual ha sido una herramienta valiosa para ligar la composición del queso Paipa con su historia, no obstante, las muestras de queso analizadas fueron tomadas en diferentes momentos de su fase de maduración sin indicar claramente dicha información; así mismo las muestras empleadas provenían de municipios que posteriormente no fueron incluidos

en la DO, sin analizar muestras de queso Paipa de Sotaquirá, municipio que hace parte del área geográfica protegida (Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos & Programa Andino de Desarrollo Tecnológico para el Medio Rural, 1986).

No obstante, en los hallazgos de la caracterización composicional del queso Paipa realizada durante su periodo de maduración (capítulo II) se encontró que en la actualidad existen quesos Paipa al interior del territorio de la DO producidos con los conocimientos tradicionales, donde la composición centesimal difiere de los valores reportados en la resolución de DO. Las diferencias en la caracterización fisicoquímica del queso Paipa con respecto a su DO se muestran en la Tabla 6 (Capítulo II, pg. 113). Otro aspecto relacionado con la calidad vertical del queso Paipa se encuentra relacionado con la definición de sus atributos sensoriales. La DO toma las características sensoriales del queso Paipa del estudio realizado por la Universidad Nacional de Colombia en 1986 (Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos & Programa Andino de Desarrollo Tecnológico para el Medio Rural, 1986) (ver marco teórico). Sin embargo, de acuerdo con los resultados del primer capítulo del presente estudio, el perfil sensorial del queso Paipa presenta una composición más compleja, principalmente relacionados con el uso de leche cruda y su proceso tradicional de elaboración. El queso Paipa presenta un perfil sensorial complejo conformado por 47 descriptores que representan su apariencia, olor, sabor y textura (Figura 13).



**Figura 13.** Intensidad de los descriptores sensoriales del queso Paipa. (A) = descriptores de apariencia; (O) = descriptores de olor; (S)= descriptores de sabor; (T)= descriptores de textura.

En lo que se refiere al tamaño y forma del producto, la DO indica que el queso Paipa tradicional es cilíndrico de 25 libras (12.5 Kg), aceptando también diez (5 Kg), seis (3 Kg), cuatro (2 Kg), dos (1 Kg) y una libra (0.5 Kg) y formas rectangulares en el de seis libras. De acuerdo con lo observado en el territorio, y con base en la información recopilada de los productores, el tamaño de 25 lb llamado “queso arrobero” se produjo masivamente en la década de los 70’s y 80’s, sin embargo, su producción fue disminuyendo progresivamente hasta extinguirse. En la actualidad, el tamaño más cercano al tradicional es cilíndrico de 15 lb (7.5 Kg aproximadamente) y es elaborado por 14 de los 22 productores identificados en el territorio, a partir de la década de los 90’s, el tamaño más comercializado es el cilíndrico de 1 lb. Las características fisicoquímicas, reológicas, microbiológicas y sensoriales del queso Paipa cambian con el tamaño del mismo (O’Sullivan & Cotter, 2017), principalmente asociado a la mayor o menor pérdida de humedad (Ver resultados Capítulo II); no se identifican referencias de estudios que hayan avanzado en analizar los cambios asociados a los diferentes tamaños del queso Paipa.

De otro lado, la calidad microbiológica del queso Paipa fue evaluada por la Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia, entre 2004 y 2008. Se demostró la presencia de microorganismos patógenos en la leche (Garay, 2006) y en el queso Paipa (Fadul & Marco, 2005; Neira & DeSilvestri, 2006). En el presente estudio (capítulos I y II) también se identificó la presencia de microorganismos patógenos en el queso y la leche, sin embargo, se encontró una gran diversidad de poblaciones bacterianas y fúngicas relacionadas con el mejoramiento de la calidad sensorial en quesos madurados y con posibles efectos probióticos (Capítulo II, Figuras 7-12, pg. 120-126).

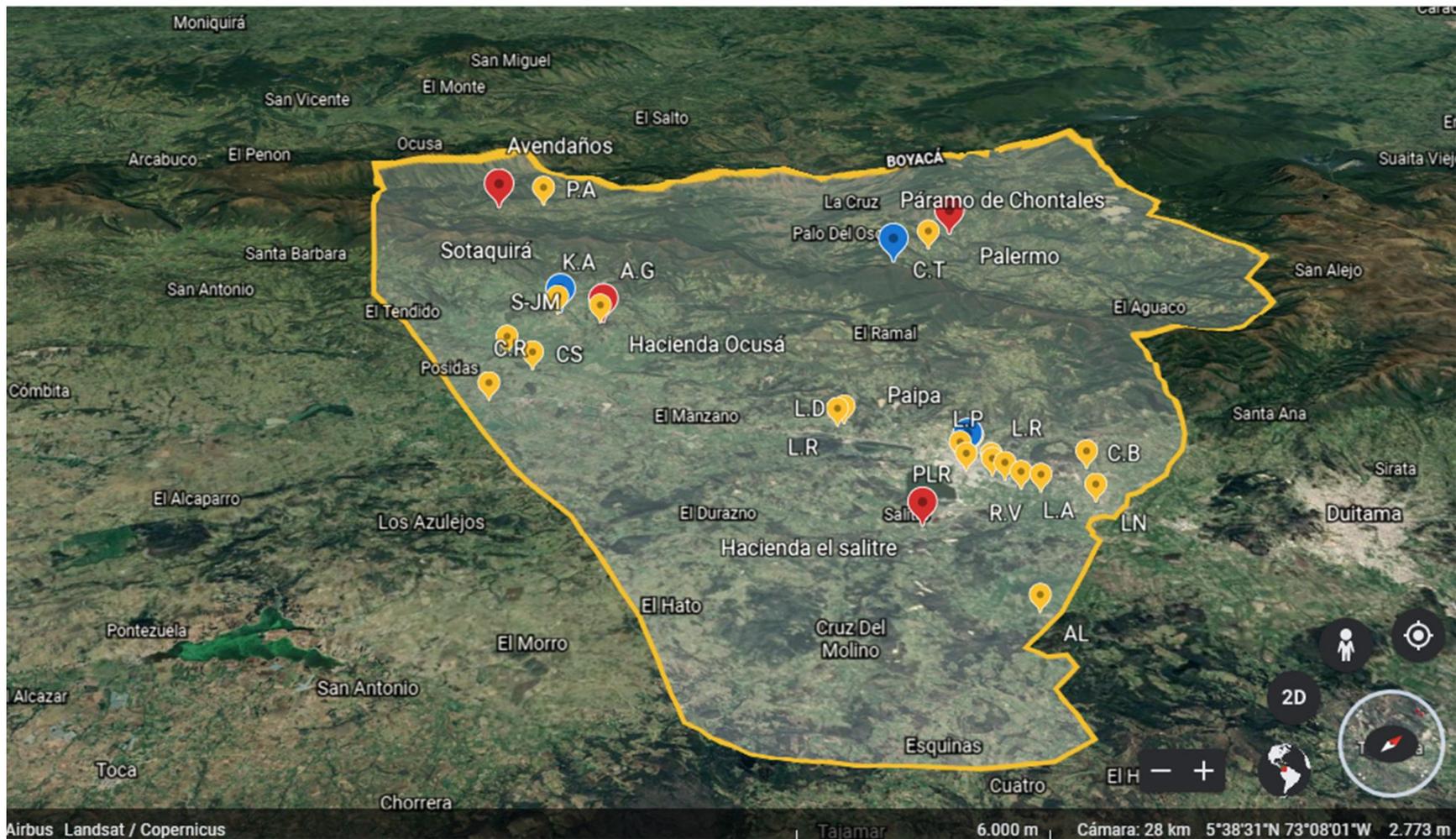
Con base en los resultados presentados por los diferentes estudios se puede apreciar que la presencia de microorganismos patógenos provenientes de la leche cruda es una de las mayores limitantes para el cumplimiento de los requisitos mínimos que garanticen la inocuidad del producto y el cumplimiento normativo sanitario. La presencia de estos, además de representar un potencial riesgo de salud pública, puede generar miedo e incertidumbre en el consumidor con la consecuente afectación en la pérdida de valor de marca de la DO (Villafuente, Gómez & De Haro, 2012).

### **3.2 Calidad horizontal del queso Paipa**

La calidad horizontal de un producto agroalimentario con DO como el queso Paipa está estrechamente ligado su tipicidad y ésta a su vez se relaciona con el vínculo entre el producto y el territorio (Aranda, 2015; Champredonde & González, 2016). La definición de producto típico no es definitiva todavía, sin embargo, para efectos de este trabajo se tomó el concepto aportado por (Caldentey & Gómez, 1996) que asocia a las características diferenciales del producto agroalimentario con su territorio de origen, reconociendo sus costumbres, su cultura y su historia. La calidad horizontal se relaciona con la identidad del producto, y, por ende, sus características son subjetivas y se deriva en general de las preferencias de los consumidores por los atributos simbólicos del producto (Muchnik, 2009). Para establecer una aproximación a la calidad horizontal del queso Paipa se analizó su vínculo con el territorio desde tres diferentes dimensiones 1) geográfica, 2) histórica y 3) cultural (Gómez, Santos & Caldentey, 2006). Con esta aproximación se identificaron además los factores naturales y humanos presentes el territorio que impactan en su calidad diferencial.

#### **3.2.1. Factores naturales y humanos relacionados con la dimensión geográfica del territorio**

La dimensión geográfica del territorio se abordó a partir de lo que establece la DO del queso Paipa. La resolución de DO describe el área protegida en las coordenadas 5°60'-5°97'N y 73°00'-73°33'W (Superintendencia de Industria y Comercio, 2011), sin embargo, los municipios de Paipa y Sotaquirá se encuentran enmarcados en las coordenadas 5°40'-5°55'N y 73°03'-73°16'W, estas coordenadas deben ajustarse en la resolución de DO del queso Paipa para delimitar con exactitud el área protegida. A pesar de las diferencias en las coordenadas, se entiende que la protección como DO hace referencia al área comprendida por los municipios de Paipa y Sotaquirá. La ubicación de las plantas y el área de los dos municipios se describen en la Figura 14. La identificación de los factores naturales y humanos que influyen en la calidad diferencial del producto se hizo sobre el área representada en la Figura 14.



**Figura 14.** Ubicación espacial de los productores de queso Paipa en el territorio (Puntos amarillos), zonas asociadas con el origen (Puntos rojos) y Puntos de referencia como parque de Paipa y Sotaquirá y páramo de chontales (Puntos azules).

La DO describe los factores naturales que intervienen en la calidad diferencial del queso Paipa como 1) zona geográfica (clima, suelos y pastos) y 2) características de la leche.

De acuerdo con la observación del territorio y con las entrevistas realizadas a los productores se determinó que la zona geográfica de la resolución DO cuenta con imprecisiones técnicas en la descripción de la geografía, clima, coordenadas entre otras que deben ser corregidas con el propósito de fortalecer la definición de la DO y desarrollar el valor de marca del producto. Así, por ejemplo, se propone una definición nueva de la dimensión geográfica del territorio que describa los factores naturales de los municipios de Paipa y Sotaquirá de la siguiente manera:

La región protegida de la denominación de origen del queso Paipa cuenta con una geografía montañosa, con un ecosistema de bosque seco montano bajo, una altura promedio de 2550 msnm, considerándose región de clima frío. Presenta una cadena montañosa de páramos que asciende hasta los 3500 msnm y atraviesa el territorio de oriente a occidente, la cual es la principal fuente de producción de agua para los dos municipios de la DO y debe estar protegida. La humedad relativa promedio debería ser considerada entre 60% - 86%, la temperatura promedio debería ser considerada entre 13°C - 17°C (Datos promedio de la Estación Tunguavita 24035170 del municipio de Paipa) (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2015), las precipitaciones anuales deberían describirse entre los 960 y 1309 mm con régimen de lluvias bimodal, donde las temporadas de lluvia van de marzo a junio y de agosto a noviembre (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1996).

Según la percepción de los productores de queso Paipa, el factor lluvia impacta considerablemente la calidad del queso. Durante los meses de sequía (verano), el queso madura más rápido y adquiere un color más intenso, asociado principalmente a la composición de la materia grasa de la leche en estos meses y a las condiciones de menor humedad relativa y mayor temperatura de los cuartos de maduración. El área de producción de queso Paipa se ubica en la cordillera oriental a tan solo 5° latitud norte sobre la línea del ecuador, lo que genera condiciones de horas luz poco variables y muy pocos cambios en el clima a lo largo de todo el año comparado con países estacionales. Dado que los productores de queso se ubican entre los 2500 y los 2800 msnm, las condiciones de temperatura durante la maduración del queso son

similares, sin embargo, la variación en la ventilación durante el proceso de maduración modifica ampliamente la humedad relativa y la temperatura de los cuartos de maduración, y con ello, las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del producto final (Capítulos I y II), las diferentes condiciones de humedad relativa y temperatura para la maduración del queso Paipa varía considerablemente entre los productores, lo cual, puede estar generando una amplia heterogeneidad de los descriptores sensoriales del queso Paipa (Figura 13). La definición y regulación de las condiciones de maduración del queso al interior del territorio a partir del saber hacer de los productores es indispensable para lograr construir la identidad del producto con DO.

Por otro lado, el municipio de Paipa ha sido reconocido históricamente por tener una fuente de aguas termales como resultado de su formación volcánica en el complejo volcánico Paipa-Iza (Bernet *et al.*, 2016). De acuerdo con las entrevistas realizadas a los productores, este tipo de suelos generan un impacto sobre la calidad del forraje usado para la producción de leche, sobre las características sensoriales de la leche usada para la producción de queso Paipa y sobre su calidad diferencial. Según los productores de queso, existe una asociación positiva con la leche producida en lugares con formaciones montañosas de origen volcánico en el sur del municipio de Paipa y una asociación negativa con la leche producida en las zonas de termales con alto contenido de azufre. A futuro, el consejo regulador de la Denominación de Origen deberá implementar un programa de experimentación, definición y regulación de las áreas de pastoreo de los animales destinados a la producción de leche para elaborar queso Paipa.

Otro elemento importante del área geográfica de la DO es la división espacial que ejerce el páramo de chontales sobre el territorio, encontrándose dos zonas: una zona (norte) eminentemente rural en la que se encuentra el corregimiento de Palermo del municipio de Paipa y la vereda Avendaños en el municipio de Sotaquirá, esta zona se caracteriza por tener una producción típica campesina, en esta zona se mantiene gran parte de la tradición y contiene una gran riqueza material (recursos naturales) e inmaterial (cultura campesina); y otra zona en el sur del territorio (rural y urbana) en donde se encuentran las cabeceras municipales de Paipa y Sotaquirá, esta zona expresa las adaptaciones empresariales del proceso tradicional del queso Paipa con

la normatividad de la industria de los alimentos (Figura 14), estas dos zonas de producción del queso Paipa presentan diferentes expresiones del saber-hacer, por lo que la definición de los factores humanos del queso puede ser diferente para cada lugar. De acuerdo con los relatos de los productores del corregimiento de Palermo (zona norte), la separación física con el área urbana donde se encontraba localizado el antiguo mercado hizo que los pobladores empezaran a madurar sus quesos como medio alternativo para conservar la leche producida y así poder transportar una mayor cantidad de producto al mercado, que por lo general era semanal.

El corregimiento de Palermo y la vereda Avendaños son reconocidos por algunos productores como el origen del queso Paipa ya que allí se encontraba el antiguo camino virreinal (paso rancherías) (Figura 14) que comunicaba el departamento de Boyacá con el departamento de Santander (Vivas & Albesiano, 2017). El corregimiento de Palermo es reconocido históricamente por la calidad de la leche producida, y en general, los productores de queso Paipa asocian positivamente la calidad de su leche con la obtención de un buen queso Paipa.

La separación física que ejerce el páramo de chontales sobre los corregimientos de Palermo y Avendaños, y las expresiones culturales asociadas a la maduración del queso y a la historia de origen son insumos fundamentales para la construcción de los factores humanos asociados a la calidad horizontal del queso Paipa. Por otro lado, la ubicación actual de la mayoría de las plantas de producción de queso Paipa identificadas en la zona protegida de la DO se relaciona con la ruta 55, carretera doble calzada que lleva a la capital del país (Bogotá) (Figura 14), posiblemente asociado a que éste ha sido y es el principal mercado del queso Paipa. Las adaptaciones empresariales que han realizado estos productores durante generaciones también deberían ser reconocidas como parte de los factores humanos del territorio.

Dentro de la dimensión geográfica del territorio también se agruparon otros factores naturales como los forrajes y la leche producida en la zona protegida.

En lo que se refiere a forrajes, si bien la información descrita en la DO coincide con información sobre los forrajes más usados en lechería en la zona andina de Colombia (Carulla *et al.*, 2004) y con lo observado en el territorio; se deberían incluir dos forrajes que históricamente han estado en la zona y han sido representativos para la

producción láctea de la región como la alfalfa (*Medicago sativa*) y la falsa poa (*Holcus lanatus*). En adición, la DO contempla la utilización de suplementos alimenticios para la alimentación del ganado dependiendo de la época del año, sin especificar qué tipo de suplementos. No obstante, la mayoría los productores de queso que fueron entrevistados indicaron que la utilización de ensilajes o alimentos fermentados en la alimentación del ganado tenía un impacto negativo sobre las características sensoriales del queso, y, por tanto, este tipo de leche no debería ser usada para producir queso Paipa. La alimentación del ganado es una de las variables relacionada con los factores naturales más importantes que incide en la calidad sensorial del queso Paipa, por lo que la definición del tipo de alimentación que se le debe suministrar al ganado usado para la producción de leche es una de las principales tareas pendientes en el establecimiento de las reglas de uso de la DO.

En cuanto a la leche, de acuerdo con la observación en campo, se pudo determinar que las fincas productoras de leche se encuentran localizadas entre 2300 y 3000 msnm. El pasto que predomina es el kikuyo con menor proporción trébol rojo, trébol blanco, rye grass, falsa poa, alfalfa y pastos nativos. El proceso de ordeño se realiza en su mayoría de forma manual, aunque también se pueden encontrar ordeño mecánico móvil y esporádicamente ordeño mecánico en sala. La rutina básica de ordeño consiste en agrupación de las vacas, maneio (amarrado de sus patas traseras) con soga de fibra plástica o de fique, limpieza de ubre y pezones, despunte (retiro de los primeros chorros de leche de cada pezón), ordeño en balde plástico o metálico, transferencia y filtrado de la leche a “cantina” de aluminio o plástica y desmaneado del animal. Es posible encontrar algunas variaciones en este proceso tales como el presellado de pezones (antes del ordeño) con soluciones yodadas o cloradas usadas en diferentes concentraciones, sellado de pezones (después del ordeño) con estas mismas soluciones o con soluciones de mayor concentración, uso de ternero al final del ordeño para “escurrir” (mamar la leche residual) y en algunos casos, uso de suplementos alimenticios en el momento del ordeño. Adicionalmente, el proceso de ordeño puede realizarse una (mañana) o dos veces (mañana y tarde) por día. La recolección de leche se realiza en los municipios de Paipa y Sotaquirá, aunque también se colecta en algunas veredas de municipios como Tuta y/o Duitama. Los productores de queso de pequeña escala que se autoabastecen de leche, realizan su rutina de ordeño y transportan de inmediato la leche al lugar donde se transforma en

queso Paipa. Los productores de mayor escala que compran leche de diferentes productores de leche establecen rutas de recolección lo que genera competencia entre productores de queso por la compra de leche en la zona DO, principalmente en los meses de diciembre y enero donde ésta se torna más agresiva debido a la escasez del fluido como consecuencia de condiciones climáticas como heladas y sequías. En las rutas de recolección de leche establecida, la leche se recolecta en horas de la mañana entre 06:00 y 10:00, y en su mayoría se hace en “cantinas” de aluminio, aunque también se usan de material plástico, aunque los productores más grandes cuentan con carro-tanques de acero inoxidable.

Los productores de queso Paipa que cuentan con registro Sanitario INVIMA (n=12) realizan análisis periódicos de antibióticos y adulterantes como agua o almidones, tomando muestras al azar. También se analiza la frescura de la leche en caso que se tenga sospechas de acidificación de ésta. Estos productores tienen establecidos protocolos para la recepción de leche donde se analizan presencia de adulterantes, calidad composicional, estabilidad proteica (prueba de alcohol), índice de refracción, densidad específica, acidez titulable, prueba de reductasa, adulterantes (peróxido de H, neutralizantes, almidones, cloruros), antibióticos, contenido de lípidos, proteína y sólidos totales. Adicionalmente, cada 15 días se toman muestras de leche enviadas a laboratorios de referencia para determinar la calidad composicional e higiénica de ésta y establecer el valor a pagar al productor por litro de leche.

De acuerdo con lo observado en el presente capítulo y en los objetivos uno y dos del presente documento, la leche usada para la producción de queso Paipa es el parámetro más importante de los factores naturales (alimentación y características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales) y de los factores humanos (proceso de ordeño y crianza del ganado) del queso Paipa. La calidad de la leche es determinante para que el queso cumpla con los requisitos mínimos de calidad microbiológica, por ello, la resolución DO deberá definir e incluir las características fisicoquímicas, higiénicas y sanitarias mínimas de la leche cruda que será usada para la obtención de un queso de calidad y deberá establecer un programa de cumplimiento de buenas prácticas de ordeño y de transporte de la leche cruda destinada para la producción de queso Paipa que permita el cumplimiento de los requerimientos de inocuidad en el producto final.

### **3.3.2. Factores naturales y humanos relacionados con la dimensión histórica del territorio**

El origen del queso Paipa fue asociado principalmente con la tradición y el saber hacer de las familias de la región que fabrican queso de manera artesanal como actividad productiva familiar desde el siglo XIX (Vivas & Albesiano, 2017). Se estima que, a principios de 1910, la producción, comercialización y consumo de queso curado era abundante, principalmente relacionado con los comerciantes que viajaban por los caminos reales del corregimiento de Palermo desde el municipio de Paipa al departamento de Santander. El origen del queso Paipa se asoció con en el camino comercial del corregimiento de Palermo del municipio de Paipa donde se encontraban establecimiento para la venta de chicha, mogolla y queso curado (queso Paipa) (Alcaldía de Paipa & Departamento Nacional de Planeación, 2010). De igual forma, su origen también se asoció a la importación de la raza normanda, pues se dice que inicialmente el queso Paipa era elaborado únicamente con leche de esta raza bovina y este tipo de leche era la que le confería al queso los atributos sensoriales por los cuales era reconocido. Su origen también ha sido ligado a la interacción entre personas europeas que transitaban por la región y las principales haciendas de los municipios de Paipa (hacienda el salitre) y Sotaquirá (hacienda Valparaíso) lo que permitió establecer la costumbre del queso madurado, extendiéndose posteriormente por toda la región (Agencia de cooperación internacional de Japón-JICA, 2010). Para 1940 existía oficialmente en el municipio de Paipa una fábrica de lácteos que elaboraba este tipo de queso y lo comercializaba en la región y en la capital del país con el nombre de queso curado (Alcaldía de Paipa & Departamento Nacional de Planeación, 2010); y en Sotaquirá existía la hacienda Valparaíso que elaboraba queso y lo llevaba al mercado de Paipa y a la estación del tren para enviarlo a Bogotá (principal mercado del queso Paipa). Finalmente, como el queso se comercializaba principalmente en el municipio de Paipa, éste adquirió el nombre del municipio y comenzó a denominarse “queso Paipa” (Vivas & Albesiano, 2017).

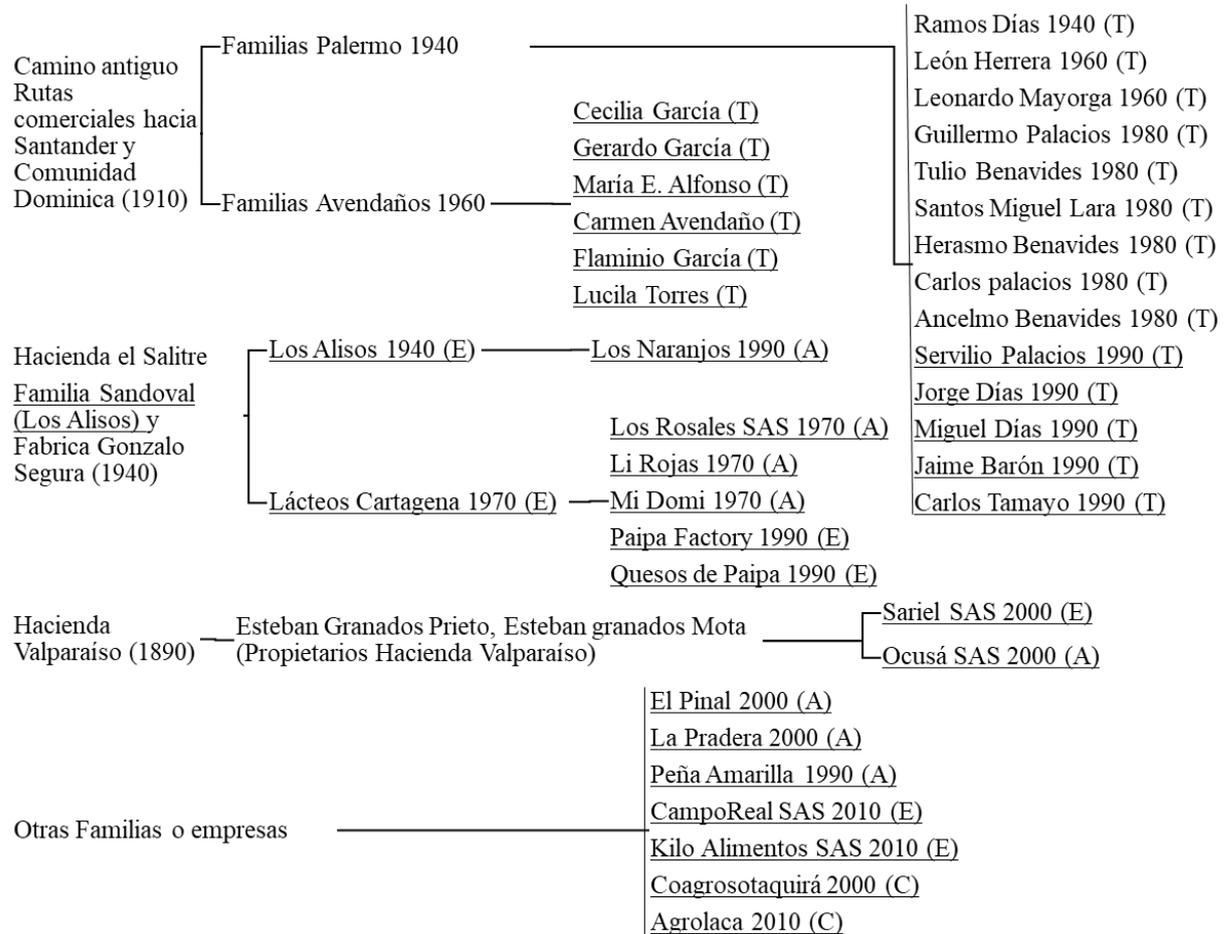
En el territorio de protección de origen del queso Paipa se distinguen cuatro grupos que tradicionalmente han estado vinculados a su producción: 1) las familias originarias del corregimiento de Palermo en Paipa y las familias originarias de la vereda Avendaños en Sotaquirá, 2) las familias Sandoval y posteriormente la familia Rojas en

Paipa, 3) la familia Granados-Campuzano descendientes directos de la Hacienda Valparaíso en Sotaquirá y 4) otros productores que de forma más reciente se han incorporado al sistema productivo. Dentro de estos cuatro grupos se destacan las familias del corregimiento de Palermo y de la vereda Avendaños, Sandoval, Granados-Campuzano y Rojas, que han permanecido por generaciones conservando el saber-hacer del proceso de elaboración del queso Paipa en sus diferentes sistemas productivos. A partir de la información recopilada, se estableció la genealogía del queso Paipa (Figura 15) de acuerdo con la metodología descrita por (Grass, Cervantes y Palacios, 2018).

La familia Sandoval y la familia Rojas están relacionadas, siendo la primera la más antigua en la producción de queso en el municipio de Paipa iniciando desde los años 40 aproximadamente, con una planta de queso que estuvo ubicada en el centro del pueblo. En la actualidad, el descendiente directo de esta familia, el señor César Sandoval, es propietario de “Lácteos los Alisos”. En 1950 el señor Narciso Rojas proveniente de Belén, Boyacá, llegó a trabajar en la elaboración del queso Paipa con la familia Sandoval. Allí aprendió el oficio, y posteriormente, estableció su propia empresa en 1967, “Lácteos Cartagena”. Los descendientes del señor Narciso Rojas aprendieron el oficio y es así como en la actualidad, su hijo, el señor Gustavo Rojas, actualmente continúa con la empresa en una estructura familiar. Los familiares de Narciso Rojas, Mario Rojas, Lilia Rojas y Gabriel Rojas formaron sus respectivas empresas llamadas “Los Rosales”, “Li Rojas” y “Quesos Paipa Factory”, respectivamente, y su cuñada Domitila Rojas formó también su empresa llamada “Lácteos Mi Domi”. En adición, la familia Cárdenas, propietaria de la empresa “Quesos de Paipa”, también hace parte de la familia Rojas al tener un vínculo familiar (esposos) con los Rojas. Por otro lado, también está el señor Guillermo Sánchez, quien fue trabajador de “Lácteos los Alisos” y posteriormente, estableció su propia empresa “Lácteos los Naranjos”, esta empresa se caracteriza por ser de producción artesanal con compra de materia prima a sus vecinos y comercialización local del queso Paipa.

Por su parte en Sotaquirá, la familia Granados-Campuzano inició la producción del queso Paipa en la hacienda Valparaíso con la quesería de esta hacienda. El señor Esteban Granados empezó con la quesería en 1890 aproximadamente, él es el bisabuelo de los señores Eduardo Campuzano (propietario de lácteos Sariel) y Álvaro

Granados (propietario de la empresa Ocusá) productores actuales de queso Paipa en Sotaquirá. La familia Granados es una de las familias más antiguas en la elaboración del queso Paipa y su producción presenta una naturaleza empresarial.



**Figura 15.** Genealogía de los productores de queso Paipa, se describe el nombre de la empresa y década aproximada de inicio de actividades, están subrayadas las unidades productivas que fabrican queso Paipa actualmente. A la izquierda se presenta el origen del saber-hacer, (T)= productores típicos campesinos, (A)= productores artesanales, (E)= empresas en donde el queso Paipa lo fabrican empleados capacitados y (C)= cooperativas de productores de leche que comenzaron a fabricar queso Paipa.

La dimensión histórica del territorio del queso Paipa no se encuentra descrita en los factores humanos de la resolución de DO, esta debería ser tenida en cuenta para construir la historia de origen del producto y se deben ampliar los estudios para determinar con exactitud el origen del saber-hacer y la trayectoria tecnológica de su producción.

### **3.3.3. Factores naturales y humanos relacionados con la dimensión cultural del territorio**

En el territorio de la denominación de origen del queso Paipa coexisten tres sistemas productivos, típico, artesanal y empresarial, con un amplio anclaje histórico y diferentes expresiones de atributos tangibles e intangibles que serán determinantes para la construcción de los factores humanos de su DO.

**Productores típicos:** este sistema se caracteriza por tener un estrecho anclaje a la cultura productiva campesina del corregimiento de Palermo en Paipa y de la vereda Avendaños en Sotaquirá (Figuras 14 y 15). Las familias de Palermo y Avendaños están relacionadas con el camino histórico que atraviesa el páramo de Chontales y se dirige al municipio de Gámbita en el departamento de Santander (Figura 14) y con la orden Dominica ubicada en la vereda Chinatá del municipio de Gambita Departamento de Santander (Figura 15). Este grupo se distingue por tener una estructura productiva de elaboración casera del queso, con abastecimiento de leche de la misma finca o de la vereda. Su producción es de pequeña escala, procesando desde 5 litros de leche por día hasta 120 litros por día. El tiempo de maduración del queso es de máximo una semana y se realiza en los zarzos de las casas o en una “zaranda”, la cual es un elemento tradicional para la maduración del queso Paipa que se compone de unos entrepaños de madera que no dan olor o sabor (roble, amarillo o recientemente pino seco curado) y está cubierta con malla de metal o con tela para proteger al queso de plagas como roedores o moscas, y al mismo tiempo, permitir la ventilación para la formación de la corteza. El proceso de maduración (tiempo y lugar) depende de las costumbres campesinas del día de mercado. La comercialización del producto se realiza en plazas de mercado, con intermediarios o en pequeños establecimientos locales de Paipa o Sotaquirá, donde el queso continúa su maduración almacenado en zarandas que también sirven de vitrina para que el consumidor seleccione el queso con la maduración que mejor se adapte a sus preferencias.

**Productores artesanales:** este grupo se caracteriza por que el propio productor elabora el queso Paipa y garantiza cada aspecto del proceso. Sus lugares y utensilios de producción han sido adaptados para cumplir con los requerimientos de la normatividad sanitaria y para eliminar riesgos laborales asociados a ergonomía y levantamiento de pesos encontrados en la producción del queso Paipa (Figura 15). El abastecimiento de leche suele ser propio o por compra a productores cercanos y su volumen de producción es variable, son de pequeña escala, procesando desde 20 litros de leche por día hasta 500 litros por día. Su comercialización puede variar, pero es común encontrar estos quesos en mercados campesinos o en restaurantes gourmet. Se caracterizan por tener un estrecho vínculo familiar e histórico con el territorio, encontrándose productores de Paipa y de Sotaquirá con más de 40 años de experiencia o de incorporación reciente, con gran conocimiento de sus procesos y con orgullo por su tradición y su cultura.

**Productores empresariales:** se caracteriza porque la elaboración del queso la realizan colaboradores contratados a partir de protocolos desarrollados por los productores propietarios (Figura 15). Su estructura productiva puede ser de pequeña escala (hasta 500 litros de leche procesada por día) o mediana escala (hasta 1200 litros de leche procesada por día), y el abastecimiento de leche puede ser por autoabastecimiento y a través de rutas recolectoras. Este tipo de productores han realizado adaptaciones industriales para cumplir con la normativa sanitaria y son los de mayor reconocimiento en el mercado, principalmente en Bogotá, estos productores también procesan otros quesos y no solo fabrican el queso Paipa. La comercialización del queso se realiza tanto en mercados locales como en grandes superficies a nivel nacional. En este grupo se encuentran empresas de incorporación reciente y empresas con gran trayectoria histórica y de transmisión del saber-hacer empresarial de generación a generación. Es el grupo más heterogéneo en lo que se refiere al tamaño de producción y grado de tecnificación, siendo que el volumen máximo de producción por empresa es de 1200 litros por día, por lo cual se considera que en el territorio no existen productores de gran escala. De acuerdo con los entrevistados, las actividades manuales del proceso impiden ampliar el volumen de producción.

En general, el sistema productivo del queso Paipa se compone de seis eslabones que interactúan entre sí en una matriz de instituciones formales (reglamentaciones

sanitarias, tributarias, entre otros) e informales (formas, tiempos y precios de pago de la leche y el queso, familias con trayectoria generacional, tamaños de las producciones, contactos políticos, ubicaciones geográficas, entre otros) (Carvajal, 2021). Los eslabones identificados en el sistema productivo son: 1) productores de leche, 2) intermediarios de leche formales e informales, 3) transformadores o productores de queso formales e informales, 4) intermediarios que compran el queso en el territorio y lo revenden por fuera de él, 5) puntos de venta y 6) consumidor final (Figura 16).

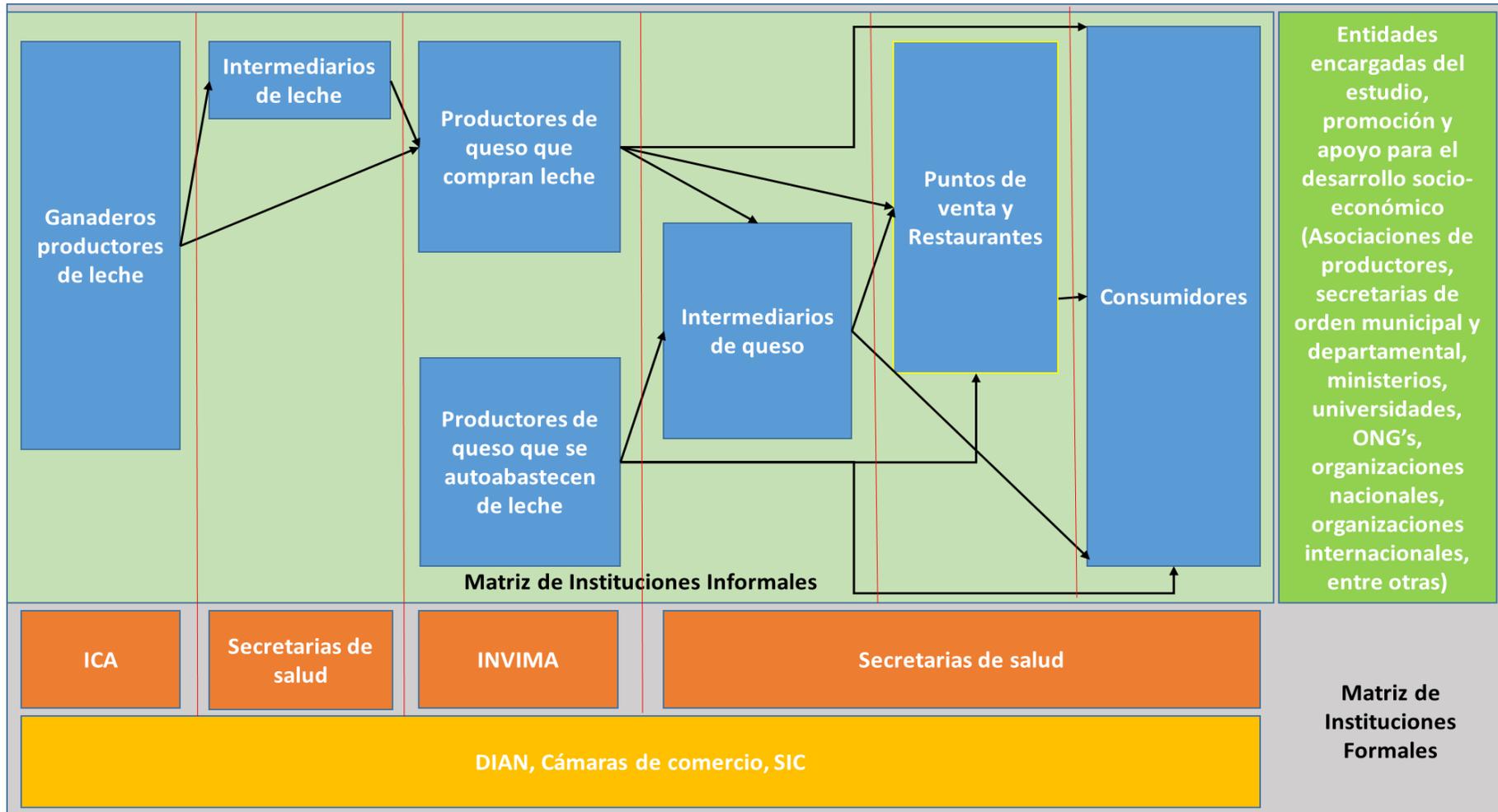
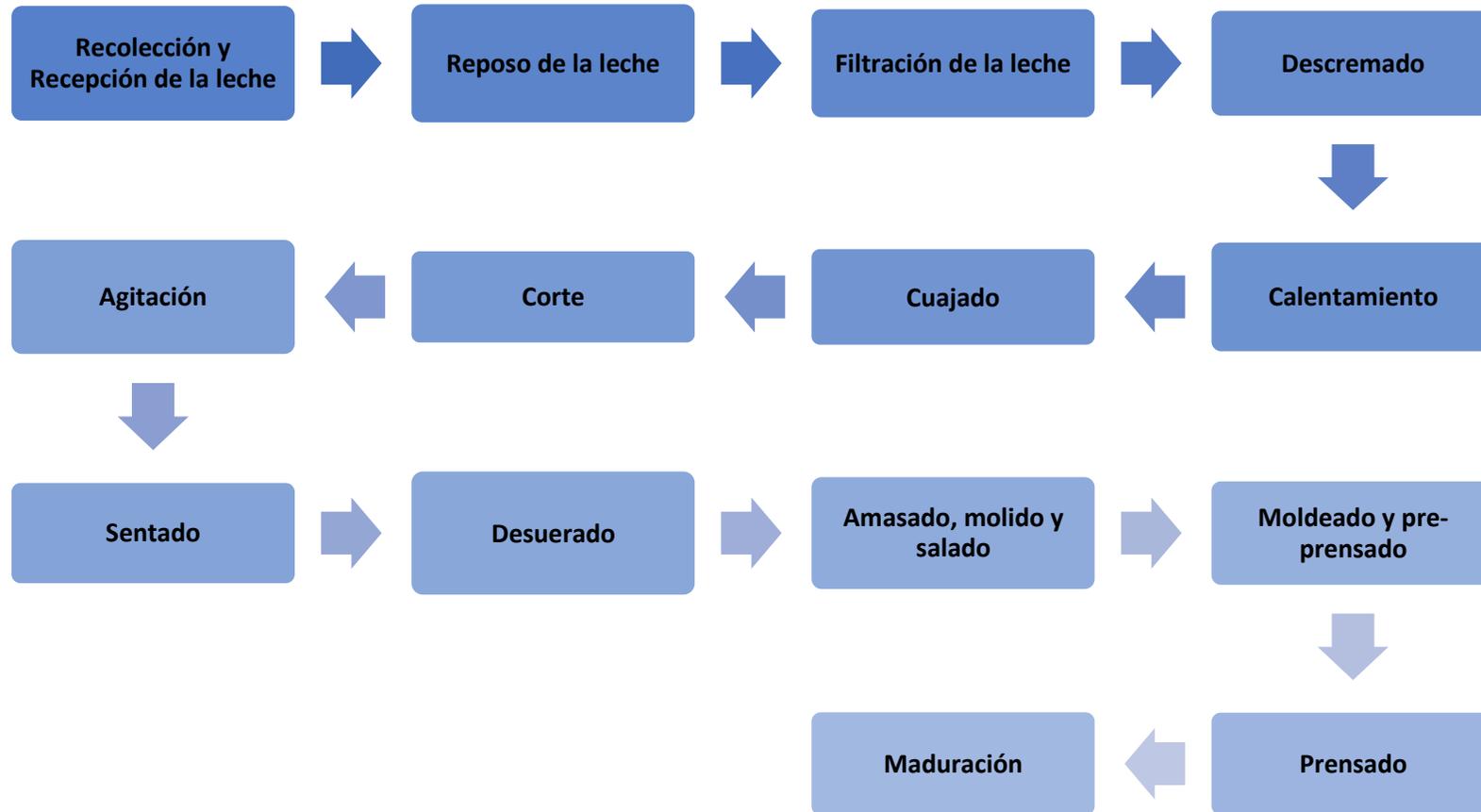


Figura 16. Cadena productiva del queso Paipa

Las organizaciones gubernamentales a cargo de la vigilancia y control sanitario, tributario y de mercados son el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA), las secretarías de salud regionales, la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN), las cámaras de comercio territoriales y la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC). La reglamentación sanitaria, tributaria y de mercado impacta débilmente a los empresarios no formales, estos se escapan del radar de estas instituciones, por lo que en el territorio opera un estado de informalidad en la elaboración y comercialización del queso Paipa debido a que los productores típicos campesinos no se ven identificados con los organismos de control y los productores que intentan cumplir con la normativa sanitaria se ven obligados a dejar de lado la tradición para cumplir con los requerimientos exigidos. También se identificaron organizaciones gubernamentales que actúan sobre toda la cadena en forma transversal y que buscan apoyar la promoción y el desarrollo de la cadena productiva del queso Paipa. Se resaltan las actividades desarrolladas por la secretaria de desarrollo empresarial del departamento de Boyacá, la secretaria de desarrollo económico y de fomento agropecuario del municipio de Paipa y la agencia de cooperación internacional del Japón (JICA) a través del proyecto “*one village one product*” (OVOP) que han acompañado el proceso de la denominación de origen desde el año 2009.

Otro aspecto estructural en la dimensión cultural del territorio desde la perspectiva de la DO, está contemplada en el saber-hacer de los productores de queso Paipa (Villegas *et al.*, 2015). Los factores humanos que intervienen en el proceso productivo, (prácticas artesanales y pasos del proceso de manufactura) están descritas en su DO (Superintendencia de Industria y Comercio, 2011), en el territorio se identificaron los siguientes pasos del proceso de elaboración (Figura 17).



**Figura 17.** Proceso de elaboración del queso Paipa

## **Proceso de elaboración del queso Paipa**

### **Recolección y recepción de la leche**

El proceso de ordeño, recolección y recepción de la leche fueron descritos en la dimensión geográfica del territorio (Pg. 142).

### **Reposo de la leche**

La leche se deja en estado estacionario en un tanque o tina por un periodo entre 30 minutos y 2 horas a temperatura ambiente. Esta etapa es opcional y muy pocos productores la realizan, no obstante, quienes la realizan manifiestan que el queso adquiere mejor sabor debido a que las bacterias presentes en la leche se replican y esto podría favorecer la maduración. Sin embargo, también puede alterar de forma negativa al queso dependiendo del tipo de bacterias presentes.

### **Filtrado de la leche**

La leche se filtra, a través de filtros para cantinas o filtros desechables para tubería de descarga de la leche, con el fin de remover contaminantes físicos como pasto, piedras, pelos del animal y en general, cualquier suciedad de mayor tamaño. La filtración se utiliza también para verificar la presencia de mastitis (coágulos en el filtro).

### **Descremado de la leche**

Esta etapa del proceso es opcional y se realiza generalmente con una maquina separadora, aunque la mayoría de los productores no la realiza. Algunos productores de queso tienen estandarizado el contenido de materia grasa de su producto y, por tanto, descreman la leche para lograr el valor requerido. Otros productores, generalmente los más pequeños, no tienen estandarizada la concentración de sólidos grasos y trabajan la leche sin descremar, por lo cual, cada lote de producción puede presentar variaciones de acuerdo con el contenido inicial presente en la leche.

### **Calentamiento de la leche**

Éste se realiza para alcanzar la temperatura de cuajado de la leche entre 32°C y 37°C, y para ello se utilizan varios métodos. En uno, la totalidad o parte de la leche se coloca al calor de una estufa en una olla de aluminio, y en otro se puede calentar con vapor de agua directamente sobre la leche o en tina quesera a vapor o gas, algunos

productores utilizan leña para calentar la leche, lo cual, modifica las características sensoriales del queso.

### **Cuajado de la leche**

En esta etapa se lleva a cabo la coagulación de la leche mediante el uso de agentes coagulantes comerciales de origen animal (quimosina) o microbiano que pueden ser líquidos o sólidos, sin embargo, no se tiene estandarizado ni el tipo ni la cantidad de agente coagulante. La mayoría de los productores indicaron el uso de coagulante líquido microbiano (*Rhizomucor miehei*). El tiempo de coagulación puede variar entre 25 y 45 minutos dependiendo del punto de corte que es determinado mediante la prueba con un cuchillo o con la mano.

### **Corte y agitación de la cuajada**

Una vez se ha formado el gel y es firme, se procede a cortar en pequeños gránulos del tamaño de un grano de arroz o de maíz dependiendo de cada productor, con el fin de separar el suero de la cuajada. El corte puede ser realizado con cuchillo, lira o manos. Cuando la cuajada ha sido cortada se procede con una agitación suave con palas o con las manos para ayudar a expulsar el suero.

### **“Sentado” de la cuajada**

Consiste en permitir el agrupamiento de pequeños gránulos de cuajada en un único bloque de cuajada. Éste se realiza con las manos del operario, quien reúne los gránulos en el fondo del recipiente. Las capacitaciones que han sido ofrecidas por diferentes instituciones a los productores de queso han permitido la incorporación de un nuevo proceso de “maduración del grano” en donde se agita suavemente el grano de cuajada para extraer el suero y se deja “sentar” la cuajada de forma pasiva, favoreciendo la sinéresis de la cuajada.

### **Desuerado de la cuajada**

Esta etapa consiste en remover el suero de la cuajada. Si el cuajado se realizó en una tina quesera se procede a abrir la válvula del fondo de la tina, también se puede retirar el suero por encima usando un balde o una taza, o removiendo el bloque de cuajada del interior del suero. Por lo general se filtra el suero para recuperar restos de cuajada que hayan podido quedar en éste.

Los tiempos y fuerzas empleadas en los procesos de corte de cuajada, sentado y desuerado varían con cada productor de queso Paipa y se asocian con el saber-hacer del territorio, siendo elementos indispensables para la definición de sus factores humanos.

### **Amasado o molido de la cuajada**

Se realiza con las manos del operario y se hace con el fin de disminuir el tamaño de la partícula de la cuajada hasta que quede fino. El amasado puede durar de 5-10 min y se lleva a cabo en una mesa o directamente en la tina de cuajado. El tiempo de amasado dependerá de la evaluación de la textura de la cuajada que es determinado por el operario y hace parte del saber hacer local y de los factores humanos del territorio.

### **Salado de la cuajada**

Se realiza con sal yodada comercial y la cantidad a usar se determina de acuerdo con la cantidad de leche procesada (no sobre la cantidad de cuajada obtenida). La cantidad definida es 60-100 g de sal por cantina de leche de 40 L. La adición de sal a la cuajada la realiza el operario con las manos hasta conseguir la incorporación de sal en toda la masa, también se puede realizar por “talento” o “tanteo” y prueba sensorial de la cuajada de acuerdo con las costumbres de los productores típicos campesinos.

### **Moldeado de la cuajada**

En esta etapa se le da la forma característica al queso Paipa. Para ello la cuajada se deposita manualmente dentro del molde que va recubierto en su parte interna con un lienzo. Inicialmente el molde se hacía usando moldes de madera, pero en la actualidad se usan moldes de PVC, polipropileno para alimentos o acero inoxidable de 11 cm de diámetro para los quesos de 0.5 kg (tamaño más común) y de 30 cm de diámetro para los quesos de 8 kg (similares al queso arrobero).

### **Pre-Prensado de la cuajada**

Esta etapa del proceso es característico del queso Paipa y consiste en presionar con las manos o los codos la cuajada que se encuentra dentro de los moldes durante un tiempo variable establecido por el saber-hacer de cada productor, ya que el calor corporal del operario y la presión ejercida ayuda a remover mayor cantidad de suero.

Posteriormente se desmolda para retirar el lienzo, se verifica que el lienzo no quede con arrugas dentro del molde y se vuelve a colocar el queso dentro del molde para proceder con el prensado. El pre prensado ayuda a eliminar suero y hace que los ojos mecánicos no sean tan grandes, el pre-prensado es un paso característico de la producción del queso Paipa determinante en la construcción y definición de los factores humanos del territorio.

### **Prensado del queso**

Esta fase del proceso también es característica del queso Paipa y se realiza usando una prensa de palanca de tercer género, tipo Retamoso (Matallana Ventura, 1951) con una fuerza de aproximadamente 50 kg por cada 0,5 kg de queso. La fuerza aplicada para el prensado del queso varía entre productores ya que depende de la longitud de la palanca y el peso utilizado. El prensado dura de un día para el otro (aproximadamente 18 horas), lo cual es diferente a lo reportado en la resolución de denominación de origen que indica un prensado de 8 a 10 horas. Algunos productores empresarios han empezado a modificar el prensado sin el uso de la palanca característica con prensas neumáticas horizontales y verticales o prensas verticales de acero inoxidable con peso.

### **Madurado del queso**

Se realiza a temperatura ambiente en una cava o salón con estantes o anaqueles con entrepaños de madera o en una “zaranda”, la cual es un elemento tradicional característico para la maduración de este queso, este elemento es una pequeña jaula de madera con listones de tres a cinco centímetros cuya separación permite la ventilación uniforme del queso durante su maduración y evita que se acumule suero en la parte inferior del queso. Los quesos se maduran durante un periodo que varía de 2 a 60 días, siendo 15 días el promedio encontrado en el territorio. La maduración está influenciada por factores como temperatura, humedad relativa, material del entrepaño, tiempo de maduración, cantidad y tipo de microorganismos presentes en el queso, tamaño y composición del queso, entre otros. Después del prensado, se retira el queso del molde y se lleva a la cava de maduración donde se coloca el queso sobre entrepaños de madera que puede ser de pino, cedro macho, cedro amarillo o roble. El mueble donde se madura varía también de productor a productor. Los

productores típicos utilizan una “zaranda”. Los quesos madurados dentro de la “zaranda” tienden a formar una corteza más rápido que los quesos que son madurados sobre los entrepaños grandes de madera típicos de las cavas de maduración de los productores más grandes. Los productores del queso Paipa típico también utilizan el “zarzo” de sus casas como lugares de maduración. El queso Paipa típico madurado en zarzo adquiere unas notas ahumadas debido a que estos productores aun cocinan con leña y el humo resultante de sus actividades diarias le otorgan estas notas de sabor. Por otro lado, los productores que utilizan entrepaños completos de madera y cava de maduración rotan el queso sobre diferentes entrepaños secos para evitar el exceso de humedad y la formación de mohos en la corteza. Durante los primeros días se debe voltear dos o tres veces por día mientras el queso pierde humedad. Posteriormente, el queso se voltea una vez por día y se coloca siempre sobre una superficie seca del entrepaño de madera. Cuando el queso se contamina con mohos, se procede a lavar su corteza con un cepillo y con agua, agua con sal, suero o suero con sal de diferentes concentraciones. Las condiciones de maduración son aproximadamente de 75% de humedad relativa y 15°C de temperatura, sin embargo, estas varían con el periodo del año y con la ventilación de los lugares de maduración. De acuerdo con las entrevistas realizadas a los productores, la mejor época para madurar el queso Paipa es durante el verano (época seca), por la velocidad de formación, uniformidad y color de la corteza y características de la materia grasa de la leche, lo que le confiere mejores características sensoriales al queso. Para la mayoría de los productores el tiempo de maduración de un queso de una libra (0,5 kg) varía de 2 a 30 días. En general, los productores consideran que se debe dejar madurar 15 días y los productores de las zonas alejadas del casco urbano como los productores del corregimiento de Palermo en Paipa o los productores de la vereda Avendaños en Sotaquirá, elaboran el queso y lo guardan para bajarlo al pueblo el día de mercado, por lo que su maduración varía de 2 a 7 días. La maduración de estos quesos típicos continua en los estantes de las tiendas (zarandas) otra semana aproximadamente, razón por la cual se asocia a 15 días el periodo de maduración del queso Paipa. Con respecto a los quesos grandes (15 libras aproximadamente), los productores consideran que el tiempo de maduración es de mínimo 15 días. De acuerdo con la época del año los productores coinciden en que se debe dejar madurar

unos días más en invierno que en verano, estas variaciones son heterogéneas entre productores y generan grandes diferencias sensoriales en los productos. Los productores identifican la maduración con la formación de corteza principalmente y asocian este paso como el principal atributo diferencial del queso Paipa con respecto a otros quesos. Por su parte, la DO dice que la maduración debe ser de 21 días independientemente del tamaño o la época del año (Superintendencia de Industria y Comercio, 2011) y la reglamentación sanitaria de Colombia dice que un queso elaborado a partir de leche cruda se debe dejar madurar por lo menos 30 días (Ministerio de Salud, 1989). De acuerdo con el reglamento sanitario de Estados Unidos o de la Unión Europea, un queso elaborado a partir de leche cruda se debe madurar por lo menos 60 días (Licitra, Caccamo & Lortal, 2019). El corto tiempo de maduración y el uso de leche cruda de baja calidad microbiológica es la principal razón por la cual el queso Paipa no pasa la mayoría de los controles microbiológicos.

En el proceso de maduración del queso Paipa convergen una serie de factores naturales y humanos asociados a la calidad diferencial del producto. Dentro de los factores naturales más relevantes están la humedad relativa y la temperatura de las cavas de maduración, la microbiota presente en las cavas y utensilios de maduración y en especial en la madera usada para la maduración del queso, así como también el tipo de madera usada para el proceso. Dentro de los factores humanos más importantes está el saber-hacer de los productores asociados a la identificación de las condiciones de maduración y características de los quesos y la definición del tiempo mínimo de maduración. Mas estudios son requeridos para continuar construyendo la definición de los factores naturales y humanos del proceso de maduración del queso Paipa.

### **Lavado del queso**

Esta etapa es opcional, y depende del crecimiento visible de mohos sobre la corteza del queso. Se realiza con un cepillo o lienzo con la ayuda de suero de leche fresco con y sin sal, agua o agua con sal con concentraciones variables. El uso de suero para el lavado del queso es asociado al saber-hacer de los productores y podría ser considerado como un factor natural o humano del territorio, dependiendo de la óptica del observador.

### **Empacado y almacenamiento del queso**

Históricamente el queso Paipa se comercializaba sin empaque, no obstante, por exigencia de las autoridades sanitarias, se empezó a comercializar empacado. En la actualidad, el queso se empaca en material de polietileno al vacío, en vinipel o en papel parafinado, y su almacenamiento se realiza generalmente en condiciones de refrigeración ( $<4^{\circ}\text{C}$ ), sin embargo, los productores también recomiendan retirar el empaque y almacenar a temperatura ambiente ( $<18^{\circ}\text{C}$ ) para que el queso continúe con la maduración y mejore sus características organolépticas. La definición de las condiciones de almacenamiento y empaque que conserven los atributos de calidad diferencial del producto es una tarea determinante para futuros estudios a realizar en el territorio.

Por último, a pesar que el queso Paipa es un alimento protegido con DO, este no cuenta con un consejo regulador que verifique las reglas definidas por la DO para su fabricación. La definición de los atributos de calidad horizontal y vertical del queso Paipa y el establecimiento del organismo de control que garantice el cumplimiento de las reglas establecidas por la DO para garantizar su calidad diferencial es fundamental para que el producto se distinga positivamente en el mercado y se valore la marca "queso Paipa".

### **Diferenciación**

En el Territorio de la DO del queso Paipa se identificaron las dos formas de diferenciación utilizadas de forma empírica por los productores (horizontal y vertical). Por un lado, se observaron productores que cuentan con un mayor grado de tecnificación en sus procesos artesanales y con certificaciones sanitarias como el registro sanitario INVIMA que les permite diferenciar su queso Paipa de otros quesos Paipa que no cuentan con estas certificaciones, asociando el cumplimiento normativo de la unidad productiva con una mejor calidad del producto (diferenciación vertical). A partir de esta jerarquización indirecta de la calidad vertical, los pequeños productores que conservan la tradición y la expresión del producto típico, subvaloran su propio producto y lo venden a un menor precio en el mercado local. Por otro lado, en la última década muchos productores empezaron a innovar con presentaciones cada vez más

pequeñas para adaptarse a las nuevas tendencias de consumo encontrándose presentaciones de queso Paipa de menos de una libra de peso o quesos con adiciones de sabores como especias o ahumados o quesos con nuevos empaques como el encerado; estas nuevas presentaciones dentro de una misma jerarquía de calidad percibida (diferenciación horizontal), esta forma de diferenciación ha generado nuevos mercados y ha atraído nuevos consumidores, sin embargo, esto también ha representado una pérdida de la identidad del queso y una erosión de su calidad horizontal.

## **Conclusiones**

El presente capítulo permitió identificar los factores naturales y humanos que inciden en la calidad diferencial del queso Paipa con DO. Las condiciones geográficas, históricas y culturales de la población que habita los municipios de Paipa y Sotaquirá en el departamento de Boyacá han favorecido la expresión de características diferenciales en la leche y en el queso Paipa y han brindado condiciones particulares para la maduración del queso Paipa. Su vínculo histórico hace que los productores se sientan orgullosos de la tradición de su elaboración, y de sus tradiciones se desprende un saber hacer específico como el amasado y salado manual, el pre-prensado con el calor corporal de las manos o los codos, el uso de la prensa de palanca, el manejo y la maduración en el ambiente del territorio de la DO, entre otras. Estas variantes únicas en el proceso productivo junto con las características de la materia prima con la cual se elabora, le confieren al queso Paipa características fisicoquímicas y microbiológicas específicas que a su vez se expresan en atributos sensoriales únicos después de su periodo de maduración. Además, debido a que el queso Paipa no ha cambiado sustancialmente su forma de elaboración, es relacionado como producto natural con características que han permanecido en el tiempo. También, al ser el único queso madurado de Colombia, se convirtió en un símbolo de la gastronomía y de la producción campesina de Boyacá y del país. Desafortunadamente, muchos estudios lo han relacionado negativamente con la presencia de microorganismos patógenos, siendo estos la principal barrera para cumplir con la normativa sanitaria, ya que, el queso cuenta un corto periodo de maduración (menor de 30 días) y es elaborado con leche cruda; dos variables que, al unirse, hace difícil controlar la presencia de estos

microrganismos en el producto. El reto de la DO consistirá en generar un conjunto de reglas que se construyan desde el interior del territorio para garantizar la inocuidad del producto sin sacrificar los atributos de calidad horizontal del queso, pues desde la construcción simbólica y patrimonial del queso se puede generar un proceso de valorización del producto y un mayor ingreso para los productores a través de rentas de especificidad. El establecimiento de un consejo regulador que comprenda el enfoque de calidad de un producto típico agroalimentario será determinante para utilizar al queso Paipa como una herramienta para el desarrollo local con enfoque territorial.

## Referencias

- Ablan De Flórez, E. (2000) 'Política de calidad en el sistema agroalimentario español', *Agroalimentaria*, 10(junio), pp. 63–72.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3229326>
- Agencia de cooperación internacional de Japón-JICA *et al.* (2010) *Proyecto OVOP Colombia*. Colombia.
- Alcaldía de Paipa & Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2010) 'Ficha para la postulación de ideas o proyectos. Revitalización de villas. Queso Paipa', in *Seminario Nacional sobre desarrollo local y OVOP*. Bogotá D.C, Colombia, pp. 1–7. Available at: [www.dnp.gov.co](http://www.dnp.gov.co).
- Aranda Camacho, Y. V. (2015) *Productos agroalimentarios e identidad del territorio: un modelo de decisión para orientar la selección de sellos de origen*. Tesis doctoral, departamento de economía, sociología y política agrarias, Universidad de Córdoba - España.
- Aranda Camacho, Y. V., Gómez Muñoz, A. C. & Ramos Real, E. (2014) 'Incorporación de dinámicas territoriales en un modelo para la selección de sellos de origen', *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 237(Abril 2015), pp. 13–47.
- Bernet, M. *et al.* (2016) 'New thermo and geochronological constraints on the

- Pliocene-Pleistocene eruption history of the Paipa-Iza volcanic complex, Eastern Cordillera, Colombia', *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. Elsevier B.V., 327(August), pp. 299–309. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2016.08.013.
- Caldentey Albert, P. & Gómez Muñoz, A. C. (1996) 'Productos típicos, territorio y competitividad', *Agricultura y Sociedad*, 80–81(julio-diciembre), pp. 57–82.
- Carulla, J. E., Cárdenas, E., Sánchez, N., & Riveros, C. (2004). Valor nutricional de los forrajes más usados en los sistemas de producción lechera especializada de la zona andina colombiana. In Seminario Nacional de Lechería Especializada: "Bases Nutricionales y su Impacto en la Productividad" (pp. 1, 21–38). Medellín.
- Carvajal, P. M. (2021). La reinención del queso paipa en el marco de la denominación de origen: transformaciones materiales, construcciones de autenticidad y relaciones de poder. *Maguaré*, 35(2), 19-50.  
<https://doi.org/10.15446/mag.v35n2.98458>
- Champredonde, M. A. (2016) 'Tipicidad Territorial: Elemento fundacional de la construcción de una denominación de origen', *Desenvolvimento Regional em debate*, 6(1), pp. 22–40.
- Champredonde, M. & González Cosiorovski, J. (2016) '¿Agregado de Valor o Valorización? Reflexiones a partir de Denominaciones de Origen en América Latina', *Revista Iberoamericana de Viticultura, Agroindustria y Ruralidad*, 3(9), pp. 147–172. Available at: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=469546924008>.
- De-Magistris, T. & Garcia, A. (2016) 'Consumers' willingness to pay for light, organic and PDO cheese an experimental auction approach', *British Food Journal*, 118(3), pp. 560–571. doi: 10.1108/BFJ-09-2015-0322.
- Espeitx, E. (2008) Los sentidos del patrimonio alimentario en el sur de Europa. in Alvarez, M. & Medina, F. X. (eds) *Identidades en el plato. El patrimonio cultural alimentario entre Europa y América*. Barcelona: Icaria Editorial s.a., pp. 45–60.
- Fadul Pacheco, L. & Marco, Q. P. (2005) 'Evaluación De La Flora Microbiana Del Queso Paipa Durante Diferentes Periodos De Maduración.', p. 61. doi: 10.1088/1751-8113/44/8/085201.

- Garay, A. (2006) *Análisis de la calidad sanitaria e higiénica de la leche como materia prima para la fabricación de queso Paipa*. Universidad de la Salle.
- Gómez Muñoz, A. C., Santos Murillo, M. & Caldentey Albert, P. (2006) 'Conceptos sobre los productos tradicionales', in *Catalogación y caracterización de los productos típicos agroalimentarios de Andalucía*. Málaga: Analistas económicos de Andalucía, pp. 24–114.
- Grass Ramírez, J. F., Cervantes-Escoto, F. & Palacios Rangel, M. I. (2018) *Los sistemas agroalimentarios localizados. Rescate del patrimonio quesero en México*. Editorial. Edited by M. Delgado-Noguera. Popayán. Available at: [www.unicauca.edu.co/editorial/](http://www.unicauca.edu.co/editorial/).
- Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA) & Programa Andino de Desarrollo Tecnológico para el Medio Rural (PADT-RURAL). (1987). *Manual de elaboración de queso Paipa*. Bogotá D.C.
- Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2015). *Valores medios mensuales de temperatura y humedad relativa de la estación 24035170 Tunguavita en el municipio de Paipa, Boyacá*. Paipa, Boyacá. Retrieved from <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1537/2/Anexo A.pdf.pdf>
- Kawulich, B. B. 2005. La observación participante como método de recolección de datos. *Qualitative Social Research*, 6, 2: pp. 43–75. doi: <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/2715>.
- Licitra, G., Caccamo, M. & Lortal, S. (2019) 'Artisanal Products Made with Raw Milk'. In *Raw Milk: Balance Between Hazards and Benefits* (Elsevier 1st ed., pp. 175–222). Frick, Switzerland. <https://doi.org/10.1016/B978-D-12810530-6.00004-3>
- Muchnik, J. (2009). Localized Agrifood Systems: concept development and diversity of situations. Annual Meetings of the Agriculture, Food, and Human Values Society and the Association for the Study of Food and Society. State College, Pennsylvania., pp 1-31.
- Matallana Ventura, S. (1951) *Prensado de quesos, Hojas Divulgadoras*. Ministerio de Agricultura, Servicio de capacitación y Propaganda: Madrid.

- Ministerio de Salud. Resolución número 02310 de 1986. Por la cual se reglamenta parcialmente el Título V de la Ley 09 de 1979, en lo referente a procesamiento, composición, requisitos, transporte y comercialización de los Derivados Lácteos (1986). Bogotá D.C. Colombia.
- Ministerio de Salud. Resolución 01804. Por la cual se modifica la Resolución No 02310 de 1986, (24 de febrero) que reglamenta parcialmente el título V de la Ley 09 de 1979, 67 § (1989). Bogotá D.C. Colombia.
- Neira-Bermudez, E. & DeSilvestri-Saade, J. A. (2006) 'Análisis del proceso de ordeño y de la calidad higiénica de la leche utilizada en la fabricación del queso Paipa en el municipio de Paipa (Boyacá), Colombia', *Revista de Investigación Universidad La Salle*. Bogotá, 6(2), pp. 163–170.
- O'Sullivan, O. & Cotter, P. D. (2017) 'Microbiota of Raw Milk and Raw Milk Cheeses', in Mcsweeney, P. L. H. (eds) *Cheese. Chemistry, Physics & Microbiology*. Fourth. London: Elsevier, pp. 301–316. Available at: <https://www.elsevier.com/books-and-journals>.
- Poméon, T. (2007) *El queso Cotija, México. Un producto con marca colectiva queso "Cotija Región de origen", en proceso de adquisición de una Denominación de Origen*. Texcoco, México.
- Sanz Cañada, J. & Macías Vázquez, A. (2008) 'Territorio y calidad certificada. Sistemas agroalimentarios locales y desarrollo rural', *Agricultura Familiar en España 2008*, pp. 158–168.
- Schejtman, A., & Berdegúe, J. (2004). Desarrollo territorial rural. *Debates y temas rurales*, 1, 7-46. [https://www.rimisp.org/wp-content/files\\_mf/1363093392schejtman\\_y\\_berdegue2004\\_desarrollo\\_territorial\\_rural\\_5\\_rimisp\\_CArduen.pdf](https://www.rimisp.org/wp-content/files_mf/1363093392schejtman_y_berdegue2004_desarrollo_territorial_rural_5_rimisp_CArduen.pdf)
- Superintendencia de industria y comercio (SIC). (2011). Por la cual se decide la solicitud de protección de la denominación de origen del queso Paipa (Resolución 70802). Bogotá. Colombia
- Vandecandelaere, E., Arfini, F., Belletti, G., Marescotti, A., Allaire, G., Cadilhon, J. J.,

& Wallet, F. (2009). *Uniando personas, territorios y productos. Guía para fomentar la calidad vinculada al origen y las indicaciones geográficas sostenibles*. FAO.

Villafuente Martín, A., Gómez Muñoz, A. C. & De Haro Giménez, T. (2012) 'El concepto de "valor de marca" aplicado a los signos de calidad con indicación geográfica', *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 232, pp. 131–164.

Villegas-DeGante, A., Lozano-Moreno, O. & Cervantes-Escoto, F. (2015) *Valorización de los quesos mexicanos genuinos. Conocimiento, degustación, acompañamiento y gastronomía*. Primera. Edited by Editorial del Colegio de Postgraduados Colegio. Montecillo, Texcoco, Estado de México.

Vivas Flores, J. & Albesiano Fernández, L. (2017) *Queso Paipa*. Colombia: Universidad de Boyacá, Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales, Comunicación Social.

## **8. CAPÍTULO IV. ALTERNATIVAS PARA EL DESARROLLO DE VALOR DE MARCA DEL QUESO PAIPA A PARTIR DE SU CALIDAD DIFERENCIAL.**

**Objetivo Específico.** Evaluar alternativas para el desarrollo del valor de marca del queso Paipa que incorpore su calidad diferencial.

### **Resumen**

El queso Paipa es un queso típico del departamento de Boyacá con D.O, símbolo de la gastronomía regional que expresa una serie de atributos de calidad diferencial con reputación y reconocimiento por parte de los consumidores. Sin embargo, la DO, las prácticas de los productores, y la normatividad sanitaria nacional no convergen y esto impacta negativamente la construcción del significado del queso al interior del territorio y por consiguiente la construcción de su valor de marca. Por lo anterior, los actores del territorio deben acordar la imagen de la marca (queso Paipa) a construir y el valor que se le quiere dar a la misma. El objetivo del presente capítulo fue identificar alternativas para desarrollar el valor de marca del queso Paipa a partir de su calidad ligada al territorio y seleccionar la que mejor se adapte a las condiciones del territorio, para ello, se diseñó un Modelo Analítico Jerárquico AHP (Analytic Hierarchy Process) que incorpora tres criterios, seis subcriterios y tres alternativas. Los criterios hacen referencia a los aspectos que componen la calidad diferencial ligada al territorio del queso Paipa (diferenciación, calidad y territorio), los subcriterios conforman cada uno de los criterios (diferenciación jerárquica, diferenciación por variedad; calidad horizontal, calidad vertical; factores naturales, factores humanos) y las alternativas son propuestas para mejorar su valor de marca a partir de su calidad diferencial (selección tradicional o producto típico, Innovación industrial y diferenciación artesanal e industrial). Se diseñó una encuesta a partir del modelo AHP comparando cada alternativa, criterio y subcriterio y se seleccionó un grupo de expertos en valorización de productos típicos para conocer su percepción de importancia. De acuerdo con la percepción de los expertos, para desarrollar valor de marca del queso Paipa el componente más importante de la calidad diferencial ligada al territorio es “territorio” (45.25%), seguido de “diferenciación” (29.23%) y finalmente “calidad” (25.52%). Además, la alternativa “selección tradicional” fue la opción preferida por los expertos

para desarrollar el valor de marca del queso Paipa a partir de su calidad diferencial (56.43%). Sin embargo, ante los contrastes productivos tan marcados encontrados en el territorio, se propone una alternativa combinada para el desarrollo de valor de marca del queso Paipa adaptada a las diferentes realidades productivas del territorio.

**Palabras clave:**

Producto típico, Producto artesanal, Denominación de origen, Analytic Hierarchy Process, Territorio.

**Introducción**

Existen productos agroalimentarios con amplia reputación derivada de su lugar de producción, en donde su origen es una garantía de calidad que los diferencia de otros productos similares o genéricos (Cambra & Villafuerte, 2008). Las denominaciones de origen (DO) son una herramienta de valorización de estos productos, y además de valorizar, protegen el mal uso del nombre y de imitaciones no relacionadas con el origen (Vandecandelaere *et al.*, 2009). Para los pequeños productores, las DO son una herramienta de diferenciación que les da ventajas comerciales frente a los productos industriales que tienen mayores ventajas en cuanto a estandarización y tecnificación productiva (Villafuerte, 2015). Sin embargo, las denominaciones de origen no siempre conducen a situaciones de valorización integral del territorio y por el afán de desarrollar los aspectos técnicos y económicos del producto, se sacrifican aspectos sociales, culturales, patrimoniales y medioambientales de los territorios protegidos (Champredonde & González, 2016). De la misma manera, la valorización de productos típicos agroalimentarios se sustenta en aspectos productivos, sociales, culturales, identitarios y medioambientales, sin embargo, el término conserva un carácter predominantemente económico (Champredonde, 2016). El concepto “valor de marca” también es complejo y se sustenta en juicios racionales y emociones (significados) sobre el producto y el territorio de origen. Por lo tanto, para que un alimento con DO desarrolle su valor de marca debe lograr una estrecha relación emocional y racional con el consumidor (Villafuerte *et al.*, 2012). Por lo anterior, el primer paso para generar una propuesta de generación de valor de marca de un alimento con DO, es la identificación de su calidad diferencial, un capital tangible e

intangibles capaz de generar preferencias en el mercado a través del significado que se construya sobre esta información y ligar estas especificidades al significado subjetivo del territorio de origen (Caldentey & Gómez, 1996). El vínculo del queso Paipa con el territorio de origen se expresa en una serie de atributos de calidad diferencial descritos en el capítulo tres del presente trabajo, estos han logrado cierto reconocimiento por parte de los consumidores y se han convertido en un símbolo de la gastronomía regional y nacional. A pesar de ello, los procesos para elaboración del producto típico que se encuentran registrados en la declaración de protección de la DO queso Paipa, las prácticas que reconocen actualmente los productores, y la normatividad para la industria de alimentos en el país no se corresponden. Esta situación viene afectando la conservación de las tradiciones y el saber hacer involucrado en la producción, adulterando lo que es el producto típico protegido con la DO para adecuarse a la normativa sanitaria, generando el desarrollo de canales informales por algunos productores que conservan la tradición del producto; afectando el desarrollo del valor de marca del queso Paipa. Por lo anterior, los agentes vinculados a la cadena de valor deben realizar un esfuerzo importante para llegar a acuerdos respecto al significado y la imagen de la marca (queso Paipa) a construir y el valor que se le quiere dar a la misma. El objetivo de este capítulo fue evaluar alternativas para el desarrollo del valor de marca del queso Paipa que incorpore su calidad diferencial identificada en los objetivos anteriores de este estudio.

### **Materiales y métodos**

Para determinar cuál es la mejor alternativa para desarrollar el valor de marca del queso Paipa a partir de su calidad diferencial ligada al territorio se utilizó el método de análisis jerárquico o *Analytic Hierarchy Process* (AHP) desarrollado por Thomas Saaty. Este método tiene fundamentos psicológicos (comparación por pares) y matemáticos (reciprocidad, homogeneidad y consistencia) y es utilizado en la toma de decisiones en muchas áreas de investigación, ya que, permite transformar los juicios y opiniones de los expertos en una estructura numérica a partir de un sistema de comparaciones por pares, mostrando las preferencias de los expertos de forma ponderada; de esta manera, el método permite trabajar con sus juicios subjetivos para

definir la mejor alternativa para desarrollar valor de marca del queso Paipa a partir de su calidad diferencial ligada al territorio (Ishizaka, 2011).

### **Construcción del modelo AHP**

Para construir el modelo AHP y evaluar las diferentes alternativas para desarrollar valor de marca del queso Paipa a partir de su calidad diferencial ligada al territorio, se definió el objetivo (Identificar la mejor alternativa para desarrollar valor de marca del queso Paipa a partir de su calidad ligada al territorio), se construyeron los criterios (componentes de la calidad diferencial ligada al territorio del queso Paipa) y finalmente se propusieron las alternativas para llegar al objetivo.

### **Construcción de criterios y subcriterios de la calidad diferencial del queso Paipa**

Los criterios y subcriterios de la calidad diferencial ligada al territorio del queso Paipa están basados en los resultados del objetivo anterior del presente trabajo y se muestran a continuación.

Criterio 1 (C1), diferenciación: especificidad de las características del queso Paipa que satisface gustos y preferencias de determinados segmentos de consumidores para generar rentas de especificidad para los productores. La diferenciación en el queso Paipa se deriva de las características de la leche (raza del ganado, tipos de forrajes, alimentación, microbiota, entre otros.), características del proceso productivo (saber hacer local y condiciones edafo-climáticas del territorio) y características del producto (sabor, olor, apariencia, textura, aspectos nutricionales, inocuidad y significados socioculturales percibidos por el consumidor).

Subcriterio 1-1 (SC1-1), diferenciación jerárquica: jerarquía de características que el consumidor realiza a partir de sus preferencias. Aquí el consumidor puede establecer una jerarquía basada en los sabores, los olores, las texturas, la percepción de inocuidad, la tradición, entre otros.

Subcriterio 1-2 (SC1-2), diferenciación por variedad: hace referencia a la demanda según su variedad a partir de la misma jerarquía de atributos preferidos por el

consumidor. Por ejemplo, quesos de un mismo productor diferenciados a partir del empaque, la presentación, la forma, u otros.

Criterio 2 (C2), calidad: es relativa y se encuentra determinada por los contextos socioeconómicos, políticos y culturales en que se realizan tanto la producción como el consumo, y es soportada por un conjunto de propiedades determinadas por las preferencias de los consumidores.

Subcriterio 2-1 (SC2-1), calidad horizontal: se deriva principalmente de los significados asignados por el consumidor al vínculo del queso Paipa con el territorio y de cómo este vínculo satisface sus preferencias. Se soporta en elementos socio-culturales y presenta estándares de cumplimiento voluntario.

Subcriterio 2-2 (SC2-2), calidad vertical: características objetivables con indicadores mensurables que expresan excelencia asociada a la homogeneidad del queso Paipa, dentro de esta categoría se encuentran las convenciones establecidas por los organismos de control y vigilancia sanitaria para todos los alimentos y comúnmente se asocian con características que buscan garantizar inocuidad y la estandarización de los alimentos para facilitar el comercio.

Criterio 3 (C3), territorio: se refiere al espacio contenedor de una cultura propia que se traduce mediante prácticas sociales históricas, en un queso con características diferenciales exclusivas. El territorio se compone de tres dimensiones (geográfica, histórica y cultural) y en él convergen los factores naturales (características edafo-climáticas) y humanos (saber-hacer) soportados en un proceso histórico.

Subcriterio 3-1 (SC3-1), factores naturales: condiciones edafo-climáticas y biológicas que impactan en las características sensoriales, microbiológicas y composicionales de la leche (raza del ganado, tipo de forraje, recuento de células somática, microbiota de la leche, entre otros) y en las condiciones de maduración del queso (humedad relativa, altura sobre el nivel del mar -a.s.n.m.-, temperatura, microbiota relacionada con la maduración, entre otros).

Subcriterio 3-2 (SC3-2), factores humanos: son las prácticas artesanales y las etapas del proceso de manufactura anclados a un proceso histórico y cultural (saber-hacer).

### Construcción de alternativas para desarrollar valor de marca del queso Paipa

Las alternativas para desarrollar valor de marca del queso Paipa desde su calidad diferencial se establecieron a partir de la experiencia de las estrategias de diferenciación por medio de sellos de origen implementadas en seis productos agroalimentarios de México, los cuales cuentan con reconocimiento y alta reputación (valor de marca) y son muy heterogéneos entre sí. Los territorios a los que se vinculan los productos con DO, Marca Colectiva con mención al origen (MC) o en proceso de obtención de la DO que fueron visitados y usados como referentes se presentan en la Tabla 13. Para lograr identificar y definir las alternativas se realizó una entrevista semiestructurada con los representantes del consejo regulador de cada producto, a fin de determinar cómo interpretaban la calidad diferencial ligada al territorio de cada producto y a través de observación participante establecer cuáles son las estrategias que se usan al interior del territorio para desarrollar el valor de marca del producto (Valles, 2002).

**Tabla 13.** Listado de DO y MC visitadas para la definición de alternativas

Territorio	Municipio	Producto con reconocimiento	Tipo de protección
Oaxaca	Oaxaca	Mezcal	Denominación de Origen
	Reyes Etna	Quesillo (queso Oaxaca)	Marca Colectiva*
Jalisco / Michoacán	Zapopan	Tequila	Denominación de Origen
	Cotija	Queso Cotija	Marca Colectiva
Chihuahua	Chihuahua	Sotol	Denominación de Origen
	Cuauhtémoc	Queso Chihuahua Menonita	Denominación de Origen*

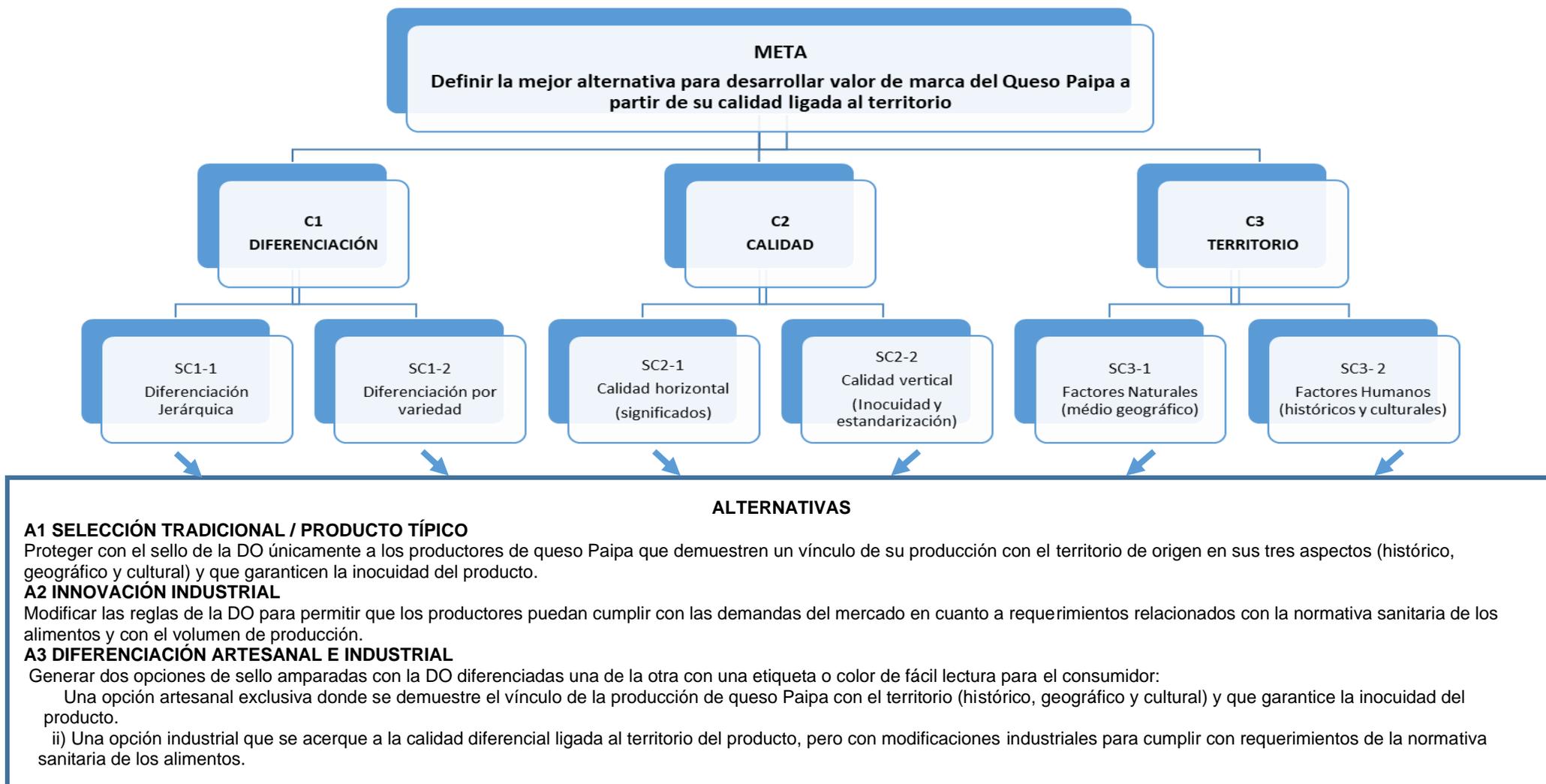
\*Reglamento elaborado al interior del colectivo de productores sin reconocimiento oficial

Desde las estrategias implementadas para el desarrollo del valor de marca derivadas de la calidad diferencial que interpreta cada consejo regulador se plantearon tres alternativas para desarrollar y proteger el valor de marca del queso Paipa a partir de su calidad diferencial ligada al territorio:

Alternativa 1 (A1), selección tradicional/producto típico: proteger con el sello de la DO únicamente a los productores de queso Paipa que demuestren un vínculo de su producción con el territorio de origen en sus tres aspectos (histórico, geográfico y cultural) y que garanticen la inocuidad del producto.

Alternativa 2 (A2), innovación industrial: modificar las reglas de la DO para permitir que los productores puedan cumplir con las demandas del mercado en cuanto a requerimientos relacionados con la normativa sanitaria de los alimentos y con el volumen de producción.

Alternativa 3 (A3), diferenciación artesanal e industrial: generar dos opciones de sello amparadas con la DO diferenciadas una de la otra con una etiqueta o color de fácil lectura para el consumidor: i) opción artesanal exclusiva, donde se demuestre el vínculo de la producción de queso Paipa con el territorio (histórico, geográfico y cultural) y que garantice la inocuidad del producto. ii) opción industrial que se acerque a la calidad diferencial ligada al territorio del producto, pero con modificaciones industriales para cumplir con requerimientos de la normativa sanitaria de los alimentos. La representación gráfica del modelo AHP se presenta en la Figura 18.



**Figura 18.** Representación gráfica del modelo analítico jerárquico para seleccionar alternativa de desarrollo de valor de marca del queso Paipa

### Construcción del formato para consulta de expertos y valoración del modelo

Se diseñó y validó con los integrantes del comité asesor una encuesta de 10 preguntas a partir del modelo, comparando de forma pareada cada alternativa, criterio y subcriterio y se seleccionó un grupo de 23 expertos nacionales e internacionales en valorización de productos típicos agroalimentarios para conocer su percepción de importancia con respecto a cada alternativa, criterio y subcriterio y de ésta manera evaluar las alternativas para desarrollar el valor de marca del queso Paipa a partir de su calidad diferencial ligada al territorio (anexo 3). Para emitir juicios de valor en relación a la importancia relativa de cada par de elementos que pertenecen al mismo nodo y nivel en el modelo jerárquico diseñado se empleó la escala de Saaty (Saaty, 1994). Se diseñó un cuestionario el cual contenía las preguntas en relación a la importancia relativa entre los elementos, el cual se iniciaba de abajo a arriba a fin de garantizar retroalimentación, y se envió por correo electrónico en el mes de octubre de 2020 junto con una carta de consentimiento informado. El tiempo de respuesta varió de un día hasta dos semanas, de los 23 expertos consultados, 13 respondieron el cuestionario. El listado de los expertos consultados se observa en la tabla 14.

**Tabla 14.** Listado y perfil de los expertos consultados

<b>Cargo</b>	<b>Institución y País</b>	<b>Área de experticia</b>	<b>Respondió</b>
Profesor e Investigador	Universidad Nacional de Colombia	Desarrollo rural territorial. Mercados y mercadeo agroalimentario y territorial	Si
Profesor e investigador	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. UPTC	Economía del cambio técnico	Si
Profesora e investigadora	Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR), Universidad Autónoma del Estado de México	Agroindustria rural. Productos locales. Quesos tradicionales. Percepción del consumo de alimentos	Si
Profesor e investigador	Universidad Autónoma Chapingo. México	Quesos tradicionales genuinos	No
Profesor e investigador	Universidad Autónoma Chapingo. México	Rescate de los alimentos tradicionales, con énfasis en la producción de quesos artesanales.	Si
Profesor e investigador	Universidad Nacional Autónoma de México UNAM. México	Derivados lácteos y territorio. Rescate de quesos artesanales. Desarrollo sostenible. Política agroalimentaria	Si

Profesor e investigador	Universidad Autónoma Chapingo. México	Alimentos frescos y procesados y alimentos tradicionales	No
Profesor e investigador	Universidad de Versailles-Saint Quentin, Francia	Articulación del territorio quesero con el mercado. Productos típicos y saber-hacer	No
Profesora e investigadora	Universidad Nacional de La Plata. Argentina	Sistemas Agroalimentarios localizados	No
Profesor e investigador	El Colegio de Michoacán. México	Patrimonios territoriales, turismo alternativo y quesos tradicionales.	No
Profesora e investigadora	Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. México	Modelos comunitarios para la producción inocua y sustentable de alimentos artesanales	Si
Profesor e Investigador	Universidad del Cauca. Colombia	Agroindustria Rural. Quesos Genuinos. Sistemas Agroalimentarios Localizados	No
Profesora e investigadora	Universidad Autónoma Chapingo. México	Ciencias, del Desarrollo Rural. Socioeconomía	Si
Profesor e Investigador	Universidad Nacional de Colombia	Sistemas de producción lechera. Marketing agroindustrial e investigación de mercados	No
Profesor e Investigador	Universidad De Ciencias Aplicadas Y Ambientales UDCA. Colombia	Dinamización económica de los territorios rurales.	Si
Profesor e Investigador	Universidad Nacional de Colombia sede Medellín	Gestión agroindustrial, Cadena Productiva, Marketing, Biogestión, Teoría Organizacional.	Si
Investigadora	Organización Internacional Para Las Migraciones	Sistemas alimentarios sostenibles. Justicia Alimentaria	Si
Investigador	Instituto Internacional San Telmo, España	Valor de marca en denominaciones de origen	No
Profesora e investigadora	Universidad Nacional de Colombia sede Medellín	Gestión agroindustrial, Cadena Productiva, Marketing, Teoría Organizacional.	Si
Profesor e Investigador	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina	Valorización de productos típicos agroalimentarios	Si
Investigador	Corporación Colombiana Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA. Colombia	Planeación de cadenas agroindustriales. Agroindustria. Prospectiva tecnológica y económica	No
Profesional directora de programa	Programa Boyacá territorio de sabores, Gobernación de Boyacá. Colombia	Desarrollo territorial. Queso Paipa	Si
Profesional	Superintendencia de Industria y Comercio	Denominaciones de Origen. Queso paipa	No

## Análisis de resultados de las encuestas

Con los datos de las encuestas se realizaron comparaciones por pares entre cada uno de los elementos que componen el modelo cuyos coeficientes fueron valores numéricos atribuidos a las preferencias señaladas por los expertos (Ishizaka, 2011),

se construyeron las matrices con los juicios de valor de cada experto consultado, se calcularon los pesos normalizados de cada criterio, sub-criterio y alternativa y con estos valores se construyeron las matrices de ponderación de las alternativas (3x3) donde se comparaba cada alternativa con cada subcriterio de la calidad diferencial ligada al territorio del queso Paipa; las matrices de ponderación de los sub-criterios (2x2) donde se comparaban entre sí los subcriterios de la calidad diferencial y finalmente la matriz de ponderación de los criterios (3x3) donde se comparaban entre sí los criterios de la calidad diferencial del queso Paipa. Finalmente se realizó la priorización de las alternativas propuestas utilizando una matriz de priorización (3x6) que usaba los resultados de la ponderación previamente descrita. Para todos los juicios de valor expresados por los expertos consultados, se calculó la razón de consistencia de las matrices asegurando que ésta fuera inferior al 10%. Una vez estimados las matrices de calificación individual de cada experto, se construyeron matrices de juicios grupales, usando para ello la agregación de juicios individuales (AIJ) (Aczél y Saaty, 1986), toda vez que para la estimación preferencias los juicios de valor de todos los expertos consultados tenían la misma importancia (Aranda, 2015). Finalmente, a partir de las matrices de juicios grupales se siguió el mismo proceso descrito anteriormente, llegando primero a estimar los pesos locales y la síntesis los pesos globales.

## **Resultados**

Las entrevistas con los diferentes consejos reguladores y observación participante de los territorios permitieron identificar la calidad diferencial ligada al territorio de cada producto y las estrategias para desarrollar valor de marca que se derivan de la misma se describen en la Tabla 15.

**Tabla 15.** Calidad diferencial ligada al territorio del Mezcal, queso Oaxaca, Tequila, queso Cotija, Sotol y queso Chihuahua y estrategia utilizada para el desarrollo del valor de marca

<b>Calidad diferencial ligada al territorio</b>	<b>Estrategia de desarrollo del valor de marca derivada de su calidad diferencial</b>
<p><b>MEZCAL</b> <b>Reglamento de Uso contemplado en la NOM-070-SCFI-2016</b> (CCONNSE, 2016).</p>	<p>La estrategia de desarrollo de valor de marca del mezcal se basa en el monopolio del uso del nombre “<i>mezcal</i>” por pertenencia al territorio de la DO y a su consejo regulador y por certificar su inocuidad con los laboratorios autorizados, esto se hace a través de un sello u holograma que va en cada botella y es administrado por el consejo regulador con la georreferenciación de los productores y con la revisión periódica del proceso a cargo de una unidad de seguimiento compuesta por profesionales capacitados en la NOM-070-SCFI-2016; esta unidad opera desde Oaxaca y se desplaza por todos los estados protegidos con la DO. El productor que no se acoja a las reglas del consejo no puede usar la palabra “mezcal”. Los productores que no están autorizados comúnmente llaman al producto “destilado de agave” o “aguardiente de agave”. El territorio protegido con la DO presenta una alta diversidad en sus factores naturales (ecosistemas y tipos de agaves) y humanos (procesos y saber-hacer), por lo que es muy difícil definir un solo grupo de características de calidad diferencial en el mezcal, cada estado presenta diferentes variedades de mezcal y el mezcal es diferente entre estados. La diferenciación de los mezcales se centra en el añejamiento (joven, madurado en vidrio, reposado, añejo), las adiciones (abocado con y destilado con) y en el tipo de proceso (mezcal, mezcal artesanal, mezcal ancestral). La caracterización de los diferentes tipos de proceso del mezcal, le ha permitido conservar gran parte de su patrimonio cultural. Por lo anterior, se denominó a la estrategia de desarrollo de valor de marca del mezcal como “<b>diferenciación artesanal e industrial</b>”.</p>
<p><b>Quesillo (queso Oaxaca)</b> <b>contemplado en el Reglamento de Uso: En proceso de desarrollo.</b> <b>ICAR/UAEMex.</b> (Sánchez-Vega, Espinoza-Ortega, Esteban-González, Fernández-Sánchez, &amp; Colín-Cruz, 2019)</p>	<p>Al igual que su contraparte destilada (mezcal), el queso tiene un amplio reconocimiento nacional e internacional. En los otros estados de México diferentes a Oaxaca, el queso es reconocido como “queso Oaxaca”. El queso Oaxaca es un componente fundamental en la gastronomía mexicana, sin embargo, a diferencia del mezcal, <b>el queso no cuenta con una estrategia para la protección del uso del nombre</b>. Por lo que día a día se ha deslizado la marca “queso Oaxaca” de su origen y actualmente este apelativo se les otorga a todos los quesos de pasta hilada con forma de capullo de flor independientemente del origen o del saber-hacer. El queso de Oaxaca es un ejemplo perfecto de un producto tradicional que se ha vuelto genérico. Se elabora en todo el territorio mexicano y se comercializa también en todo México. En Reyes ETLA (zona de origen) procesan una leche producida en hatos especializados traída principalmente del estado de Puebla. En los últimos años los productores de Reyes ETLA han retomado esfuerzos para proteger el uso del nombre “quesillo” con el establecimiento de la marca colectiva “Quesillo de Reyes ETLA, Región de Origen”. Sin embargo, recuperar el camino perdido dependerá de la identificación de los atributos de calidad diferencial del queso de Reyes ETLA y del vínculo de estos atributos con el territorio. Por lo anterior, el queso (queso Oaxaca) <b>no cuenta todavía con una estrategia para la protección y el desarrollo de su valor de marca</b>.</p>
<p><b>Tequila</b> <b>Reglamento de Uso contemplado en la NOM-006-SCFI-2005</b> (CCONNSE, 2005)</p>	<p>La estrategia para el desarrollo de valor de marca del tequila se basa también en el monopolio del uso del nombre “tequila” por parte de los productores autorizados por el consejo regulador. La diferenciación al interior del territorio se basa en los diferentes tipos de añejamiento del producto (Blanco, Joven, Reposado, Añejo y Extra añejo). El tequila tiene el mayor reconocimiento de marca de todos los productos visitados, sin embargo, ha sacrificado una parte importante de su saber-hacer y de sus características diferenciales a través de los años, ya que, ha incorporado azúcares diferentes al agave para adaptarse a las demandas crecientes del mercado. Por otro lado, ha desarrollado programas de investigación para optimizar la producción del agave tequilana weber variedad azul, pues su escasez ha causado en el pasado desabastecimiento del tequila en el mercado. El saber hacer del tequila se ha transformado con los años, en la actualidad su proceso es casi exclusivamente industrial</p>

	<p>observándose una exclusión de la mayoría de los pequeños productores artesanales. El tequila ha optado por asegurar su calidad vertical sacrificando su calidad horizontal para facilitar su comercio. Sin embargo, sus estrategias de marketing como el paisaje cultural agavero, ha desarrollado su valor de marca a pesar de su escaso vínculo de sus características diferenciales con el territorio. Una parte importante de la economía de Jalisco depende de las rentas derivadas de este valor de marca. Por lo anterior, se denominó a la estrategia de desarrollo de valor de marca del tequila como <b>“Innovación industrial”</b>.</p>
<p><b>Queso Cotija</b> <b>Reglamento de</b> <b>Uso: Queso Cotija</b> <b>región de Origen</b> <b>2010</b> Desarrollado por Esteban Barragán del Centro de Estudios Rurales de El Colegio de Michoacán (Álvarez-barajas, Barragán-López, &amp; Chombo-Morales, 2010)</p>	<p>La estrategia para el desarrollo de valor de marca del queso Cotija se basa en la conservación de la tradición del territorio y la promoción de la misma. El eslogan de las reglas de uso de la marca colectiva queso Cotija región de origen se denomina <b>“La costumbre convertida en regla”</b>. Queso Cotija región de origen propone desarrollar su valor de marca a través de la preservación del patrimonio biocultural de la sierra de Jalmich. Además, plantea demostrar que la inocuidad del producto se puede garantizar sin sacrificar la calidad horizontal del queso Cotija, para esto viene trabajando ensayos de investigación con la Universidad Nacional Autónoma de México y con el Centro de investigaciones en tecnología y diseño del estado de Jalisco. Por otro lado, también se observó una fuerte usurpación del uso del nombre Cotija con otros quesos que no provienen de la sierra de Jalmich y que no cuentan con el vínculo territorial para utilizar el nombre, de hecho, es más fácil conseguir “queso Cotija” falsificado que el queso Cotija original, lo cual, evidencia que también es necesario una estrategia jurídica para la protección del uso del nombre, de la misma forma como lo hace la DO del tequila o la DO del mezcal. Actualmente la estrategia de protección y valorización de marca del queso Cotija se centra en el mesón del queso Cotija, un ensayo empresarial socialmente responsable que busca posicionar el queso en el mercado sin sacrificar el patrimonio biocultural del producto. Por lo anterior, se denominó a la estrategia de desarrollo de valor de marca del queso Cotija como: <b>“Selección Tradicional o Producto Típico”</b></p>
<p><b>Sotol</b> <b>Reglamento de Uso</b> <b>contemplado en la</b> <b>NOM-159-SCFI-</b> <b>2004</b> (CCONNSE, 2004)</p>	<p>La estrategia de desarrollo de valor de marca usada por la DO del Sotol es la de seguir el camino del tequila. Su reglamento de uso del nombre es muy similar a la del tequila, incluso han incluido ya el permiso de usar azúcares diferentes al proveniente de la planta <i>Dasylium</i> spp. Sin embargo, las características de calidad diferencial del sotol y los factores naturales y humanos observados en el territorio distan mucho a los observados en el estado de Jalisco para el tequila y, por ende, no se corresponden con lo contemplado en las reglas de uso del sotol derivado de la NOM-159-SCFI-2004. La denominación de origen del sotol ha decidido desarrollar la calidad vertical del producto sacrificando gran parte de su calidad horizontal, sin embargo, los atributos de calidad horizontal del producto son múltiples y el territorio conserva por sí solo los factores naturales y humanos que le permiten al sotol expresar esos atributos diferenciales, ya que, como su nombre y su valor de marca no tiene el grado de reconocimiento del tequila, el territorio aun no es lo suficientemente atractivo para la inversión del gran capital, por lo que su producción está basada en la pequeña empresa y su saber hacer aún se transmite de una generación a la otra, con lo cual se ha conservado su vínculo territorial a pesar que las reglas de uso. Sin embargo, por plantear la estrategia de desarrollo de valor de marca del Sotol con los mismos principios del tequila, se denominó <b>“Innovación industrial”</b>.</p>
<p><b>Queso Chihuahua</b> <b>Reglamento de</b> <b>Uso: Reglamento</b> <b>de uso queso</b> <b>chihuahua 2012</b> <b>Queso Chihuahua</b> (Trevizo, Mendoza, &amp; González, 2012)</p>	<p>La estrategia de valor de marca usada por el consejo regulador de la DO de origen del queso Chihuahua (DO en proceso de construcción) es similar a la descrita para el tequila y sotol, monopolizando el uso del nombre “queso Chihuahua”, certificando la calidad vertical y sin hacer mayor referencia a la calidad horizontal. Vale la pena resaltar que de acuerdo con lo que se observó en el territorio de Cuauhtémoc, el queso Chihuahua cuenta con una amplia historia derivado de los asentamientos menonitas que llegaron a México en 1922. Tanto así, que el queso chihuahua también es reconocido como queso menonita. Sin embargo, en las reglas de uso no se encontró descrito la calidad horizontal de este queso, ni tampoco el vínculo del territorio (factores naturales y humanos) con los atributos de calidad diferencial. De la misma manera, los miembros del consejo regulador saben las características diferenciales que debe expresar el queso, pero manifiestan que solo se obtienen con la forma tradicional de elaboración (leche cruda), desafortunadamente, existe una confusión con el</p>

	cumplimiento de los requisitos sanitarios que ha llevado a la modificaciones industriales del producto tradicional, razón por la cual denominamos su estrategia de desarrollo de valor de marca como “ <b>Innovación Industrial</b> ”.
--	--

### **Evaluación de las alternativas para desarrollar valor de marca en el queso Paipa a partir de su calidad diferencial.**

Los resultados del AHP a partir de las encuestas que fueron realizadas a los expertos nacionales e internacionales en valorización de productos típicos agroalimentarios mostraron que cada criterio y subcriterio de la calidad diferencial ligada al territorio tiene una ponderación de importancia diferente. El subcriterio con mejor priorización con respecto a todos los subcriterios del mismo nivel del modelo fue “factores humanos” (25.26%), seguido de factores naturales (19,99%). A nivel de criterios que soportan la calidad diferencial, el componente mejor priorizado fue “territorio” (45.25%), seguido de “diferenciación” (29.23%) y finalmente “calidad” (25.52%). La estimación de los elementos del modelo relacionando los pesos globales de importancia se presenta en la tabla 15, así mismo se presenta el aporte de cada una de las alternativas evaluadas tras la síntesis del modelo.

**Tabla 16.** Estimación de pesos globales para priorización en función del desempeño de las alternativas para desarrollar valor de marca del queso Paipa.

Alternativas para desarrollar valor de marca	<b><u>Pesos globales asociados a los criterios</u></b>						<b>Desempeño de alternativas para desarrollar valor de marca</b>
	<b>Diferenciación</b>		<b>Calidad</b>		<b>Territorio</b>		
	29,23%		25,52%		45,25%		
	<b>Pesos globales asociados a los sub-criterios</b>						
	<b>Diferenciación jerárquica</b>	<b>Diferenciación por variedad</b>	<b>Calidad Horizontal</b>	<b>Calidad Vertical</b>	<b>Factores Naturales</b>	<b>Factores Humanos</b>	
	19,59%	9,64%	16,81%	8,71%	19,99%	25,26%	
	<b>Pesos globales asociados a cada alternativa para desarrollar valor de marca en función de los sub-criterios</b>						
<b>Selección Tradicional</b>	11,75%	3,79%	10,35%	2,70%	12,42%	15,42%	<b>56,43%</b>
<b>Innovación Industrial</b>	1,98%	1,70%	1,46%	2,54%	1,45%	2,09%	<b>11,23%</b>
<b>Diferenciación Artesanal / Industrial</b>	5,85%	4,15%	5,00%	3,47%	6,12%	7,75%	<b>32,34%</b>

Las prioridades de importancia estimada a partir de los juicios de valor otorgados por los expertos tras la valoración del modelo AHP permitió identificar que la mejor alternativa para desarrollar valor de marca del queso Paipa es la “Selección Tradicional o Producto Típico” en función del aporte que realiza a los subcriterios “diferenciación jerárquica”, “calidad horizontal”, “factores naturales” y “factores humanos”; mientras que la alternativa “Diferenciación Artesanal e Industrial” fue la más importante en función de su aporte a los subcriterios “diferenciación por variedad” y “calidad vertical”. Por el contrario, la alternativa “Innovación Industrial” es la menos importante en función de cualquier sub-criterio de la calidad diferencial ligada al territorio del queso Paipa evaluada (Tabla 15).

Con la ponderación de alternativas y subcriterios se priorizaron las alternativas propuestas para desarrollar el valor de marca del queso Paipa a partir de su calidad diferencial ligada al territorio. Los resultados mostraron que, a juicio de los expertos, la alternativa “Selección Tradicional o Producto Típico” es la mejor opción con 56,43% de peso global, seguido por la alternativa “Diferenciación Artesanal e Industrial” con 32,34% de peso global y por último la alternativa “Innovación Industrial” con un 11,23% de peso global (Tabla 15).

## **Discusión**

La percepción de los expertos indicó que la mejor alternativa para desarrollar el valor de marca del queso Paipa es la “selección tradicional”, es decir, *“Proteger con el sello de la DO únicamente a los productores de queso Paipa que demuestren un vínculo de su producción con el territorio de origen en sus tres aspectos (histórico, geográfico y cultural) y que garanticen la inocuidad del producto”*. Dicha alternativa es coherente con el alcance en términos normativos que se ha atribuido a las DO como parte de la estrategia de diferenciación que usa sellos de origen en productos agroalimentarios que cuentan con calidad horizontal sustentada en el territorio y las identidades que en relación al producto se tejen en él, este hallazgo es coherente con lo presentado por (Aranda, 2015) quien incorporando elementos que se relacionan a los productos típicos y la calidad ligada al territorio de origen, evaluó las alternativas de diferenciar el queso Paipa ya fuera como DO, marca de garantía o marca colectiva, esta últimas

con mención al territorio de origen. Desde esta perspectiva, la DO del queso Paipa tendría que estar destinada a proteger el producto típico considerando las actividades humanas en toda su complejidad, respondiendo a motivaciones culturales, sociales, ambientales, paisajísticas, económicas y técnicas; desarrollando su valor de marca de forma integral, a partir de los significados positivos asociados al queso Paipa y a su territorio de origen (Champredonde & González, 2016). Esto concuerda también con la ponderación de los sub-criterios de la calidad diferencial ligada al territorio, en donde los “factores humanos” es el sub-criterio con mayor prioridad (25,26%). En otras palabras, la actividad humana que se relaciona al arraigo de la actividad y se mantiene por los actores locales vinculados a la producción de queso Paipa resulta ser el criterio más importante que soporta la calidad diferencial ligada al territorio en el queso Paipa. El desarrollo de la alternativa “Selección Tradicional” conlleva un arduo trabajo que involucra los actores de la cadena de valor del queso Paipa relacionados a la producción primaria (hatos lecheros) del territorio, ya que como se presentó en los capítulos anteriores, para lograr la inocuidad del queso Paipa sin cambiar sus procesos tradicionales, y con ello conservar la connotación de producto típico y sus características diferenciales (O’Sullivan & Cotter, 2017), se debe emplear en la producción leche cruda que cumpla con los estándares mínimos de recuentos de microorganismos patógenos (Baars, 2019). Para que esto sea posible en el territorio de la DO, se debe llegar a acuerdos con los productores de leche y sus organizaciones a fin de definir el cumplimiento de parámetros de calidad microbiológica con el mejoramiento de las rutinas de ordeño, programas de aseo y desinfección de utensilios de ordeño y transporte que garanticen la higiene de la leche cruda y que se adapten a la idiosincrasia local (Licitra, Caccamo, & Lortal, 2019). Esto solo se podrá lograr si se considera al productor de leche como un actor fundamental de la cadena de valor del queso Paipa y no como solo proveedor de materia prima, como actualmente viene siendo en el territorio. Sin garantizar la calidad de la leche cruda, será muy difícil desarrollar el valor de marca del queso Paipa, por el riesgo latente de presencia de microorganismos patógenos provenientes de la leche cruda, lo que podría generar una sensación de inseguridad en los consumidores (Aparici, García & Larrea, 2016). De la misma manera, el desarrollo de una información clara sobre los parámetros de cumplimiento de la leche cruda para lograr el aseguramiento de la

inocuidad en el queso Paipa será determinante para desarrollar su valor de marca con cualquiera de las tres alternativas propuestas (Baars, 2019), en consecuencia en los pliegos de condiciones de uso del producto deberían incorporarse algunas de las prácticas que a nivel de la producción primaria de la leche con que se produce el queso Paipa que permitan asegurar la calidad de la materia prima y en consecuencia de la inocuidad del producto agroalimentario.

El desarrollo del valor de marca del queso Paipa permitiría obtener mayores precios en el mercado, distribuir mejor las ganancias a lo largo de la cadena y ampliar cuotas de mercado en nichos de alto valor desarrollados a partir de las preferencias de consumo. Sin embargo, la valorización de la marca “queso Paipa”, deberá identificar y valorizar también aspectos sociales, culturales, patrimoniales y biológicos (Champredonde & González, 2016). Para lograr esto se deberá solucionar su principal barrera comercial (incapacidad de producir un queso elaborado con leche cruda de menos de 30 días de maduración, libre de microorganismos patógenos) sin sacrificar su calidad horizontal (significados intangibles asignados al vínculo del queso Paipa con el territorio) (Caldentey & Gómez, 1996). El solo cumplimiento normativo sanitario con el desconocimiento de los significados que genera el vínculo con el territorio puede generar un desequilibrio en el significado de la calidad diferencial del queso y puede provocar que pocas empresas que cumplen con los requerimientos de calidad vertical pero no con las características intangibles de la producción típica empleen el distintivo “DO queso Paipa” de forma oportunista afectando a muchos pequeños productores quienes han actuado como guardianes de la tradición y del patrimonio inmaterial del queso Paipa, de forma similar a como ya ha sucedido con otros productos típicos (Enríquez, 2017) (Bowen & Gaytán, 2012). Los riesgos asociados a la industrialización del queso Paipa podrían poner en vilo la pérdida y desaparición del producto típico tradicional, por esta razón es que los expertos consultados identificaron que la alternativa “Innovación Industrial” resultaba ser la alternativa a la que se asoció un menor peso de importancia en la priorización de las tres alternativas evaluadas para desarrollar el valor de marca en el queso Paipa.

Por su parte, la alternativa “diferenciación artesanal e industrial” podría desarrollar dos caminos diferentes, uno semi-industrial que permitiría a los empresarios vinculados a la producción de queso Paipa seguir desarrollando sus procesos para lograr el

cumplimiento normativo sanitario sin desconocer la tradición, los cuales, como se presentó en el objetivo tres del presente trabajo, cuentan con una trayectoria histórica que se remonta a finales del siglo XIX con la producción de queso Paipa con empleados en la hacienda Valparaíso en Sotaquirá o con la producción empresarial de la familia Sandoval en Paipa Boyacá desde 1940 que se sostiene hasta la fecha con la empresa “lácteos los alisos”; y otro de corte artesanal donde el maestro quesero sea quien elabore con sus propias manos el queso Paipa, conservando el saber-hacer, transmitiendo el conocimiento de maestro a aprendiz, exaltando los factores humanos del territorio y conservando la riqueza cultural del producto. Con esta alternativa se propone que el consumidor sea el responsable de elegir entre los dos sistemas productivos expuestos en la etiqueta (Rojas, 2011). Esta opción presentó una priorización intermedia (32,34%) y de acuerdo con las opiniones de los expertos, es la mejor alternativa para superar la principal barrera comercial del queso Paipa (incumplimiento de la normativa sanitaria vigente en Colombia), ya que, se encuentra asociada a la calidad vertical del producto; sin embargo para concretar esta alternativa, implicaría un compromiso de los productores de solo emplear el apelativo de DO queso Paipa en el producto que cumple con todas las condiciones, especialmente las relacionadas con la calidad horizontal, pudiendo desarrollar otro signo distintivo a ser empleado en productos lácteos, incluyendo otros tipos de queso que se producen en el territorio, pero que no son los que se distinguen y han sido protegidos con la declaración de protección como DO. En consecuencia, de esta forma se lograría prevenir lo que denominan (Aranda *et al.*, 2014) la banalización de los signos, dando plena garantía a los consumidores de que el producto distinguido con la DO es precisamente el que mantiene las condiciones de calidad diferencial asociada al producto típico con calidad ligada al territorio de origen del que se está usando el apelativo.

Finalmente, de acuerdo con los resultados del objetivo anterior se observa en el territorio diferentes interpretaciones productivas del queso Paipa por parte de los actores locales; una forma típica, una forma artesanal y una forma empresarial, cada una con realidades productivas diferentes y con significados diferentes del territorio y por consiguiente de la marca “queso Paipa”, y si bien es cierto que la alternativa de proteger únicamente al queso Paipa típico es el deber ser desde de lo que diferencian

los sellos de calidad con mención al origen en productos típicos (Aranda *et al.*, 2014b), no se puede desconocer el desarrollo histórico y el vínculo con el territorio con el que cuentan algunos productores de queso Paipa con enfoque empresarial (ver capítulo III).

A partir de las diferentes realidades productivas del queso Paipa y del impacto histórico en el territorio que han tenido las empresas y de acuerdo con los resultados de preferencias de los expertos, se propone mezclar las alternativas con mayor calificación, “Selección Tradicional” (56,43%) y “Diferenciación artesanal e industrial” (32,34%) y así diferenciar estos tres sistemas productivos que cuentan con un vínculo entre el queso Paipa y el territorio de origen, pero con diferentes expresiones de atributos tangibles e intangibles a partir de sus características productivas. Una opción denominada “producto típico” que proteja las pocas unidades productivas que quedan en el territorio con estas características y que se enfoque en generar una valorización integral del producto protegido con la DO (Aranda *et al.*, 2015), proyectado en encontrar la mejor manera de producir un queso Paipa típico sin desconocer los requerimientos normativos sanitarios para la producción de alimentos. Otra opción artesanal que diferencie la producción del queso Paipa derivada de un saber hacer en donde el mismo productor sea quien lo elabora con sus propias manos y pueda dar garantía que el producto es elaborado directamente por el maestro quesero (Camacho *et al.*, 2019) y una opción empresarial que reconoce el esfuerzo generado por las empresas familiares de más de 100 años de antigüedad que intentan estandarizar sus procesos y generar adaptaciones para cumplir con la normativa sanitaria vigente pero conservando la tradición en la elaboración del queso Paipa. De esta forma se reconocen las realidades productivas presentes en el territorio de la DO y se podrían generar diferentes significados intangibles de la producción del queso Paipa que fortalezca el desarrollo de valor de marca del mismo (Villegas *et al.*, 2015).

## **Conclusiones**

En el presente capítulo se evaluaron diferentes alternativas para el desarrollo del valor de marca del queso Paipa, las cuales incorporaban su calidad diferencial. De acuerdo con la opinión de los expertos en valorización de productos típicos agroalimentarios la

mejor alternativa para desarrollar valor de marca del queso Paipa a partir de su calidad diferencial ligada al territorio es la de proteger exclusivamente el producto típico con el distintivo de DO queso Paipa, generando una valorización integral de su marca a través de la exaltación de las actividades humanas en toda su complejidad; respondiendo a motivaciones culturales, sociales, ambientales, económicas y técnicas. Sin embargo, ante la falta de correspondencia entre el producto típico y la normatividad sanitaria colombiana, ante el riesgo de pérdida del patrimonio inmaterial presente en las pocas unidades productivas que conservan el producto típico intacto y ante los contrastes productivos tan marcados encontrados en el territorio, se propone diferenciar las unidades productivas del queso Paipa en tres (típico, artesanal y empresarial) y enfocar los planes de mejoramiento de la calidad de la leche cruda a cada sistema productivo y de esta manera obtener un queso Paipa microbiológicamente seguro que conserve sus tradiciones. De esta manera se pueden generar más significados intangibles de las producciones del territorio, permitiendo desarrollar un valor de marca “queso Paipa” integral que responda las diferentes producciones encontradas en el territorio de la DO.

## Referencias

- Aczél, J. & Saaty, T. (1986) Procedures for synthesizing ratio judgments. *Journal of mathematical psychology*, 27 (1), 93 – 102.
- Álvarez-Barajas, R., Barragán-López, E., & Chombo-Morales, P. (2010). *Reglas de Uso. Marca Colectiva. Queso Cotija Región de Origen* (No. 1). Zamora, Michoacán.
- Aranda Camacho, Y. V., Gómez Muñoz, A. C., & Ramos Real, E. (2014). Tipificación de los vínculos producto típico-territorio: una metodología con aplicación empírica en productos agroalimentarios de la región andina de Colombia. *Agroalimentaria*, 20(38), 15–33.
- Aranda Camacho, Y. V., Gómez Muñoz, A. C., & Ramos Real, E. (2014b). Incorporación de dinámicas territoriales en un modelo para la selección de sellos de origen. *Revista española de estudios agrosociales y pesqueros*, 237, 13–47.

- Aranda Camacho, Y. V. (2015) Productos agroalimentarios e identidad del territorio: Un modelo de decisión para orientar la selección de sellos de origen. Tesis doctoral, departamento de economía, sociología y política agrarias, Universidad de Córdoba - España.
- Aranda Camacho, Y. V., Gómez Muñoz, A. C., & Ramos Real, E. (2015). Productos agroalimentarios con identidad del territorio: una propuesta metodológica para la selección de signos distintivos con vínculo territorial. In U. N. de Colombia (Ed.), *Encuentro Nacional de Investigación y Desarrollo ENID*. Bogotá D.C. Retrieved from <http://serviciospub.sic.gov.co/Sic/ConsultaEnLinea/2013/index.php>
- Aparici, E. Z., García, A. M., & Larrea-killinger, C. (2016). ¿Sabemos lo que comemos?: Percepciones sobre el riesgo alimentario en Cataluña, ¿España Do we know what we eat?: Perceptions regarding food risks in Catalonia, Spain. *Salud Colectiva*, 12(4), 505–518. <https://doi.org/10.18294/sc.2016.932>
- Baars, T. (2019). Chapter 4. Regulations and Production of Raw Milk. In *Raw Milk: Balance Between Hazards and Benefits* (Elsevier 1st ed., pp. 65–90). Frick, Switzerland. <https://doi.org/10.1016/B978-D-12810530-6.00004-3>
- Bowen, S., & Gaytán, M. S. (2012). The Paradox of Protection: National Identity, Global Commodity Chains, and the Tequila Industry. *Social Problems*, 59(1), 70–93. <https://doi.org/10.1525/sp.2012.59.1.70>.
- Caldentey Albert, P., & Gómez Muñoz, A. C. (1996). Productos típicos, territorio y competitividad. *Agricultura y Sociedad*, 80–81(Julio-diciembre), 57–82.
- Camacho-Vera, J. H., Cervantes-escoto, F., Cesín-vargas, A., & Palacios-Range, M. I. (2019). Los alimentos artesanales y la modernidad alimentaria. *Estudios Sociales*, 29(53), 1–20. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.24836/es.v29i53.700>
- Cambra, J., & Villafuerte, A. (2008). Denominaciones de Origen e Indicaciones Geográficas: Justificación de su Empleo y Valoración de su Situación actual en España. *Colección Mediterráneo Económico: “El Nuevo Sistema Agroalimentario En Una Crisis Global,”* 15, 329–350.
- Comité Consultivo Nacional de Normalización (CCONNSE). (2004). Bebidas

- alcohólicas-sotol- especificaciones y métodos de prueba. Norma oficial mexicana (NOM-159-SCFI-2004). Estados Unidos Mexicanos.
- Comité Consultivo Nacional de Normalización (CCONNSE). (2005). Bebidas alcohólicas-Tequila-Especificaciones. Norma Oficial Mexicana (NOM-006-SCFI-2005). Estados Unidos Mexicanos.
- Comité Consultivo Nacional de Normalización (CCONNSE). (2016). Bebidas alcohólicas-mezcal-especificaciones. Norma Oficial Mexicana (NOM-070-scfi-2016). Estados Unidos Mexicanos.
- Champredonde, M. A. (2016) 'Tipicidad Territorial: Elemento fundacional de la construcción de una denominación de origen', *Desenvolvimento Regional em debate*, 6(1), pp. 22–40.
- Champredonde, M., & González Cosiorovski, J. (2016). ¿Agregado de Valor o Valorización? Reflexiones a partir de Denominaciones de Origen en América Latina. *Revista Iberoamericana de Viticultura, Agroindustria y Ruralidad*, 3(9), 147–172. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=469546924008>
- Enríquez Caballero, Y. P. (2017). Políticas de Desarrollo Regional en la Denominación de Origen: Los casos del Tequila y el vino La Rioja. *Perspectivas. Revista de Análisis de Economía, Comercio y Negocios Internacionales*, 11(1), 7–27. [https://doi.org/http://publicaciones.eco.uaslp.mx/VOL19/Volumen\\_11.0\\_1.PDF](https://doi.org/http://publicaciones.eco.uaslp.mx/VOL19/Volumen_11.0_1.PDF)
- Ishizaka, A. (2011). Clusters and pivots for evaluating a large number of alternatives in AHP. *Pesquisa Operacional*, 32(1), 87–101. <https://doi.org/10.1590/S0101-74382012005000002>
- Licitra, G., Caccamo, M. & Lortal, S. (2019) 'Artisanal Products Made with Raw Milk'. In *Raw Milk: Balance Between Hazards and Benefits* (Elsevier 1st ed., pp. 175–222). Frick, Switzerland. <https://doi.org/10.1016/B978-D-12810530-6.00004-3>
- O'Sullivan, O., & Cotter, P. D. (2017). Microbiota of Raw Milk and Raw Milk Cheeses. In *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (4th ed., pp. 301–316). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417012-4.00012-0>
- Rojas Granados, L. (2011). Descripción del proceso metodológico para la

caracterización de productos con denominación de origen. La experiencia del Queso Turrialba. *Perspectivas Rurales*, 19(10), 125–153.

<https://doi.org/https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales/article/view/3383>

Saaty, T. (1994) Fundamentals of decisions making and priority theory with the analytic hierarchy process. Pittsburg, P.A, RSW Publications.

Sánchez-Vega, L. P., Espinoza-Ortega, A., Esteban-González, M. A., Fernández-Sánchez, H. Y., & Colín-Cruz, M. de los Á. (2019). *Reglas de uso, Marca colectiva, Quesillo de Reyes Etna, Región de Origen*. Toluca, Estado de México.

Trevizo, J., Mendoza, H., & González, M. del P. (2012). Reglamento de Uso. Denominación de Origen Queso Chihuahua. Chihuahua.

Valles, M. S. (2002). *Cuadernos Metodológicos. Entrevistas cualitativas* (Primera). Madrid, España: Centro de Investigaciones Sociológicas.

Vandecandelaere, E., Arfini, F., Belletti, G., Marescotti, A., Allaire, G., Cadilhon, J. J., & Wallet, F. (2009). *Uniendo personas, territorios y productos. Guía para fomentar la calidad vinculada al origen y las indicaciones geográficas sostenibles*. FAO. Retrieved from [www.foodquality-origin.org](http://www.foodquality-origin.org)

Villafuente Martín, A., Gómez Muñoz, A. C., & De Haro Giménez, T. (2012). El concepto de “valor de marca” aplicado a los signos de calidad con indicación geográfica. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 232, 131–164.

Villafuente Martín, L. A. (2015). *Propuesta metodológica para la incorporación de variables territoriales en la determinación del valor de marca de las indicaciones geográficas agroalimentarias*. Universidad de Córdoba.

Villegas-DeGante, A., Lozano-Moreno, O., & Cervantes-Escoto, F. (2015). *Valorización de los quesos mexicanos genuinos. Conocimiento, degustación, acompañamiento y gastronomía*. (Editorial del Colegio de Postgraduados Colegio, Ed.) (Primera). Montecillo, Texcoco, Estado de México

## **9. Conclusiones Generales**

El desarrollo de la presente investigación identificó los principales atributos sensoriales del queso Paipa con DO, evaluó la evolución de las características fisicoquímicas y microbiológicas en un estudio exploratorio de un lote de quesos Paipa e identificó los factores naturales y humanos que aporta el territorio en sus diferentes dimensiones (geográfica, histórica y cultural) y que inciden en las características del producto. Con estos insumos se evaluaron diferentes alternativas para el desarrollo del valor de marca del queso Paipa a partir de su calidad diferencial ligada al territorio y se propuso la alternativa que a juicio del presente trabajo de investigación sería la mejor opción. Este es el primer ejercicio de investigación realizado al interior del territorio de la DO que integra investigación técnica cuantitativa del producto (Capítulos I y II) e investigación social cualitativa del territorio (Capítulo III) para definir de forma integral la calidad diferencial ligada al territorio del queso Paipa y con estos insumos, proponer la mejor alternativa para desarrollar su valor de marca (Capítulo IV).

Se identificaron aspectos de la calidad diferencial ligada al territorio del queso Paipa que no habían sido descritos en la resolución de DO, tales como los atributos sensoriales de apariencia, sabor, olor y textura; así como también características fisicoquímicas como proteólisis, perfil de ácidos grasos, color instrumental, textura instrumental; y la composición de su microbiota fúngica y bacteriana durante su maduración. De la misma manera, se identificaron aspectos territoriales como los orígenes del saber-hacer o la descripción de la estructura productiva del territorio y los diferentes actores que la componen. De esta forma, se definió la calidad diferencial del queso Paipa, la cual se sustenta en las características del producto (sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas) y en las características del territorio (aspectos históricos, geográficos y culturales) dentro de las que se encuentran sus factores naturales (razas, pastos, suelos, temperatura, humedad, entre otras) y sus factores humanos (saber-hacer, historia, cultura). Esta información representa un activo fundamental para empezar a complementar la información registrada en la resolución de DO del queso Paipa, así como también para la construcción de la identidad del producto desde el interior del territorio y de esta manera se puede mejorar el uso del

sello de DO para diferenciar el queso Paipa en el mercado y captar rentas de especificidad mediante la valorización de sus atributos diferenciales.

La principal limitante para desarrollar la identidad del queso Paipa y su valor de marca es la pobre calidad microbiológica de la leche cruda usada para su elaboración que impacta en las características microbiológicas del queso, este factor limitó la construcción de sus características sensoriales y representa un riesgo latente para los consumidores, lo que significa una limitante para el desarrollo de su valor de marca. Sin embargo, y a pesar de esta limitante, se logró identificar una gran riqueza sensorial en el queso Paipa, representada en 47 descriptores sensoriales (siete descriptores de apariencia, 15 de olor, 15 de sabor y 10 de textura) que permitieron hacer una construcción preliminar de su perfil sensorial. No obstante, estas muestras también presentaban una alta heterogeneidad entre ellas, a pesar de haber sido elaboradas al interior del territorio de la DO en la misma fecha y con los mismos tiempos de maduración, lo que sugiere una gran distancia por recorrer para definir la identidad sensorial del queso Paipa. Por lo tanto, se requieren más estudios sensoriales al interior del territorio de la DO con los productores tradicionales y con quesos que cumplan los requerimientos microbiológicos para seguir construyendo su identidad sensorial.

En lo que se refiere a la evolución de las características fisicoquímicas y microbiológicas, a pesar de que las muestras de queso Paipa fueron elaboradas según el proceso tradicional indicado por el reglamento de la DO y por un productor con trayectoria generacional, el contenido de lípidos y ácido láctico (acidez) fue superior al indicado por la norma, mientras que la concentración de proteína y humedad fue menor. El queso Paipa mostró actividad proteolítica hasta el día 21 de maduración y una estabilidad en sus perfiles de ácidos grasos desde la leche hasta el día 30 de maduración con pequeñas disminuciones en ácidos grasos de cadena corta, de forma contraria, se observó alta pérdida de humedad durante los 30 días de maduración. La pérdida de humedad impactó en los parámetros de luminosidad, dureza, fracturabilidad, elasticidad, cohesividad y contenido de microorganismos. El estudio permitió concluir también que 30 días de maduración son insuficientes para controlar los riesgos microbiológicos presentes en la leche cruda si la misma presenta

altos recuentos de microorganismos patógenos. También se logró establecer que el queso Paipa evaluado (un único productor) presentó una microbiota compuesta principalmente por bacterias ácido lácticas mesófilas, *Corynebacterium* y levaduras del género *Debaryomyces* y *Candida*. La composición de su microbiota es similar a quesos tradicionales europeos de pasta lavada. El presente estudio permitió ampliar el conocimiento de la riqueza de microorganismos presentes en los quesos tradicionales en general y en el queso Paipa en particular. Por lo anterior, se concluye que se requieren más estudios al interior del territorio de la DO con más productores para evaluar el efecto de las diferencias en el proceso de manufactura y del proceso de maduración sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas y de esta manera mejorar la definición de la identidad fisicoquímica y microbiológica del queso Paipa con DO.

Por su parte, la identificación de los factores naturales y humanos del territorio de la denominación de origen del queso Paipa y la construcción conceptual de la calidad diferencial ligada al territorio del queso Paipa permitió concluir que las condiciones geográficas, históricas y culturales que se encuentran en los municipios de Paipa y Sotaquirá en el departamento de Boyacá influyen en las características de la leche y otorgan condiciones para la maduración del queso Paipa determinantes en su calidad diferencial. Su vínculo histórico con sus tradiciones ha permitido el desarrollo de un saber-hacer característico. Estas variantes en la leche y en su proceso de manufactura, le confieren al queso Paipa particularidades fisicoquímicas y microbiológicas que a su vez se expresan en atributos sensoriales únicos después de su periodo de maduración.

Finalmente, de acuerdo con la opinión de los expertos en valorización de productos típicos agroalimentarios, la mejor alternativa para desarrollar valor de marca del queso Paipa a partir de su calidad diferencial ligada al territorio es la de proteger exclusivamente el producto típico con el sello de DO. Sin embargo, ante los marcados contrastes productivos encontrados en el territorio, se propone diferenciar las unidades productivas del queso Paipa en tres (típico, artesanal y empresarial) y velar por mejoramiento de la calidad microbiológica de la leche cruda adaptado a la idiosincrasia local, para que el queso pueda cumplir con los requerimientos normativos sin perder su vínculo intangible con el territorio. De esta manera se puedan desarrollar

significados adaptados a las realidades productivas del territorio que favorezcan la construcción de su valor de marca.

## **10. Recomendaciones**

Se recomienda desarrollar y establecer un programa de buenas prácticas ganaderas, de ordeño y de transporte de la leche cruda destinada para la producción de queso Paipa adaptadas a la idiosincrasia de los ganaderos de Paipa y Sotaquirá que garantice las condiciones higiénicas y sanitarias de la leche cruda necesarias para obtener un queso Paipa inocuo. De la mano con estas mejoras en la calidad de la leche, se recomienda desarrollar nuevos estudios con un mayor número de productores y de quesos Paipa que cumplan con los requerimientos mínimos de inocuidad para seguir construyendo el perfil sensorial, las características fisicoquímicas y microbiológicas del queso Paipa y los factores naturales y humanos del territorio planteados en la presente investigación.

Conjuntamente con el mejoramiento de los parámetros de inocuidad de la leche y de común acuerdo con todos los actores del territorio con legítimo interés, se recomienda establecer el código de prácticas o reglas de uso de la DO del queso Paipa, caracterizando la identidad y el significado del producto típico para establecer los planes mejora de la calidad higiénica y sanitaria del producto sin industrializar sus procesos y evitar que se banalice el signo “denominación de origen” asociado al producto típico.

En la actualidad, los resultados de la presente tesis de doctorado ya están siendo usados por la gobernación de Boyacá para desarrollar las reglas de uso de la DO del queso Paipa y representan un avance en el desarrollo territorial a partir de la valorización de un producto típico agroalimentario, sin embargo, se recomienda seguir desarrollando proyectos de investigación aplicada en análisis sensorial de la leche y del queso Paipa; producción de leche para la denominación de origen; microbiología de la leche, del queso Paipa, de sus utensilios de proceso, de sus ambientes y utensilios de maduración; sistemas de certificación de la calidad de leche y del queso Paipa; condiciones de maduración y sus impactos en las características del producto típico; historia del territorio de origen; trayectoria tecnológica del sistema productivo; significados socioculturales de la producción y del producto típico; valorización de producto típico; mercadeo agroalimentario y economía territorial; entre otros que contribuyan con el desarrollo del territorio de la DO del queso Paipa.

## 11. Anexos:

### Anexo 1: Acta de Aprobación Comité de ética



**COMITÉ DE BIOÉTICA  
SEDE INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA  
CBE-SIU**

**ACTA DE APROBACION:** 20-15-891

**Nombre completo del proyecto:** "Desarrollo de una propuesta de creación de valor a partir de la caracterización del queso Paipa en el marco de su protección como denominación de origen"

**Sometido por:** Diego Alejandro Benavides Sánchez

**Fecha en que fue aprobado por el comité:** 04 de marzo de 2020

La SEDE DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA constituyó mediante la Resolución 001 de Mayo 2 de 2005 de la Dirección Científica de la SIU el Comité de Bioética de investigación en Humanos CBE-SIU, el cual está regido por la Resolución 008430 del 4 de octubre de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia que estableció las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud; los principios de la Asamblea Médica Mundial expuestos en su Declaración de Helsinki de 1964, última actualización del año 2013; y el código de regulaciones federales, título 45, parte 46, para la protección de los sujetos humanos, del departamento de salud y servicios humanos de los institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos (Junio 18 de 1991) y la Resolución 2378 de 2008 del Ministerio de la Protección Social de Colombia que adopta las Buenas Prácticas Clínicas para las instituciones que conducen investigación con medicamentos en seres humanos (cuando aplique).

**El CBE SIU certifica que:**

**1. Se revisaron y aprobaron los siguientes documentos del proyecto:**

- a.  Protocolo de investigación (Explicación y ampliación si el estudio está enmarcado dentro de un macroproyecto).
- b.  Formato(s) de consentimiento y/o asentimiento informado
- c.  Hojas de vida de los investigadores
- d.  Formato de recolección de datos
- e.  Folleto del investigador
- f.  Resultados de evaluación por otros comités (si aplica)
- g.  Informe de actividades-renovación de aval

**2. El presente proyecto fue evaluado y aprobado por los siguientes miembros del Comité de Bioética.**

*(El Comité de Bioética cuenta con seis (6) integrantes, para que haya quórum es necesario la presencia de al menos cuatro (4) de ellos, en la reunión del 04 de marzo participaron):*

Comité de Bioética de Investigación en Humanos de la Sede de Investigación Universitaria CBE-SIU  
Edificio SIU: Calle 62 52-59 Telefax (574) 2196402  
Medellín -- Colombia

Página 1 de 3



*ALBERTO TOBÓN CASTAÑO- PhD en Salud pública y metodología de investigación Biomédica*

*DANIEL FLÓREZ MEDINA- Magíster en bioética y derecho*

*HILDA INÉS ESCOBAR MESA- Paramédica*

*JASMÍN VIVIANA CACANTE- PhD en Bioética*

*NATALIA PAOLA LONDOÑO ARANGO- Especialización en responsabilidad civil y seguros*

3. **El Comité consideró que el presente estudio:** Es válido desde el punto vista ético. La investigación representa un riesgo mínimo para los sujetos que participan.
4. Conforme con la Resolución 8430 de 1993, el Comité tendrá acceso permanente a los datos del estudio, sin que esto vulnere la confidencialidad de la información de los participantes.
5. El Comité considera que las medidas que están siendo tomadas para proteger a los sujetos humanos son adecuadas.
6. El Comité considera adecuada la forma de obtener el consentimiento informado de los participantes en el estudio.
7. El Comité informará inmediatamente a los entes reguladores, correspondientes según el caso
  - a. Todo desacato de los investigadores a las solicitudes del Comité.
  - b. Cualquier suspensión o terminación de la aprobación por parte del Comité.
8. El Comité informará inmediatamente a las directivas de la SIU, toda información que reciba acerca de:
  - a. Lesiones o daños a sujetos humanos con motivo de su participación en la investigación
  - b. Problemas imprevistos que involucren riesgos para los sujetos u otras personas.
  - c. Cualquier cambio o modificación a este proyecto que haya sido revisado y aprobado por este comité.
9. El presente proyecto queda aprobado por un periodo de un (1) año a partir de la fecha de aprobación.  
Los proyectos de duración mayor a un año, deberán ser sometidos nuevamente a este comité, con todos los documentos que permitan su revisión actualizada: estos incluyen, informe de actividades relacionadas con la captación y seguimiento de los participantes, fecha de iniciación, modificaciones solicitadas y previamente aprobadas por este Comité. El informe debe constar con toda la información relativa a los participantes y al mecanismo de toma de consentimiento informado.
10. **El Investigador principal deberá:**

Comité de Bioética de Investigación en Humanos de la Sede de Investigación Universitaria CBE-SIU  
Edificio SIU - Calle 62-59-59 Teletax (57) 4 2196402  
Medellín - Colombia



- a. Informar cualquier cambio que se proponga introducir en el proyecto. Estos cambios no podrán ejecutarse sin la aprobación previa del CBE-SIU excepto cuando sean necesarios para minimizar o suprimir un peligro inminente o un riesgo grave para los sujetos que participan en la investigación.
- b. Avisar cualquier situación imprevista que se considere implica riesgos para los sujetos, la comunidad o el medio en el cual se lleva a cabo el estudio.
- c. Informar cualquier evento adverso serio de algún participante, comunicando la situación a la secretaria y a la presidencia del CBE-SIU, dentro de las primeras 24 horas de ocurrido el incidente, tal como lo dispone la resolución 2378 de 2008 y la resolución 2011020764 de 2011, ambas del Ministerio de la Protección Social.
- d. Poner en conocimiento del Comité toda información nueva importante respecto al estudio, que pueda afectar la relación riesgo/beneficio de los sujetos participantes.
- e. Comunicar cualquier decisión tomada por otros comités con respecto a la investigación que se lleva a cabo.
- f. Informar de la terminación prematura o suspensión del proyecto explicando las causas o razones y las implicaciones que esto tiene para el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

#### 11. Observaciones

- Se sugiere revisar los rubros del presupuesto, ya que no coinciden el valor final con las sumas parciales.
- En el Formato de Consentimiento Informado agregar la información del investigador principal y la del Comité de Bioética (Comité de Bioética de Investigación en Humanos de la Sede de Investigación Universitaria, teléfono 2196612 e-mail: cbioeticasiu@udea.edu.co)
- Aclarar si el producto, por estar ya comercializado, tiene un registro INVIMA que dé cuenta de la seguridad del producto para el consumo (por favor remitirlo al comité de Bioética)
- Qué medidas correctivas propone los investigadores en caso de encontrar, en el estudio propuesto, una cantidad fuera de lo permitido de microorganismos patógenos en el desarrollo del producto, que ponga en riesgo la salud de los consumidores.

**Nombre:** Jasmin Viviana Cacante Caballero

**Título:** Enfermera, PhD en Bioética

**Cargo CBE-SIU:** Presidenta

**Proyectó:** María Coral Correa

**Administradora en Salud**

**Asistente CBE-SIU**

Comité de Bioética de Investigación en Humanos de la Sede de Investigación Universitaria CBE-SIU

Edificio SIU: Calle 62-52-59 Teletax (574) 2196402

Medellín – Colombia

## **Anexo 2. Formato de entrevista semiestructurada para determinar los factores naturales y humanos que influyen en la calidad diferencial del queso Paipa**

### **Personas:**

1. ¿Cómo se llama?
2. ¿Cuántos años tiene?
3. ¿El sustento suyo y de su grupo familiar depende de la elaboración de queso Paipa?
4. ¿Hace cuánto tiempo elabora queso Paipa?
5. ¿Quién le enseñó a elaborar queso Paipa?
6. ¿Cuáles productores de queso Paipa conoce y desde hace cuánto sabe usted que lo producen?
7. ¿Conoce las zonas (municipios y/o veredas) donde históricamente se ha producido queso Paipa?
8. ¿Conoce alguna historia sobre el origen del queso Paipa?
9. ¿Podría describir el proceso completo del queso Paipa, desde el ordeño hasta la venta del queso?
  - a. Características del ganado
  - b. Alimentación del ganado
  - c. Ordeño del ganado (manual o mecánico)
  - d. Procedimiento de limpieza de la ubre
  - e. Cuidado (sanidad) del ganado
  - f. Medio ambiente (pastos, arboles, agua, otros)
  - g. Leche cruda
  - h. Evaluación de la leche
  - i. Transporte de la leche
  - j. Recepción de la leche
  - k. Reposo de la leche
  - l. Filtración de la leche
  - m. Descremado de la leche
  - n. Calentamiento de la leche
  - o. Cuajado de la leche (tipo de cuajo, cantidad y temperatura de cuajado)

- p. Tiempo de cuajado
  - q. Corte de cuajada
  - r. Agitación de la cuajada
  - s. Sentado de la cuajada
  - t. Desuerado de la cuajada
  - u. Amasado de la cuajada
  - v. Salado de la cuajada (cantidad de sal)
  - w. Moldeado (tipo de molde)
  - x. Pre-prensado (tiempo y características)
  - y. Prensado (tiempo fuerza y tipo de prensa)
  - z. Maduración (tiempo, prácticas, madera, descripción del área, temperatura, humedad, otros)
  - aa. Lavado
  - bb. Empaque
10. ¿Cuáles son las etapas del proceso de elaboración de queso Paipa que lo hacen único comparado con otros quesos que usted conozca?
11. ¿De acuerdo con su conocimiento, cree que alguna de las etapas de elaboración de queso Paipa se ha modificado respecto del proceso original que usted conoce?
12. ¿Cuáles organizaciones de productores de queso Paipa conoce? ¿Pertenece a alguna de ellas?
13. ¿Cuáles son las reglas o condiciones que debería cumplir un productor de queso Paipa para mantener la tradición?

**Producto:**

- 1. ¿Cuáles son las características (apariencia, color, olor, sabor, textura-consistencia) del queso Paipa que usted conoce?
- 2. ¿De las características descritas anteriormente, cuales considera usted que son las más importantes? ¿Cuándo debe dejar de llamarse queso Paipa?
- 3. ¿Cuáles formas y tamaños de queso Paipa produce y conoce y desde hace cuánto tiempo existen?
- 4. ¿Cuáles características del queso Paipa han cambiado desde que usted lo conoce? ¿Cuáles considera que son las razones para tales cambios?

5. ¿Qué le cambiaría al queso Paipa que se fabrica actualmente en el territorio y por qué?

**Territorio y recursos específicos:**

1. ¿Qué raza de ganado se debe usar para producir la leche para elaborar el queso Paipa y por qué?

2. ¿Podría describir como debe ser la leche usada para producir queso Paipa?

3. ¿Cuáles pastos deben usarse para alimentar a las vacas usadas para producir la leche destinada a la producción de queso Paipa?

4. ¿Qué ha cambiado en la raza o alimentación del ganado en los últimos años?

5. ¿Cómo influye el..... en la calidad del queso?

- Clima
- Suelos
- Pastos
- Alimentación del ganado
- Razas del ganado
- Otras

6. ¿Cómo madura usted el queso Paipa?

7. ¿Qué condiciones debe tener el sitio donde madura el queso Paipa?

¿Controla constantemente estas condiciones? ¿Cómo? ¿Lleva algún registro?

8. ¿De dónde proviene la leche, el cuajo y la sal, que usa? ¿Cuánta cantidad de cuajo y sal usa por cada cantina de leche? ¿Usa algún otro ingrediente como conservante, cultivo?

9. ¿En qué material están fabricados los moldes, los lienzos, las prensas y los estantes de maduración que usa? ¿Dichos materiales han cambiado con respecto a lo que se usaba antes (cuándo le enseñaron a elaborar queso Paipa)? ¿Cómo afectan éstos materiales las características del queso Paipa?

10. ¿Existe otra cosa que afecte las características del queso Paipa que no haya preguntado en la presente entrevista?

### **Anexo 3 Entrevista semiestructurada visitas DOP y MC mexicanas**

OBJETIVO: Identificar las diferentes estrategias del valor de marca a partir de la calidad diferencial ligada al territorio de los productos protegidos con DO y MC en un contexto latinoamericano.

1. ¿Hace cuánto existe la Denominación de Origen Protegida (DOP) o Marca Colectiva (MC)?
2. ¿Hace cuánto existe el consejo regulador de la DOP o MC?
3. ¿Cuáles son los objetivos de la DOP o MC?
4. ¿Qué funciones tiene el consejo regulador?
5. ¿Quiénes integran el consejo regulador?
6. ¿Cómo se eligen a los integrantes del consejo regulador?
7. ¿Cuáles son reglas establecidas por la DO o MC para garantizar la calidad del producto?
8. ¿Cómo se establecieron estas reglas de la DO o MC?
9. ¿Cómo controla el cumplimiento de las reglas establecidas por la DO o MC?
10. ¿Quiénes y cómo verifican el cumplimiento de las reglas establecidas por la DO o MC?
11. ¿Cómo se financian las actividades de control y el funcionamiento del consejo regulador de la DO o MC?
12. ¿Se han cumplido los objetivos de la DO o MC?

**Anexo 4:** Cuestionario para expertos. modelo analítico jerárquico para seleccionar alternativa de desarrollo de valor de marca del queso Paipa.

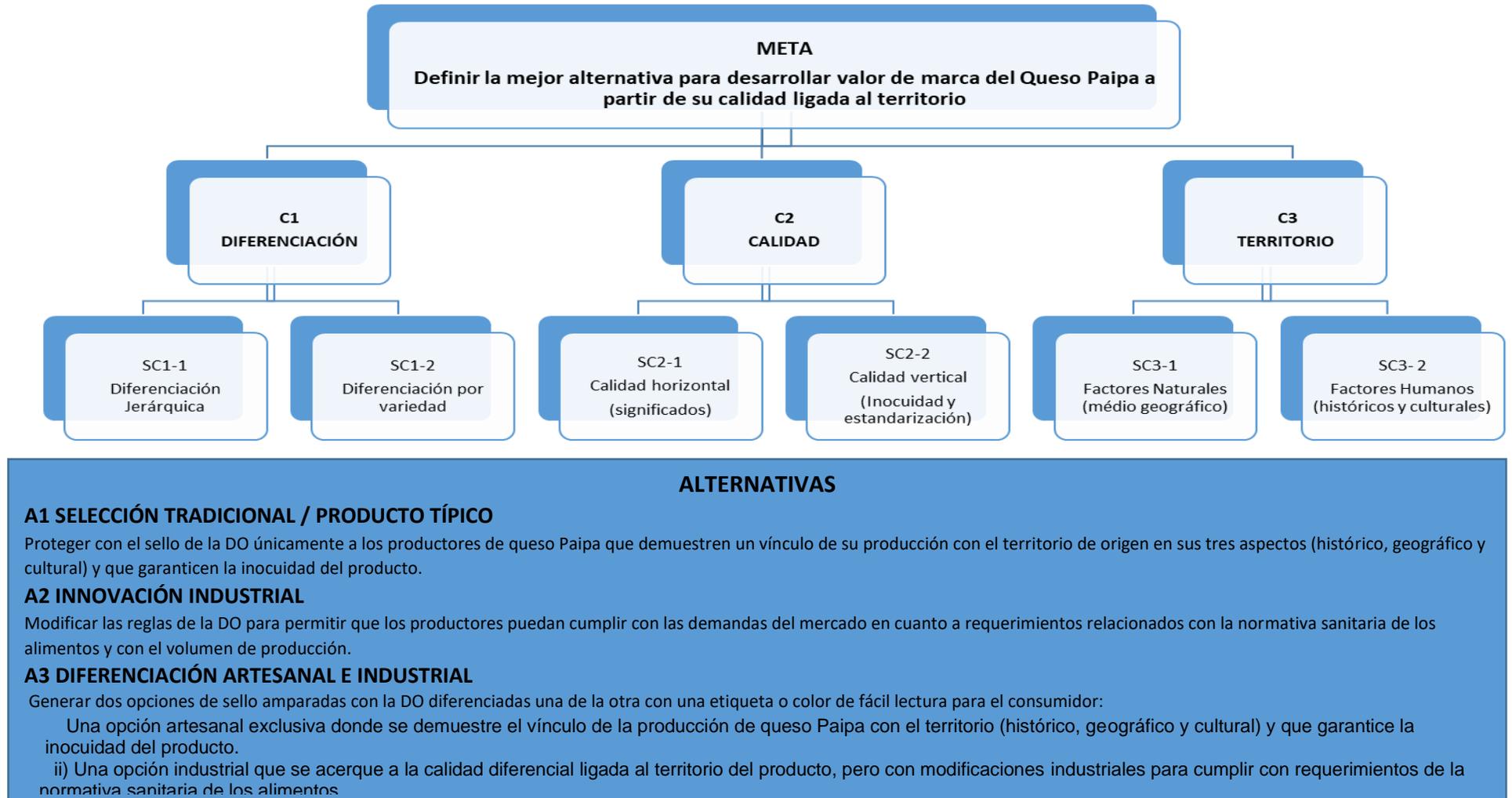
### **Introducción**

El queso Paipa es el único queso con proceso de maduración (21 días) de Colombia, desde el 2011 cuenta con Denominación de Origen (DO). El vínculo del producto con el territorio se expresa en una serie de atributos de calidad diferencial que han logrado cierto reconocimiento por parte de los consumidores. Este producto es un símbolo de la gastronomía y ha ganado reputación y reconocimiento entre consumidores, elementos que inciden en la construcción de su valor de marca.

A pesar de ello, los procesos para elaboración del producto típico que se encuentran registrados en la declaración de protección de la DO queso Paipa, las prácticas que reconocen actualmente los productores, y la normatividad para la industria de alimento en el país no se corresponden, en especial por los requerimientos de inocuidad del producto. Esta situación viene afectando la conservación de las tradiciones y el saber hacer involucrado en la producción, adulterando lo que es el producto típico protegido con la DO para adecuarse a la normativa sanitaria, generando el desarrollo de canales informales por algunos productores que conservan la tradición del producto; todo esto afecta la construcción de marca del queso Paipa.

Por tanto, los agentes vinculados a la cadena de valor del queso Paipa, que incluyen productores de leche, transportadores de leche, productores de queso, comercializadores de queso, consumidores, instituciones de control, entidades de apoyo y promoción, entre otras, deben realizar un esfuerzo importante para llegar a acuerdos respecto a la imagen de la marca (queso Paipa) a construir y el valor que se le quiere dar a la misma, a fin de que de garantía y confianza a los consumidores.

El objetivo del presente estudio es identificar la mejor alternativa para desarrollar valor de marca del queso Paipa a partir de su calidad ligada al territorio y, para ello, se ha diseñado un Modelo Analítico Jerárquico AHP (Analytic Hierarchy Process) que incorpora tres criterios seis sub-criterios y tres alternativas (**Figura 1**). Los criterios hacen referencia a los aspectos que componen la calidad diferencial ligada al territorio del queso Paipa (C1, Diferenciación; C2, Calidad; C3, Territorio). Los sub-criterios conforman cada uno de los criterios relacionados con la calidad diferencial ligada al territorio del queso Paipa (SC1-1, Diferenciación jerárquica; SC1-2, Diferenciación por variedad; SC2-1, Calidad horizontal; SC2-2, Calidad vertical; SC3-1, Factores naturales; SC3-2 Factores humanos). Las alternativas son propuestas para mejorar el valor de marca del queso Paipa a partir de su calidad diferencial ligada al territorio (A1, Selección tradicional / producto típico; A2, Innovación industrial; A3, diferenciación artesanal e industrial). Basado en el modelo (**Figura 1**). Se le invita a diligenciar el formulario de consulta, indicando sus preferencias.



**Figura1.** Modelo analítico jerárquico para seleccionar alternativa de desarrollo de valor de marca del queso Paipa

## DEFINICIONES

### CRITERIOS, SUB-CRITERIOS Y ALTERNATIVAS

#### Criterio 1

**DIFERENCIACIÓN (C1):** Especificidad de las características del queso Paipa que satisface gustos y preferencias de determinados segmentos de consumidores para generar rentas de especificidad para los productores. La diferenciación en el queso Paipa se deriva de las características de la leche (raza del ganado, tipos de forrajes, alimentación, microbiota, entre otros.), características del proceso productivo (saber hacer local y condiciones edafo-climáticas del territorio) y características del producto (sabor, olor, apariencia, textura, aspectos nutricionales, inocuidad y significados socioculturales percibidos por el consumidor).

**Sub-criterio 1-1: Diferenciación Jerárquica (SC1-1):** la diferenciación jerárquica (vertical) del queso Paipa hace referencia la jerarquía de características que el consumidor realiza a partir de sus preferencias. Aquí el consumidor puede establecer una jerarquía basada en los sabores, los olores, las texturas, la percepción de inocuidad, la tradición, entre otros.

**Sub-criterio 1-2: Diferenciación por variedad (SC1-2):** La diferenciación por variedad (horizontal) del queso Paipa hace referencia a la demanda según su variedad a partir de la misma jerarquía de atributos preferidos por el consumidor. Por ejemplo, quesos de un mismo productor diferenciados a partir del empaque, la presentación, la forma, u otros.

#### Criterio 2

**CALIDAD (C2):** La calidad en sí misma es un concepto de difícil definición, es relativa y contextual, se encuentra determinada por los contextos socioeconómicos, políticos y culturales en que se realizan tanto la producción como el consumo y es soportada por un conjunto de propiedades determinadas por las preferencias de los consumidores.

**Sub-criterio 2-1: calidad horizontal (SC2-1):** La calidad horizontal se deriva principalmente de los significados asignados por el consumidor al vínculo del queso Paipa con el territorio y de cómo este vínculo satisface sus preferencias. Se soporta en elementos socio-culturales y presenta estándares de cumplimiento voluntario.

**Sub-criterio 2-2: calidad vertical (SC2-2):** La calidad vertical hace referencia a características objetivables con indicadores mensurables que expresan excelencia asociada a la homogeneidad del queso Paipa, dentro de esta categoría se encuentran las convenciones establecidas por los organismos de control y vigilancia sanitaria para todos los alimentos y comúnmente se asocian con características que buscan garantizar inocuidad y la estandarización de los alimentos para facilitar el comercio.

### **Criterio 3**

**TERRITORIO (C3):** El territorio es en sí mismo un proceso de construcción social, se define como un espacio contenedor de una cultura propia que se traduce mediante prácticas sociales históricas, en un queso con características diferenciales exclusivas. El territorio se compone de tres dimensiones (geográfica, histórica y cultural); en el convergen los factores naturales (características edafo-climáticas) y humanos (saber-hacer) soportados en un proceso histórico.

**Sub-criterio 3-1: Factores Naturales (SC3-1):** Los factores naturales que intervienen en la calidad diferencial del queso Paipa son: Las condiciones edafo-climáticas y biológicas que impactan en las características sensoriales, microbiológicas y composicionales de la leche (raza del ganado, tipo de forraje, recuento de células somática, microbiota de la leche, entre otros) y en las condiciones de maduración del queso (humedad relativa, altura sobre el nivel del mar (asnm), temperatura, microbiota relacionada con la maduración, entre otros).

**Sub-criterio 3-2: Factores Humanos (SC3-2):** Los factores humanos que intervienen en la calidad diferencial del queso Paipa son: las prácticas artesanales y los pasos del proceso de manufactura anclados a un proceso histórico y cultural (saber-hacer).

### **Alternativas**

**Alternativa 1: SELECCIÓN TRADICIONAL/PRODUCTO TÍPICO (A1).** Proteger con el sello de la DO únicamente a los productores de queso Paipa que demuestren un vínculo de su producción con el territorio de origen en sus tres aspectos (histórico, geográfico y cultural) y que garanticen la inocuidad del producto.

**Alternativa 2: INNOVACIÓN INDUSTRIAL (A2).** Modificar las reglas de la DO para permitir que los productores puedan cumplir con las demandas del mercado en cuanto a requerimientos relacionados con la normativa sanitaria de los alimentos y con el volumen de producción.

**Alternativa 3: DIFERENCIACIÓN ARTESANAL E INDUSTRIAL (A3).** Generar dos opciones de sello amparadas con la DO diferenciadas una de la otra con una etiqueta o color de fácil lectura para el consumidor:

- i) Opción artesanal exclusiva donde se demuestre el vínculo de la producción de queso Paipa con el territorio (histórico, geográfico y cultural) y que garantice la inocuidad del producto.
- ii) Opción industrial que se acerque a la calidad diferencial ligada al territorio del producto, pero con modificaciones industriales para cumplir con requerimientos de la normativa sanitaria de los alimentos.

## CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN

El presente cuestionario contiene 10 preguntas y está basado en el modelo analítico jerárquico presentado en la **Figura 1**. En cada pregunta se comparan de forma pareada las alternativas, sub-criterios y criterios de la calidad diferencial ligada al territorio del queso Paipa.

Por favor **marque con UNA sola “x” en cada fila** la alternativa, sub-criterio o criterio que usted considere más importante que su contraparte pareada de la misma fila.

A continuación, verá una pregunta que ejemplifica el diligenciamiento de la encuesta, y posteriormente, encontrará las 10 preguntas a responder.

### Ejemplo de diligenciamiento:

**De las alternativas planteadas para desarrollar valor de marca, ¿Cuál considera usted que es la más importante para desarrollar diferenciación jerárquica del queso Paipa?**

Alternativa	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Más importante	Moderadamente más importante	Igual	Moderadamente más importante	Más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	Alternativa
Selección Tradicional/ Producto típico			X							Innovación Industrial
Innovación Industrial								X		Diferenciación Artesanal e Industrial
Diferenciación Artesanal e Industrial					X					Selección Tradicional / Producto típico

### VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS

De las alternativas planteadas para desarrollar valor de marca, ¿Cuál considera usted que es la más importante para desarrollar **diferenciación jerárquica** del queso Paipa?

Alternativa	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Más importante	Moderadamente más importante	Igual	Moderadamente más importante	Más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	Alternativa
Selección Tradicional / Producto típico										Innovación Industrial
Innovación Industrial										Diferenciación Artesanal e Industrial
Diferenciación Artesanal e Industrial										Selección Tradicional / Producto típico

De las alternativas planteadas para desarrollar valor de marca, ¿Cuál considera usted que es la más importante para desarrollar **diferenciación por variedad** del queso Paipa?

Alternativa	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Más importante	Moderadamente más importante	Igual	Moderadamente más importante	Más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	Alternativa
Selección Tradicional / Producto típico										Innovación Industrial
Innovación Industrial										Diferenciación Artesanal e Industrial
Diferenciación Artesanal e Industrial										Selección Tradicional / Producto típico

De las alternativas planteadas para desarrollar valor de marca, ¿Cuál considera usted que es la más importante para desarrollar ***la calidad horizontal (significados)*** del queso Paipa?

Alternativa	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Más importante	Moderadamente más importante	Igual	Moderadamente más importante	Más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	Alternativa
Selección Tradicional / Producto típico										Innovación Industrial
Innovación Industrial										Diferenciación Artesanal e Industrial
Diferenciación Artesanal e Industrial										Selección Tradicional / Producto típico

De las alternativas planteadas para desarrollar valor de marca de la DO, ¿Cuál considera usted que es la más importante para desarrollar ***la calidad vertical (inocuidad)*** del queso Paipa?

Alternativa	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Más importante	Moderadamente más importante	Igual	Moderadamente más importante	Más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	Alternativa
Selección Tradicional / Producto típico										Innovación Industrial
Innovación Industrial										Diferenciación Artesanal e Industrial
Diferenciación Artesanal e Industrial										Selección Tradicional / Producto típico

De las alternativas planteadas para desarrollar valor de marca, ¿Cuál considera usted que es la más importante para desarrollar **los factores naturales del territorio** del queso Paipa?

Alternativa	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Más importante	Moderadamente más importante	Igual	Moderadamente más importante	Más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	Alternativa
Selección Tradicional / Producto típico										Innovación Industrial
Innovación Industrial										Diferenciación Artesanal e Industrial
Diferenciación Artesanal e Industrial										Selección Tradicional / Producto típico

De las alternativas planteadas para desarrollar valor de marca, ¿Cuál considera usted que es la más importante para desarrollar **los factores humanos del territorio** del queso Paipa?

Alternativa	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Más importante	Moderadamente más importante	Igual	Moderadamente más importante	Más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	Alternativa
Selección Tradicional / Producto típico										Innovación Industrial
Innovación Industrial										Diferenciación Artesanal e Industrial
Diferenciación Artesanal e Industrial										Selección Tradicional / Producto típico

**VALORACIÓN DE SUB-CRITERIOS**

¿Qué **tipo de diferenciación** es más importante para desarrollar valor de marca del queso Paipa a partir de su calidad ligada al territorio?

Sub-criterio	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Más importante	Moderadamente más importante	Igual	Moderadamente más importante	Más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	Sub-criterio
Diferenciación Jerárquica										Diferenciación Por variedad

¿Qué **tipo de calidad** es más importante para desarrollar valor de marca del queso Paipa a partir de su calidad diferencial ligada al territorio?

Sub-criterio	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Más importante	Moderadamente más importante	Igual	Moderadamente más importante	Más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	Sub-criterio
Calidad horizontal										Calidad vertical

De **los factores del territorio** ¿Cuál es el más importante para desarrollar valor de marca del queso Paipa a partir de su calidad diferencial ligada al territorio?

Sub-criterio	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Más importante	Moderadamente más importante	Igual	Moderadamente más importante	Más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	Sub-criterio
Factores Naturales										Factores Humanos

## VALORACIÓN DE CRITERIOS

¿Cuál aspecto de ***la calidad ligada al territorio*** del queso Paipa considera más importante para desarrollar su valor de marca?

<b>Criterio</b>	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Más importante	Moderadamente más importante	Igual	Moderadamente más importante	Más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	<b>Criterio</b>
<b>Diferenciación</b>										<b>Calidad</b>
<b>Diferenciación</b>										<b>Territorio</b>
<b>Calidad</b>										<b>Territorio</b>

**Observaciones:**