

# APORTES PARA LA OBTENCIÓN DE UNA DENOMINACIÓN DE ORIGEN (DOP) DEL QUESO CABRERA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE CARTOGRAFÍA TEMÁTICA Y ANÁLISIS MULTIVARIANTES

<sup>1</sup>JEFER LEONARDO MORALES MONTOYA

1. *Estudiante de zootecnia universidad de Cundinamarca*

## RESUMEN

Para lograr la obtención de un sello de Denominación de Origen (DOP) se tienen que cumplir una serie de requisitos previamente establecidos, entre los cuales se encuentran la caracterización fisicoquímica y microbiológica del producto agropecuario y/o artesanal objeto de estudio además de realizar el análisis del territorio donde se elabora, incluyendo los factores sociales y culturales. Considerando que es necesario ofrecer productos de calidad para acceder a mercados especializados con atributos atractivos para los consumidores, se debe analizar la procedencia del mismo donde se reflejen las características físicas, químicas y microbiológicas que el lugar le confiere y por ende lo hacen único. Para cumplir con el objetivo de realizar un aporte para la obtención de una DOP del queso Cabrera se utilizaron análisis multivariantes, como Análisis Discriminante (DA) y Análisis de Conglomerados o Clúster, los cuales permitieron establecer la influencia del cuajo sobre las variables fisicoquímicas en el queso, estableciendo diferencias entre la zonas de Paquiló (zona intermedia), Canadá (páramo) y Santa Lucía (zona baja). Sin embargo, al llevar a cabo las pruebas de agrupamientos o clúster se pudo determinar que a pesar de esas diferencias marcadas por la zona, el producto es el mismo para el municipio. Los resultados son importantes porque señalan el potencial que tiene el queso para acceder a una DOP. De manera que para complementar la metodología para acceder a este tipo de distinción, se diseñaron mapas temáticos de las características fisicoquímicas de la leche y el queso producidos en el municipio de Cabrera mostrando los resultados de ambos productos de los productores, asociados a la geografía del área de estudio

**Palabras claves:** Análisis multivariantes, Artesanal, Denominación de origen, Mapas temáticos

## ABSTRACT

To achieve obtaining a seal Designation of Origin (PDO) have to meet a series of previously established requirements, among which are the physical, chemical and microbiological characteristics of the agricultural product and / or craft object of study in addition to the analysis the territory where it is made, including social and cultural factors. Whereas it is necessary to provide quality products to access specialized attractive attributes for consumer markets, we should analyze the origin of that where physical, chemical and microbiological characteristics that place and thus give it unique are reflected. To meet the goal of making a contribution to obtaining a DOP cheese Cabrera. Multivariate analyzes were used, such as; Discriminant (DA) Analysis and Cluster Analysis or Cluster. Whereupon it was established, the influence of the physicochemical variables rennet in cheese, differentiating between areas Paquiló (upper part), Canada (paramo), and Santa Lucia, however carrying out tests or cluster groupings , it is determined that despite these differences marked in the area, the product is the same for the municipality. Therefore it is a very good result demonstrating the potential it has to access the DOP. So to complement the methodology to access this type of distinction, thematic maps of the physicochemical characteristics of the milk and cheese produced in the town of Cabrera were designed to show the results of both products of producers associated with geography study area.

**Keywords:** Artisan, Designation of Origin, Cheese, Multivariate analysis. Thematic maps

## 1. INTRODUCCIÓN

Ofrecer productos de calidad para acceder a mercados especializados se hace una necesidad cada vez mayor debido a que se requiere un alto contenido nutricional, inocuidad en los productos y atributos más atractivos para los consumidores, con el fin de ser competitivos; los tratados de libre comercio junto a las preferencias del consumidor exigen la búsqueda de alternativas para lograr una diferenciación en los productos derivados de la producción animal, con la finalidad de impulsar el potencial existente en distintas regiones del país de quesos típicos elaborados de forma artesanal, que en muchos casos no cumplen con las normas sanitarias mínimas y la información acerca de su producto es muy limitada.

De acuerdo con Pinho *et al.* (2004) Es necesario plantear investigaciones para establecer relaciones entre el origen geográfico, la tecnología utilizada, la microbiología y características sensoriales de los productos lácteos, con el fin de determinar los atributos que caracterizan estos productos y poder proponer mejoras tecnológicas que contribuyan a cambiar o mejorar su sistema de producción y, por ende, las condiciones de vida de quienes producen quesos artesanales. Establecer estas relaciones existentes se pueden obtener mediante herramientas que permiten garantizar la autenticidad de los productos como lo son los análisis multivariantes (Análisis de Componentes Principales, el Análisis Discriminante o el Análisis de Correspondencias Canónico), pueden constituirse como métodos estadísticos útiles para determinar con mayor precisión la autenticidad de las diferentes Denominaciones de Origen (DO) de quesos. Otra herramienta para lograr acceder a una DO esa la elaboración de mapas, en un mapa es posible relacionar una región con múltiples fenómenos naturales y humanos. El mapear el objeto de estudio es fundamental para comprender tanto su distribución espacial como las interrelaciones entre dicha variable y su ambiente (Fallas 2003). De manera que los mapas temáticos constituyen una herramienta que facilita el acceso a la información de un

territorio de modo que se pueden asociar características de calidad de un producto a las condiciones sociales, económicas y medioambientales del mismo. Por esto, para dejar un aporte en la gestión de una denominación de origen es necesario explicar sus características fisicoquímicas por medio de mapas temáticos y análisis multivariantes dejando un adelanto valioso para la región de Cabrera. Por ende el objetivo de este trabajo es aplicar técnicas de cartografía temática y análisis multivariantes (análisis discriminante y clúster) como un aporte para acceder a una denominación de origen (DOP) del queso Cabrera, para lo cual se va diseñar mapas temáticos que representen las características fisicoquímicas de la leche y el queso en la región teniendo en cuenta las veredas y los principales ríos además de emplear técnicas multivariantes que permitan analizar las características, fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales según algunas condiciones geográficas del área de estudio.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 DENOMINACIÓN DE ORIGEN

Para abordar el concepto de denominación de origen (DO) desde la aplicabilidad que posee para este estudio junto al grupo de factores que trae consigo el proceso para llegar a la obtención de un sello de este tipo, se tiene en cuenta principalmente la cualidad que hace que el producto pertenezca a ese territorio, ya sea una característica o una reputación exclusiva de la zona de la cual proviene, el origen que se utiliza para designar un producto originario de la zona geográfica de la cual proviene y la indicación geográfica que consiste en la delimitación de la región o zona donde se lleva a cabo la producción y/o transformación del producto. La Organización Mundial de la Propiedad Intelectual -OMPI- (2002) define las Indicaciones Geográficas como “un signo que se utiliza para productos que tienen un origen geográfico concreto y poseen cualidades, características o una reputación derivadas principalmente de su lugar de origen”; dicho de otra forma, la IG crea un lazo entre las características del producto y el lugar o la

región donde éste se ha elaborado o transformando. La DO es un tipo de IG, tratándose de derechos de propiedad intelectual en sentido amplio, al igual que las marcas y patentes. Las DO presentan más requisitos para ser otorgadas y por ende pueden ofrecer una protección mayor que las IG en los ordenamientos jurídicos en que ambas son protegidas (Tortorelli 2010). Ahora bien, la DO es un rasgo que distingue a una localidad, ciudad, país o región, es decir, una zona geográfica en la cual ha sido producido, transformado o elaborado un producto notorio (Álvarez 1998). Además de una la zona posee ciertas características agro-climatológicas, de suelo, humanas y geográficas, hace que dicho producto tenga un buen nombre o cualidades no obtenibles de haber sido producido en una zona distinta (Álvarez 1988).

En Colombia es poco aplicado el sistema de las denominaciones de origen. Sin embargo, la firma de tratados de libre comercio con la Unión Europea, Estados Unidos y otros países ha provocado que se busquen alternativas para dar valor agregado a los productos, además que se respeten las formas tradicionales de producir, transformar y comercializar los productos provenientes de una región específica. Cabe resaltar que en Colombia existen productos que cumplen con las características de denominación de origen, como: el Café de Colombia, que en el 2005 fue registrado por la Federación Nacional de Cafeteros obteniendo la denominación de origen "Café de Colombia", otorgado por la Superintendencia de Industria y Comercio, pero solo hasta el 2007 admitida por la comunidad europea con las consecuencias jurídicas y económicas que un signo distintivo de esta categoría genera (Granados J 2012). En materia de quesos el país cuenta con el queso Caquetá y el queso Paipa con DO otorgado por la Superintendencia de Industria y Comercio; el queso costeño, el queso de Ubaté y el queso de capa de Mompos han sido caracterizados fisicoquímicamente debido a su producción en las diferentes regiones y potencial de acogerse a una DO. Además de los anteriores, hay productos agropecuarios que se encuentran en proceso de ser protegidos como productos de

denominación de origen debido a sus características.

## **2.2 CONCEPTO DE QUESO**

Para definir el queso se puede decir que es un producto alimenticio sólido o semisólido que se obtiene separando los componentes sólidos de la leche. Cuanto más suero se extrae, más compacto es el queso. El queso se elabora desde tiempos prehistóricos a partir de la leche de diferentes mamíferos, incluidos los camellos y los alces (ICTA – Banco Ganadero 1994). Para fines del estudio se entiende por queso Cabrera, aquel propio del municipio de Cabrera elaborado de manera artesanal en una zona muy variada geográficamente y ambientalmente, es un tipo de queso no madurado, sin aditivos, obtenido por coagulación enzimática, de sabor y aroma agradable, elaborado a base de leche entera sin pasteurizar. El contenido graso del queso Cabrera lo ubica en la categoría de queso semi-descremado según la NTC 750 de 2009 con un porcentaje de grasa promedio de %23, el contenido de proteína promedio del queso Cabrera es de 21%, Según el contenido de sólidos totales.

## **2.3 CONCEPTO DE CARTOGRAFÍA**

La cartografía se define como un conjunto de estudios y de operaciones científicas, artísticas y técnicas que, a partir de los resultados de observaciones directas o de la explotación de una documentación, intervienen en la elaboración, análisis y utilización de cartas, planos, mapas, modelos en relieve y otros medios de expresión, que representan la Tierra, parte de ella o cualquier parte del Universo (Asociación Cartográfica Internacional 1966 citado por Fallas 2003).

Conforme a la definición, el objetivo inmediato y primario de la cartografía es hacer mapas. Con el de generalizar un poco más el concepto, se hará una exposición de los diversos tipos de productos topográficos, a fin de centrar la atención sobre sus posibles variedades (Hansen A 2008).

## 2.4 MAPAS TEMÁTICOS

Los mapas temáticos presentan la distribución geográfica de fenómenos físicos o culturales que no pueden observarse con facilidad directamente en la superficie. Los mapas temáticos pueden basarse en información cualitativa o cuantitativa. Por ejemplo, un caso del primer tipo es un mapa que muestra la distribución de la población por tipo de raza o prácticas artesanales en sistemas de producción; en cambio, los mapas temáticos cuantitativos (también llamados en ocasiones mapas estadísticos) dan información sobre el tamaño relativo de las características que se incluyen en el mapa, por ejemplo un mapa donde los símbolos representan la proporción de producción en un sistema agropecuario. Otro ejemplo es un mapa donde las “zonas informantes” (como una región con características de producción especial o diferente) están coloreadas según una o más características. La mayor parte de los mapas que se producen para un atlas censal son de esta naturaleza (ST/ESA/STAT 2000).

Un mapa temático presenta de manera gráfica los valores para una o más variables para un territorio subdividido en zonas más pequeñas. Los valores mostrados en los mapas temáticos a menudo son presentados bajo la forma de clases, en lo particular para las variables económicas o de información para densidad de población. Este tipo de representación permite visualizar las características de distintas entidades al interior de un mismo territorio, la realización de un mapa temático debe permitir la comunicación de una idea precisa, de ahí la importancia de seleccionar bien tres elementos relacionados con la información que desea vehicular con el mapa: la escala, los datos que serán cartografiados y la técnica de representación (Negrón *et al* 2007)

## 2.5 ANALISIS MULTIVARIANTES

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

Los análisis multivariantes comprenden el estudio estadístico de varias variables medidas en elementos de una población con el objetivo de: 1. resumir los datos mediante un pequeño conjunto de nuevas variables con la mínima pérdida de información, 2. encontrar grupos en los datos (cuando éstos existen), 3. Clasificar nuevas observaciones en grupos definidos, y 4. Relacionar dos o más conjuntos de variables (Peña 2002).

No son muchas las referencias en las que se reseñan análisis multivariantes en investigaciones de producción animal. Detmann *et al.* (2005) emplearon un Análisis Canónico para evaluar la diferenciación entre diferentes tratamientos de acuerdo con la eficiencia de conversión de alimento y el índice de eficiencia alimentaria. Lanne *et al.* (2014) realizaron un estudio en el que examinaron las reacciones sensitivas de consumidores de queso; la función de “sensación hedónica” resultante fue modelada como una función del tipo de queso, la familiaridad y el índice FIS (Foodinvolvementscale – Escala de calificación del alimento), empleando un modelo lineal de efectos mixtos; ésta información fue tabulada empleando mapas descriptivos y análisis textuales que fueron generados mediante Análisis de Correspondencias, y los modelos lineales de efectos mixtos resultantes señalaron que el “vínculo del consumidor” fue afectado significativamente por el tipo de queso, la familiaridad y el índice FIS. Orhan *et al.* (2009) Evaluaron la cantidad de ganado y la producción ganadera (ovejas, vacunos) de las principales regiones del sureste y este turco mediante métodos de análisis multivariantes con el fin de determinar la estructura de la producción ganadera; sus resultados los llevaron a concluir que los grupos mostraron características similares en cuanto a las variables de producción animal (carne, leche, cuero, etc.)

El presente estudio se desarrolla en el municipio de Cabrera (Cundinamarca) ubicado en la región del Sumapaz, a una altitud entre 2000 y 3500msnm, con una temperatura promedio de 15°C, a una distancia de 144Km

desde Bogotá, con una extensión total de 442Km<sup>2</sup>, divididas en 0,9576 Km<sup>2</sup> de área urbana y 448,9424Km<sup>2</sup> de área rural, con una humedad relativa anual del 78% y una precipitación anual de 1250mm.

Las producciones que han sido objeto de estudio se seleccionaron aleatoriamente sobre la totalidad de las producciones, como muestra representativa del total. Se distribuyeron dichas producciones sobre el mapa geográfico de Cabrera permitiéndonos establecer tres grandes subzonas: la zona alta (vereda Paquiló y la Playa) zona baja (Vereda Santa Lucia) y el páramo (vereda Canadá).

### 3.2 MATERIAL Y METODOS

La información empleada para este trabajo proviene de la obtenida del proyecto “Caracterización del queso Cabrera producto típico de la región del Sumapaz, como aporte

para la obtención de un sello de denominación de origen-DOP” Financiado en la II Convocatoria Interna para el fortalecimiento de grupos de investigación 2012. Los resultados que se alcancen en este proyecto mantienen el conjunto original de información obtenidos a partir del trabajo de grado titulado “Caracterización microbiológica, fisicoquímica y sensorial del queso Cabrera” (Vargas 2014). Las referencias originales de métodos, procedimientos e interpretaciones de resultados pueden ser consultadas en dicho trabajo.

De acuerdo con la información suministrada por el trabajo de (Vargas 2014) Se seleccionaron 16 productores de un total de 32 existentes en el municipio completamente al azar ver Tabla 1.

**Tabla 1.** Nombre y ubicación de las unidades de muestreo

Productor	Nombre productor	Vereda	Zona
1	Doris Pastor	PAQUILO	Alta
2	Margarita Romero	PAQUILO	Alta
3	Héctor Bladimir García	PAQUILO	Alta
4	Uriel Pineda	PAQUILO	Alta
5	Estella Baquero	PAQUILO	Alta
6	Álvaro Baquero	PAQUILO	Alta
7	Oscar Bernal	SANTA LUCIA	Baja
8	Lucina Ramírez	SANTA LUCIA	Baja
9	Cecilia Susa	SANTA LUCIA	Baja
10	Judith Dimaté	SANTA LUCIA	Baja
11	Luz Quintero	SANTA LUCIA	Baja
12	Dora Alejo	SANTA LUCIA	Baja
13	Eurípides Zambrano	LA PLAYA	Alta
14	Abel Beltrán	LA PLAYA	Alta
15	Liliana Torres	CANADÁ	Paramo
16	Paola Sánchez	CANADÁ	Paramo

Una vez identificadas la producciones y su ubicación. Se procede a la obtención de las muestras de la materia prima (leche) y del producto terminado (queso) a las cuales se realizaron los análisis fisicoquímicos,

microbiológicos y sensoriales, de los cuales se utilizaron los resultados obtenidos como insumos para la elaboración de las matrices de los análisis multivariantes ver tablas 2, 3,4, 5, 6

**Tabla 2.** Resultados fisicoquímicos de leche cruda

LECHE							
Zona	Productor	Sólidos totales □ (%)		Cenizas□ (%)		Proteína (%)	Grasa (%)
Alta	1	14,39 ±	1,05	0,85 ±	0,21	3,59	3,6
Alta	2	15,21 ±	0,57	0,6 ±	0,23	3,68	3,7
Alta	3	14,37 ±	0,31	0,65 ±	0,18	3,59	4,2
Alta	4	13,54 ±	1,88	0,59 ±	0,13	3,2	3,6
Alta	5	12,9 ±	0,34	0,64 ±	0,11	3,15	3,6
Alta	6	12,04 ±	0,35	0,56 ±	0,34	3,59	3,9
Baja	7	12,5 ±	1,22	0,64 ±	0,09	2,75	3,1
Baja	8	10,55 ±	0,11	0,32 ±	0,17	2,92	3,8
Baja	9	11,31 ±	0,2	0,56 ±	0,26	2,93	0,5
Baja	10	11,12 ±	1,03	0,29 ±	0,08	3,34	0,6
Baja	11	12,8 ±	0,18	0,5 ±	0,29	3,83	6,2
Baja	12	9,17 ±	0,82	0,38 ±	0,34	3,05	3,63
Alta	13	10,77 ±	0,61	0,79 ±	0,13	3,27	2,65
Alta	14	10,53 ±	0,72	0,7 ±	0,18	2,69	2,68
Paramo	15	13,23 ±		0,77 ±	0,09	3,12	3,2
Paramo	16	11,97 ±		0,67 ±	0,04	3,17	0,85

**Tabla 3.** Recuento de microorganismos en muestras de leche cruda

Zona	Productor	Mesófilos UFC/ml	Coliformes UFC/ml	Hongos UFC/ml
Alta	1	1,40E+09	6,50E+06	1,10E+08
Alta	2	9,00E+07	1,70E+06	9,00E+07
Alta	3	2,80E+08	2,00E+07	2,50E+10
Alta	4	2,10E+13	8,90E+05	2,70E+08
Alta	5	2,20E+07	8,40E+03	1,20E+08
Alta	6	1,90E+13	1,00E+06	1,40E+05
Baja	7	7,20E+07	6,80E+04	1,10E+08
Baja	8	5,00E+05	2,20E+12	4,50E+09
Baja	9	1,00E+08	4,40E+07	3,20E+08
Baja	10	1,70E+08	1,00E+01	5,00E+07
Baja	11	4,60E+07	1,20E+07	2,50E+08
Baja	12	3,00E+10	6,90E+05	1,00E+06
Alta	13	4,80E+08	5,40E+03	2,90E+09
Alta	14	1,30E+08	1,70E+06	2,80E+08
Paramo	15	2,70E+08	-1,00E+01	1,60E+08
Paramo	16	1,20E+08	-1,00E+01	3,70E+04

**Tabla 4.** Resultados físicoquímicos encontrados en el queso Cabrera

Zona	Productor	Sólidos Totales (%)		Cenizas (%)		Proteína (%)	Grasa (%)
Alta	1	48,46	± 0,41	1,31	± 1,54	19,74	23,5
Alta	2	51,76	± 0,33	3,03	± 0,75	26,26	16,5
Alta	3	53,43	± 0,24	3,32	± 0,25	22,55	23,25
Alta	4	50,3	± 0,73	4,75	± 9,43	19,26	25,25
Alta	5	41,88	± 8,33	3,22	± 0,06	20,15	24
Alta	6	48,89	± 0,54	3,67	± 0,14	21,18	22,75
Baja	7	53,07	± 9,28	1,98	± 1,42	19,13	24,25
Baja	8	56,29	± 3,36	3,94	± 0,15	20,74	24
Baja	9	56,66	± 7,63	3,23	± 0,13	20,26	23,75
Baja	10	50,88	± 1,4	3,5	± 0,18	18,87	20,5
Baja	11	50,97	± 0,28	3,36	± 2,18	23,85	21
Baja	12					19,99	25,5
Alta	13	52,65	± 0,47	2,48	± 1,22	22,37	21
Alta	14	46,36	± 0,16	2,41	± 1,6	20,14	25,75
Paramo	15	51,31	± 0,94	4,83	± 0,16	20,33	18,5
Paramo	16					21,41	24

**Tabla 5.** Recuento de microorganismos mesófilos, coliformes, hongos

Zona	Productor	Mesófilos	Coliformes	Hongos
Alta	1	1,10E+09	3,00E+04	3,50E+09
Alta	2	1,90E+09	3,00E+04	4,40E+09
Alta	3	1,80E+09	4,00E+07	1,50E+09
Alta	4	3,50E+09	7,20E+04	2,50E+07
Alta	5	3,90E+09	1,30E+04	3,90E+06
Alta	6	1,10E+07	9,50E+03	1,50E+08
Baja	7	1,80E+08	5,40E+04	1,50E+08
Baja	8	9,00E+09	1,20E+05	1,60E+10
Baja	9	1,40E+09	4,50E+06	9,90E+09
Baja	10	1,00E+08	2,20E+05	1,10E+09
Baja	11	1,20E+09	1,30E+05	1,90E+09
Baja	12	1,30E+09	1,30E+06	1,10E+09
Alta	13	9,00E+08	7,00E+04	3,90E+06
Alta	14	4,70E+09	3,90E+06	8,00E+09
Paramo	15	1,50E+09	2,50E+05	4,22E+07
Paramo	16	2,40E+09	1,00E+01	2,60E+09

**Tabla 6.** Resultados análisis sensorial

Zona	Productor	Textura		Sabor		Color		Nivel De Sal		Olor	
		□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Alta	1	6,25	±1,5	6,5	±1,29	6	±2,16	6,5	±0,58	6	±1,15
Alta	2	6	±0,82	6,5	±1,29	6,75	±1,26	4,75	±0,96	6,25	±1,26
Alta	3	4	±2,16	5,5	±1,29	5	±2,16	5	±1,41	5,75	±0,5
Alta	4	6	±1,41	5,75	±2,06	7	±2,16	6,25	±0,96	6,5	±2,38
Alta	5	4,75	±2,87	4,5	±2,64	5	±2,94	4,75	±2,87	5	±0,82
Alta	6	6,75	±0,5	6,75	±3,2	5,75	±2,22	6,5	±1,91	6,75	±2,63
Baja	7	6	±1,41	6	±3,16	6	±2,16	6,25	±2,21	6,5	±2,64
Baja	8	6	±1,15	6	±1,82	6,75	±1,26	7,25	±1,71	7	±0,82
Baja	9	7,75	±0,96	7,25	±1,26	8,5	±0,58	7,25	±0,5	6,75	±1,26
Baja	10	5,75	±2,98	4,25	±2,06	7	±1,41	6	±2,31	7,25	±1,26
Baja	11	7,5	±1	7	±1,82	7,5	±1,91	6,25	±2,22	7,5	±1,29
Baja	12	7,25	±2,36	7,75	±1,26	8	±1,15	6,5	±2,38	8	±1,15
Alta	13	7,75	±1,89	6,75	±2,63	6,25	±2,98	7,75	±1,26	6,25	±3,09
Alta	14	4,5	±2,38	5,25	±1,26	5,25	±2,06	5	±2,94	6	±1,41
Paramo	15	6	±2,16	4,75	±2,22	5,25	±2,5	4,5	±1,91	5,25	±1,5
Paramo	16	5,75	±1,89	7,5	±0,58	6,75	±3,2	6,25	±2,06	6,5	±1,73

### 3.2.1 Mapas como insumo

Se adquirirán los mapas del municipio de Cabrera, hídrico, y veredal desde Instituto geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

## 3.3 ANÁLISIS DE DATOS

### 3.3.1 Mapas temáticos

Se utilizo como fuente de datos para la elaboración de los mapas temáticos los resultados de los análisis fisicoquímicos de la leche usada como materia prima y el queso Cabrera ver tablas 2 y 4. Posteriormente se eligieron las variables gráficas y el tipo de mapa más adecuado para representar las variables. Una vez seleccionado el tipo de mapa se procedió a realizar un análisis de los datos, ordenar la serie de menor a mayor para agrupar los datos; luego se procedió a hacer una selección de intervalos en donde se determino un número de intervalos junto al rango de variación, según el método: intervalos iguales, cuantiles o cortes naturales. Una vez realizado este proceso se eligieron tramas de acuerdo con el objeto del mapa y el tipo de dato que se represento. Sin embargo antes de ingresar los datos al programa ArcGis se realizo la conversión de las coordenadas tomadas ya que estas se encuentran en el

sistema elipsoidal (latitud, longitud) a coordenadas planas Gauss Krueger por medio del software Magna Sirgas Pro 3, proporcionado de manera gratuita por el Instituto geográfico Agustín Codazzi (IGAC), lo cual permitirá realizar una visualización en el visor de una localización previa y generar un archivo shapefile (shape)

### 3.3.2 ArcGis®

Se utilizo la versión 10.2.2. Los pasos a seguir con ArcGis® son:

1. Obtener o crear los archivos en formatos **Shapefiles** con la posición coordenada de cada punto, correspondiente a cada sector de muestreo
2. Cargar el shapefile en el módulo **ArcMap**, se procede a realizar una base de datos, que contendrá la información registrada en sus mediciones, se abre la tabla de atributos del shape
3. Posteriormente, se agrega un campo (similar), esto se realiza por medio de la herramienta **Add Field**, este permitirá confeccionar una base de datos que contiene las mediciones realizadas sobre los productos (Queso y Leche).
4. Construcción del entorno de los mapas, en esta fase se añaden los shapes que contienen las características mostrar, como



- las veredas, la hidrología, la topografía, las vías y los puntos de muestreo.
5. Seleccionar las propiedades de las capas (color, polígonos, símbolos, transparencia, etc.)
  6. se confecciona cada mapa, generando un archivo .mxd y un .pdf; se adiciona la grilla en las coordenadas correspondientes, y se insertan las leyendas correspondientes.
  7. Exportar el mapa final a formatos visibles en cualquier computadora: JPEG, PDF, TIFF, PNG, etc.

### 3.3.3 Análisis Multivariante

Previo a los análisis multivariantes se verificaron cuál(es) de las variables presentan datos perdidos y se procedió a estimarlos; este procedimiento se llevo a cabo mediante regresiones (sólo en aquellos casos en los que falte una sola medición). También se determino cuál(es) de las variables no presentaban variabilidad, sean redundantes y/o registren muchos valores faltantes y se dispuso a eliminarlas de los análisis. Una vez construidas las matrices se procedió a realizar tres tipos de pruebas multivariantes: Análisis de Componentes Principales (PCA), Análisis Discriminante (DA) y Análisis de Conglomerados o Clúster.

Los PCA se elaboraron sobre una matriz de correlación a través de la técnica R (que asocia y estandariza las variables) se obtuvieron los valores propios, los vectores propios, las correlaciones y las contribuciones de cada variable y cada observación de cada componente; con este análisis se observo el comportamiento del conjunto de variables en relación a las observaciones (puntos de muestreo). Los DA se desarrollaron con los mismos datos que se tomaron para el PCA, obteniéndose los valores propios, los vectores

propios, las correlaciones variable/factor, las correlaciones canónicas, los coeficientes de las funciones, los coeficientes estandarizados, las funciones a los centroides y las funciones de clasificación. El Análisis de Conglomerados permitió agrupar los puntos de muestreo más similares entre sí, buscando los grados de similitud empleando los coeficientes de correlación de Pearson o Spearman, mediante el método de aglomeración del enlace completo. En el caso de presentar datos faltantes, estos se estimarán por medio de la técnica del Vecino más cercano (Hairer *al.* 2010, Díaz 2002).

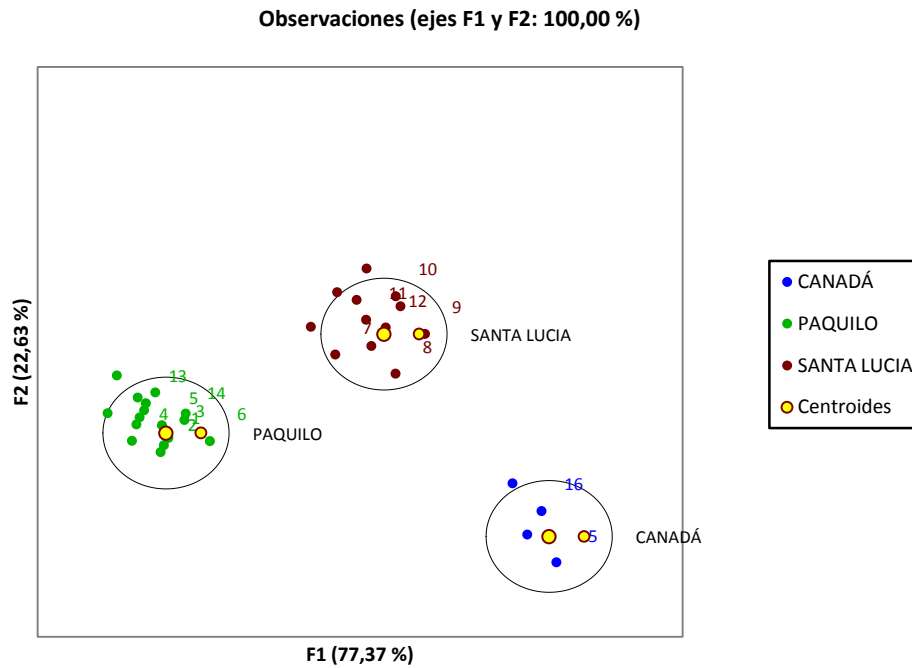
### 3.3.4 Software estadístico:

Se emplearon los paquetes XLSTAT-RIB y XLSTAT-ADA versión 2009.3.02 para los diferentes análisis.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 RESULTADOS ANÁLISIS DISCRIMINANTE

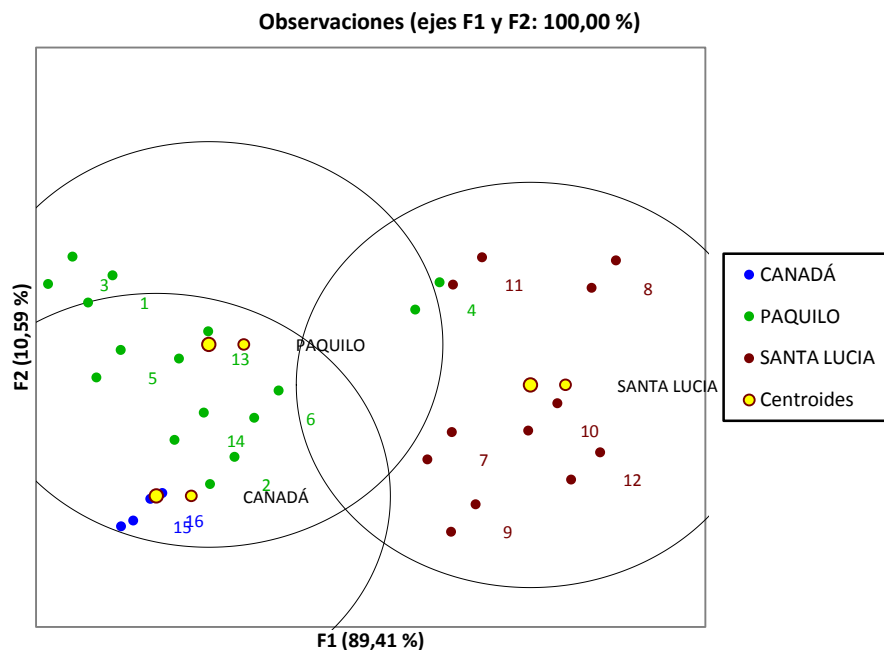
Se realizaron los análisis discriminantes (AD) con el fin de reducir el número de variables y obtener una visión sobre la estructura de datos e identificar posibles patrones de agrupación. Al cruzar las variables de las matrices de los resultados fisicoquímicos de queso y Hedónico se puede observar la formación de grupos con un alto grado de discriminación (Figura 1). La zona del páramo (Canadá) presenta menores niveles de sal, una baja calificación para el olor, mayor porcentaje de sólidos totales, cenizas, proteína y Ca, y menor contenido de grasa. En el caso de Paquiló, menor calificación en textura, color, menor porcentaje de sólidos totales, cenizas y Na, pero mayores para K. En Santa Lucía (vereda más cercana a la cabecera municipal) los mayores valores se encuentran para textura, sabor, color, nivel de sal, olor y Na, y menor contenido de proteína y K.



**Figura 1.** Análisis discriminante para las pruebas fisicoquímicas del queso según los resultados de las pruebas sensoriales.

Al cruzar las variables de las matrices hedónicas de queso Cabrera y las fisicoquímicas de leche se puede observar que el grado de discriminación no es tan alto como en el caso de cuajo. La zona de Santa Lucía presenta los menores valores de sólidos totales, cenizas, proteína, pero para color nivel de sal y olor los valores son superiores

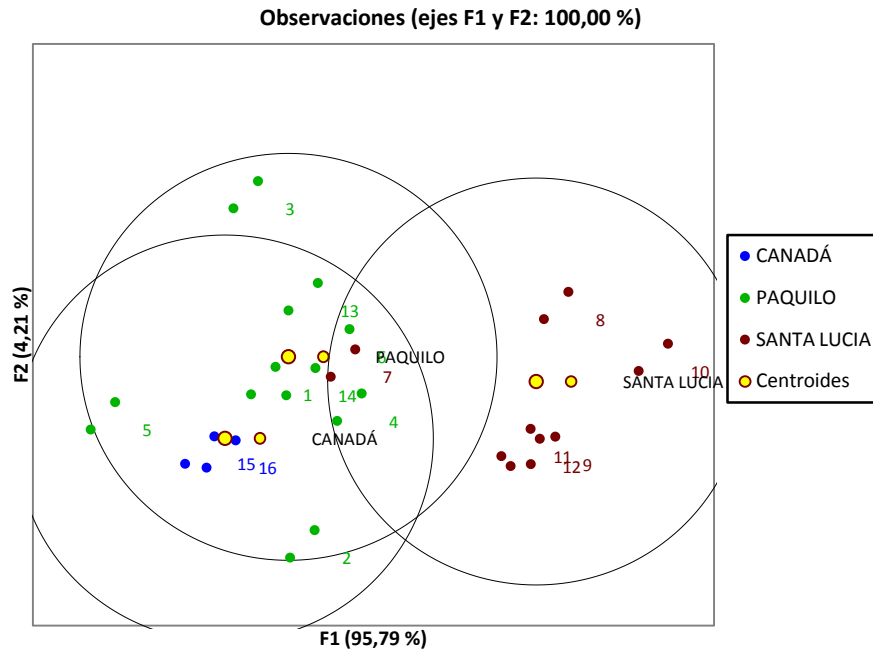
respecto a Canada y Paquiló, mientras que para Paquilo, los valores de proteína, grasa, sólidos totales son los más altos, contrario a los valores de cenizas, textura, color. Canada presenta los valores intermedios para sólidos, proteína, color, nivel de sal, pero los más altos para cenizas.



**Figura 2.** Análisis discriminante para las pruebas sensoriales del queso según los resultados fisicoquímicos de la leche

Al cruzar las variables de las matrices hedonicas de queso cabrera y las microbiologicas de leche se puede observar que el grado de discriminacion es similar al de la grafica 2. Podemos afirmar que se ve en los

resultados claramente una diferencia entre Santa Lucia y las demas regiones, cabe destacar que posee los valores mas elevados en el analisis hedonico y los mas altos en cuanto a hongos se refiere.

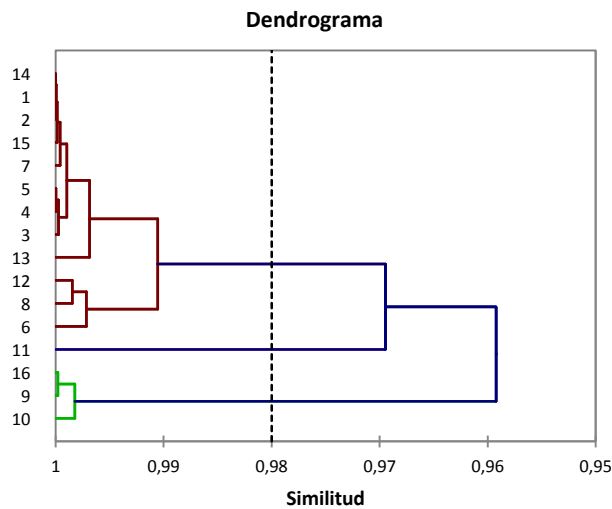


**Figura 3.** Análisis discriminante para las pruebas sensoriales del queso según Resultados microbiológicos del queso

**4. Análisis de agrupamientos o clúster**

El análisis de agrupamientos o clúster realizado a los resultados del análisis fisicoquímico de la leche cruda da como resultado una similitud

entre grupos del 96%, se evidencia claramente el agrupamiento en cuatro subgrupos que supera el 99% lo cual indica que la muestras son muy homogéneas.



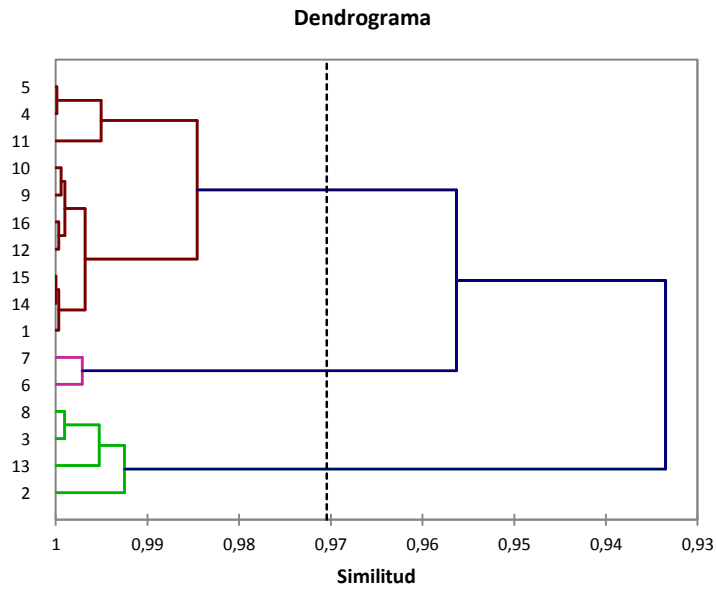
**Figura 4.** Agrupamiento o Clúster leche fisicoquímico

El grado de asociacion de los sub-conjuntos es superior al 99%, hay 4 grupos bien definidos,

las muestras 2,13,3 y 8 pertenecen al primer grupo (verde) 6y7 al segundo grupo (rosado),

1,14,15 son muy similares, al igual que 12,16, 9 y 10 formando otro grupo, y el ultimo grupo lo conforman 11,4 y 5, no obstante las 16 unidades de muestro estan por encima del 93% lo cual indica que desde el punto de vista fisicoquimico las unidades muestrales de queso

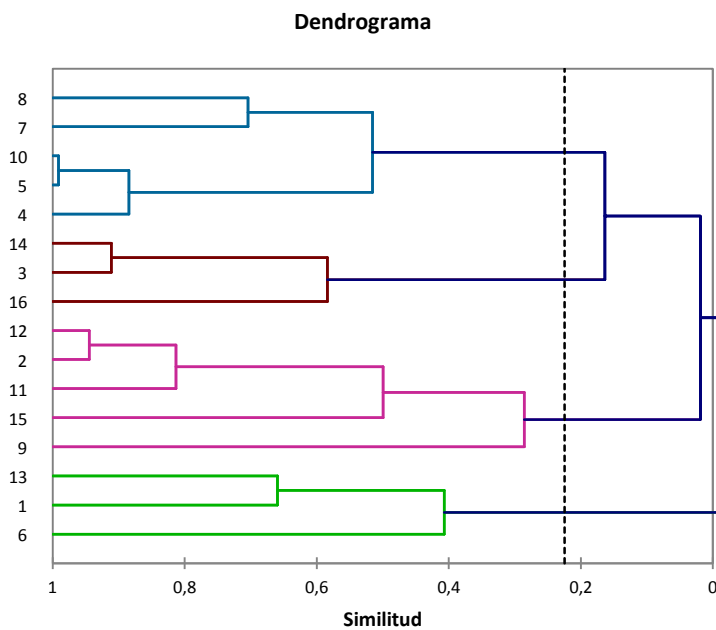
son muy similares, a pesar de las diferencias encontradas por zona siendo las muestras 9,10 de la parte baja y la 16 del paramo lo que indica que entre grupos hay de distintas zonas figura 5.



**Figura 5.** Agrupamiento o Clúster queso fisicoquímico

Al realizar el analisis clúster a los resultados de la prueba sensorial, se encontro una mayor dispercion de los datos, no obstante se pueden distinguir cuatro subgrupos donde unos datos

se asemejan mas a otros, sin embargo siguen siendo muy diferentes ya que los valores se acercan mas a cero.



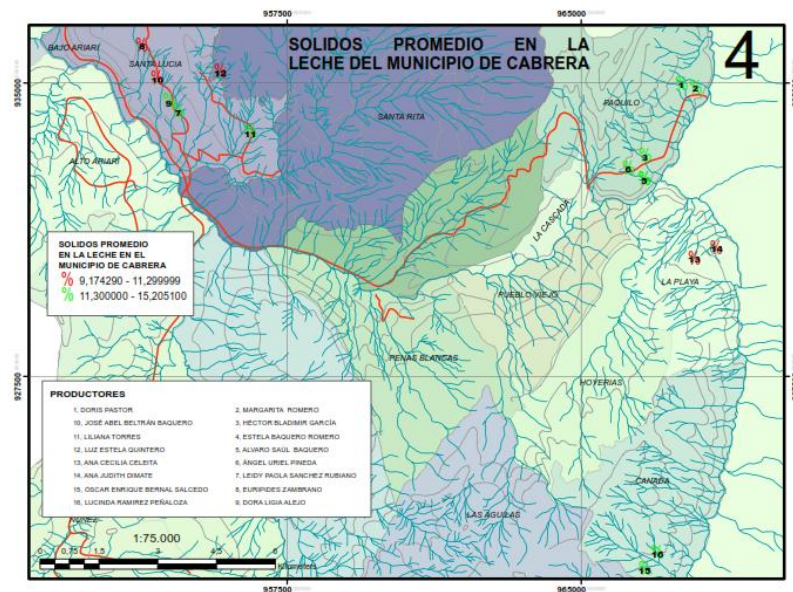
**Figura 6.** Agrupamiento o Clúster queso sensorial

## 4.2 Mapas temáticos de las características fisicoquímicas de la leche en el Municipio de Cabrera

La mitad de las muestras de Santa Lucia presentan niveles de sólidos por encima del 11.3%, igual que para la veredas de Paquiló y Canadá, llegando a 15.2% que alcanza el mínimo exigido en Colombia, incluso es bueno

para la producción de queso ya que se obtendrán mejores rendimientos, mientras que la Playa no alcanza a este valor, no hay una discriminación en cuanto a sólidos totales a lo largo de la región respecto las características del medio, tampoco se observa que exista una asociación de los sólidos totales respecto a las cuencas ni a las características geográficas del terreno (Mapa 1).

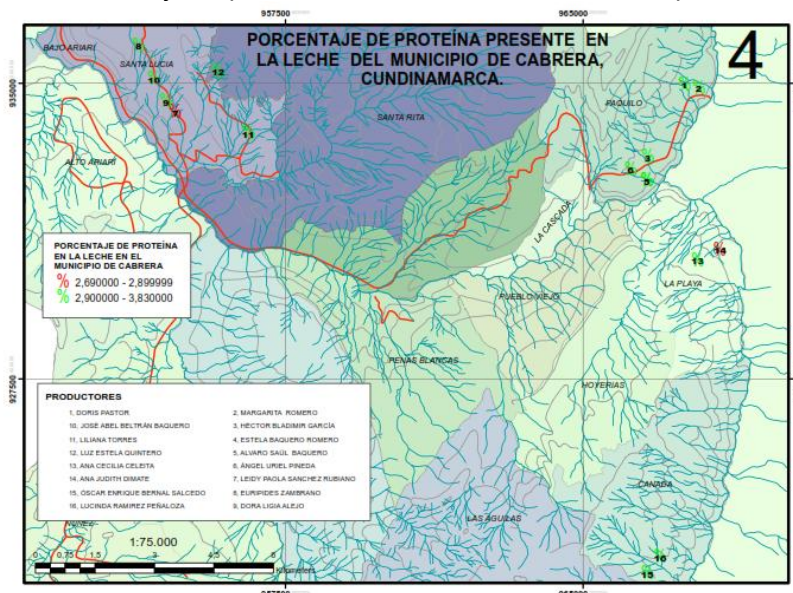
Mapa 1. Sólidos en muestras de leche, Municipio de Cabrera



El valor de la proteína obtenido en las muestras de leche de los productores de Cabrera se encuentra por encima de 2,9% para 14 de los 16 muestreados, lo que indica que sin importar sus condiciones geográficas y diferencias por

altura, fuentes hídricas la mayoría de productores presentan valores muy similares que van a inferir directamente en el producto final (Mapa 2).

Mapa 2. Porcentaje de proteína en muestras de leche, Municipio de Cabrera

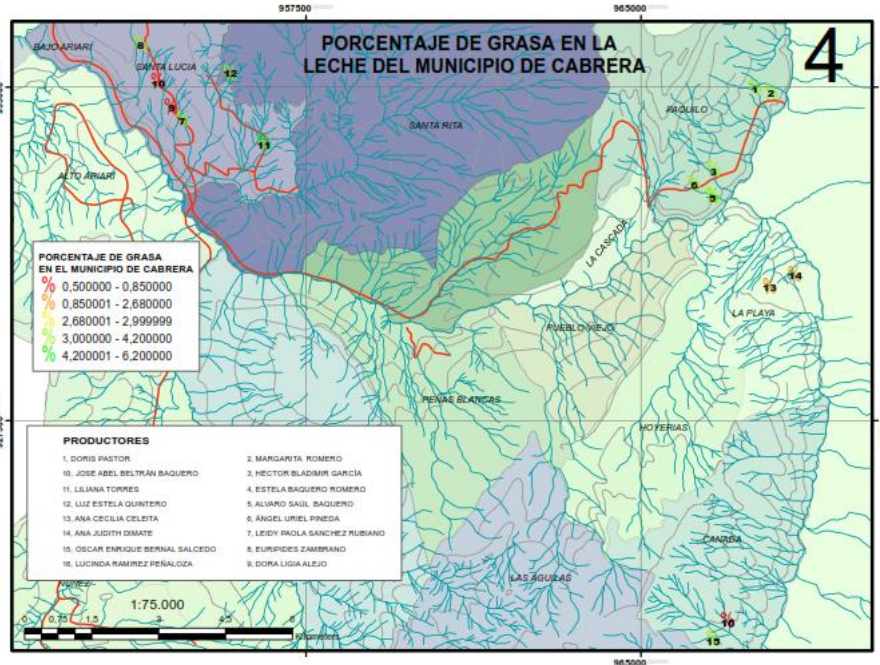




Las muestras del contenido de grasa en el municipio son muy variables, dos muestras de Santa Lucia presentan los valores más bajos para la región 0.5%, 0.85, seguida de La playa donde ambas muestras son bajas, sin

embargo en Paquiló y Santa Rita las muestras presentan altos, no obstante a pesar de la variabilidad de los resultados no se puede atribuir las diferencias a la geografía y condiciones de las regiones (Mapa 3).

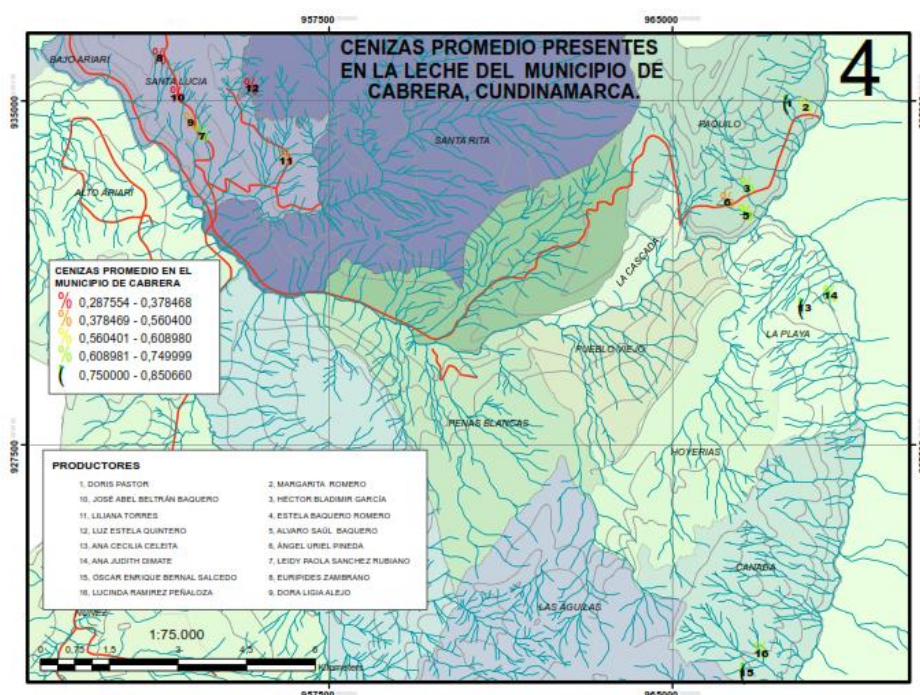
**Mapa 3.** Porcentaje de grasa en muestras de leche, Municipio de Cabrera



Para los valores de cenizas encontrados en la leche del municipio tenemos que es muy variado debido a que difieren entre el territorio, sin embargo se destacan las veredas de la playa y Canadá donde se concentran los valores más altos, 0.6, a 0.8%, por otra parte la

vereda de Santa Lucia contiene en dos muestras los valores más bajos, 0.2, a 0.3% claro está que para las cenizas que son las que tiene el contenido mineral se le puede atribuir al tipo de suelo y el uso que se le esté dando en cada vereda (Mapa 4).

**Mapa 4.** Porcentaje de cenizas promedio presentes en la leche, Municipio de Cabrera



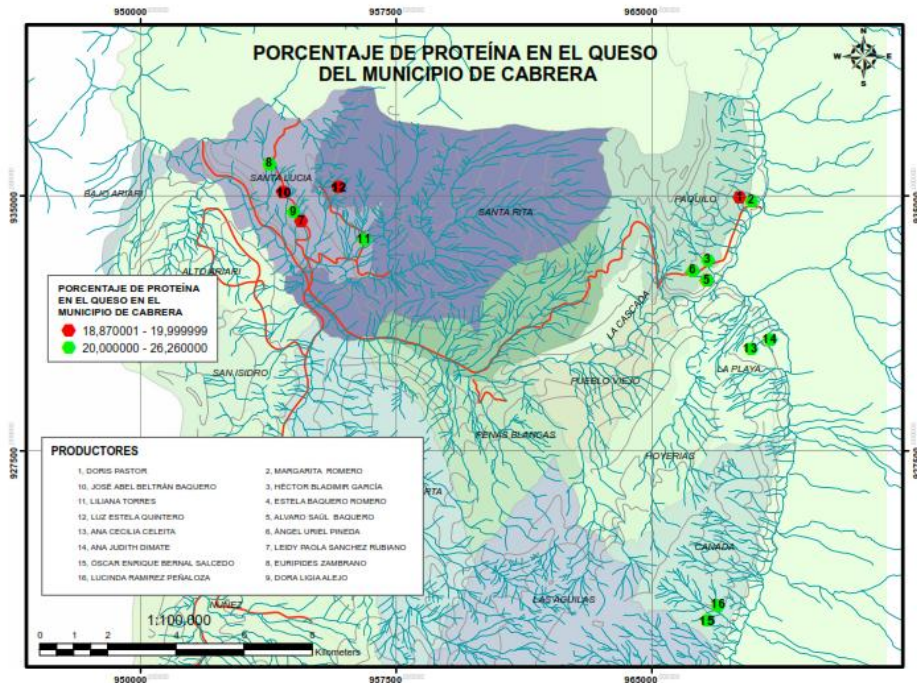




El contenido de proteína presente en el queso cabrera en la mayoría de las muestras superior al 21% y se evidencia así en las diferentes veredas del municipio lo que indica que el

producto es muy homogéneo a pesar de la geografía del mismo, sus fuentes hídricas, altura, temperatura, y demás variables que contiene la región (Mapa 7).

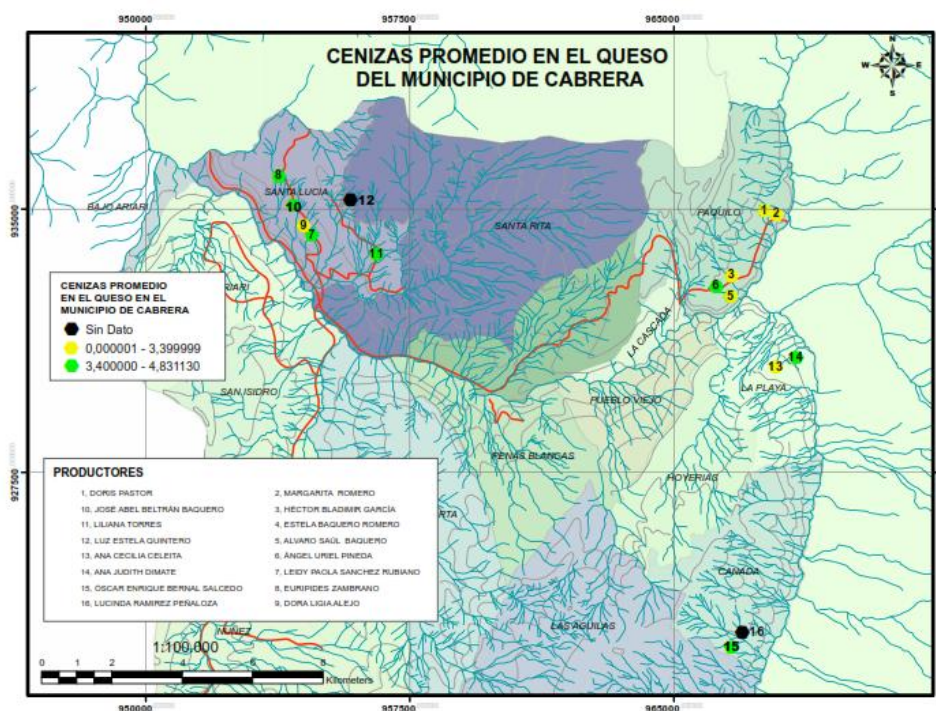
**Mapa 6.** Porcentaje de proteína en el queso, Municipio de Cabrera



El contenido de cenizas en el queso es variado, presenta diferentes valores que se distribuyen a lo largo del territorio y se cree que están influenciados por el contenido de minerales presentes en el suelo sin embargo

no fue posible establecer esta relación por medio de la cartografía temática y los análisis multivariantes no discriminan estos valores (Mapa 8).

**Mapa 7.** Contenido promedio de cenizas en el queso, Municipio de Cabrera





## 5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados presentados en este trabajo de grado son el primer acercamiento para la categorización de un queso en Colombia desde la perspectiva multivariante y desde la construcción de mapas temáticos mediante técnicas cartográficas, analizando tres matrices diferentes de datos: análisis fisicoquímicos (leche y queso), prueba sensorial y análisis microbiológico (leche y queso).

El uso de técnicas estadísticas multivariadas ha alcanzado un reconocimiento en el mundo para el análisis de datos. Particularmente, esta técnica ha tenido una gran utilidad en el control de procesos agroalimentarios así como en la caracterización y tipificación de alimentos de acuerdo con diferentes características como lo pueden ser el origen geográfico, propiedades nutricionales o funcionales, y monitoreo de etapas de producción (Zuluaga C 2011) de manera que se consideró pertinente el uso de un análisis discriminante (AD) como método para el análisis de las matrices de los resultados fisicoquímicos, microbiológicos, sensoriales realizados al queso cabrera ya que de acuerdo con McLachlan G (1992) el AD clasifica de manera paramétrica probabilística al maximizar la varianza entre las categorías y minimiza la varianza dentro de las mismas, a través de la proyección de datos de un espacio de alta dimensionalidad a uno de baja. De esta forma un número de funciones lineales ortogonales igual al número de categorías menos una son obtenidas.

Peláez P (2003) en la caracterización de los quesos con leche de cabra en la isla de Tenerife realizó un AD tomando como variables la zona donde se ubica la procedencia de la producción de quesos, tipo de queso y características fisicoquímicas del mismo, así pues hay reportes de países en Europa en donde la mayoría de los quesos con denominación de origen protegida utilizan la estadística multivariante para categorizar quesos de acuerdo a su contenido nutricional y mineral Rojas *et al*, 2010 y otros para evaluar preferencias del consumidor respecto a su análisis sensorial utilizando modelos mixtos (Lahne 2013) en Colombia hay pocos trabajos

relacionados con este tipo de técnicas y más aún desde la perspectiva de las denominaciones de origen para quesos, se destaca el trabajo de Zuluaga *et al.*, 2010 el cual creó un modelo capaz de diferenciar el origen de mieles provenientes de cuatro regiones de Colombia, no obstante los resultados presentados hasta el momento pueden servir como un acercamiento para desarrollar una técnica respecto a la creación de un modelo que vincule las características del producto con las preferencias del consumidor.

En el desarrollo de las condiciones para acceder a una denominación de origen se hace necesario delimitar la región objeto de estudio integrando factores del territorio, como la altura, la temperatura, el suelo y sus usos, la extensión del mismo, de manera que sea fácil identificar estas variables y las asociadas a las características propias del producto en estudio, de modo que esta información se pueda representar de forma gráfica y sea fácil su reconocimiento, por esta razón los mapas elaborados para delimitar el municipio de Cabrera presentan una base de datos de las propiedades fisicoquímicas de la materia prima (leche) y el producto terminado (queso) convirtiéndose en una herramienta útil para aplicar a los procesos de denominación de origen ya que su contenido resume en forma detallada la información referente a la zona geográfica y al producto al mismo tiempo. Se han empleado estas técnicas cartográficas en la unión europea presentando mapas temáticos **anexo 1**. Donde se presenta una representación geográfica del continente con la sectorización de acuerdo a la denominación de origen protegida de quesos y mantequillas existentes en los diferentes países que lo conforman. Costa Rica presenta en el estudio técnico de la denominación de origen de queso Turrialba una serie de mapas para representar la delimitación de la región donde se produce su producto, en lo que se incluye la localización de los centros poblados, la elevación y algunos centros poblados. En Colombia es el primer trabajo en el que se realiza como aporte a la denominación de origen protegida la

cartográfica temática para representar características fisicoquímicas de un producto cabe destacar que aún faltan estudios para

## 6. CONCLUSIONES

Los análisis multivariantes (discriminante y de agrupamiento) son herramientas útiles para establecer relaciones entre los resultados de las muestras fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales, dejando en claro que a pesar de las diferencias encontradas en el queso entre las zonas de Cabrera, el producto es muy homogéneo para el municipio.

Por medio del análisis de datos aplicado a este trabajo se logró afianzar las bases que ya se tenían para impulsar el potencial existente en el

## 7. BIBLIOGRAFIA

Álvarez C. 1998. Instituciones del Derecho del vino en las denominaciones de origen. Rev. Chil. Derecho 25(4): 757-792.

Díaz LG. 2002. Estadística multivariada: inferencia y métodos. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Díaz JF. 2009. Caracterización del mercado de la industria quesera en la subregión valle del Ariguan. Departamento del Magdalena. Tesis de grado Bogotá. Universidad de la Salle. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 105p

Fallas J. 2003. Sistemas integrados de información geográfica, conceptos básicos de cartografía. Universidad nacional Heredia Costa Rica.

Granados C, Urbina G, Acevedo D. 2010. Caracterización físico-química y microbiológica del queso de capa de Mompox Colombia. Facultad de ciencias agropecuarias, Mompox, Colombia.

Granados J. 2012. Las denominaciones de origen en la industria agrícola: una herramienta de distinción y competitividad. Producción+Limpia 95-105.

Hansen A. 2008. Apuntes de cartografía

Hair J, Black W, Babin B & Anderson R. 2010. Multivariate Data Analysis. 7<sup>th</sup> Ed. Pearson Prentice Hall, US.

plasmar aún más características a través de estos medios.

producto, para que se continúe en la búsqueda de una DOP, haciendo énfasis en la higiene para la obtención de la materia prima junto a la elaboración del queso y las buenas prácticas, tanto de ordeño, como de manufactura.

Los mapas temáticos son herramientas útiles para representar de manera sencilla y clara diferentes características geográficas y de producción en un producto de una región que quiera realizar un proceso para obtener un sello de denominación de origen, sin embargo hay que realizar estudios para mejorar esta técnica.

ICTA – BANCO GANADERO. 1994. Guía para Producir quesos colombianos, Primera edición. Santa fe de Bogotá.

Lahne J, Trubek A & Pelchat M. 2014. Consumer sensory perception of cheese depends on context: a study using comment analysis and linear mixed models. Food Quality and Preference 32: 184-197.

Mclachlan G. (1992). Discriminant Analysis and Statistical Pattern Recognition. NY, USA, Wiley.

Negrón p, Seguin A, Aparicio P. 2007. Manual de lectura y elaboración de mapas. Proyecto de vulnerabilidad social y gestión urbana.

NTC. Norma técnica colombiana 750. 2009. Productos lácteos queso

OMPI. 2002. Revisión sobre las Indicaciones Geográficas: antecedentes, naturaleza de los derechos, sistemas vigentes de protección, y obtención de protección en otros países. Organización Mundial de la Propiedad Industrial. Docs. SCT/8/4 y SCT/8/5. Ginebra, Suiza. 39pp.

Orhan H, Ozturk I, Dogan Z & Yurtseven S. 2009. Examining structural distribution of livestock in Eastern and South-Eastern Anatolia of Turkey by multivariate statistics. Journal of Animal and Veterinary Advances 8(3): 481-487.

Pelaez P. 2003. Caracterización de los quesos con leche de cabra en la isla de Tenerife. Influencia de factores ambientales en el

desarrollo de sus características organolépticas y fisicoquímicas. Departamento de ingeniería química y tecnológica farmacéutica.

Peña D. 2002. Análisis de datos multivariantes. McGraw-Hill/Interamericana, Madrid.

Pinho O, Mendes M, Alves I, Ferreira. 2004. Chemical, physical and Sensorial Characteristics of "Terrincho" Ewe Cheese: Changes during Ripening and Intravarietal Comparison. *J. Dairy Sci.* 87: 249-257.

ST/ESA/STAT – Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, División de Estadística. 2000. Manual de sistemas de información geográfica y cartografía digital. Naciones Unidas, Nueva York. Estudios de Métodos, Serie F, No. 79.

Tortorelli C. 2010. Indicaciones geográficas y denominaciones. *Revista Chilena de Derecho* 207: 239.

Vargas MF. 2014. Caracterización microbiológica, fisicoquímica y sensorial del queso Cabrera. Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Zootecnista. Universidad de Cundinamarca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa de Zootecnia, Fusagasugá, Colombia.

Zuluaga C. 2011. Análisis estadístico multivariado una herramienta estratégica para el control de procesos y calidad en la industria agroalimentaria. *Revista especializada en ingeniería de procesos en alimentos biomateriales. UNAD.* volumen 5

Zuluaga C., Diaz C., Henao N. & Quicazan M. (2010). Diferenciación por origen de mieles colombianas de acuerdo a su contenido mineral y perfil aromático.