



# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

**CAMPUS VERACRUZ**

**POSTGRADO EN AGROECOSISTEMAS TROPICALES**

**TIPIFICACIÓN DE QUESO ARTESANAL FRESCO Y MADURADO DE CABRA**

**DEL ESTADO DE VERACRUZ**

**EMMANUEL DE JESÚS RAMÍREZ RIVERA**

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE


**DOCTOR EN CIENCIAS**

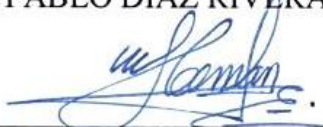
TEPETATES, MANLIO FABIO ALTAMIRANO, VERACRUZ, MÉXICO


2016


La presente tesis, titulada: **Tipificación de queso artesanal fresco y madurado de cabra del Estado de Veracruz**, realizada por el alumno: Emmanuel de Jesús Ramírez Rivera, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:


DOCTOR EN CIENCIAS  
AGROECOSISTEMAS TROPICALES  
CONSEJO PARTICULAR

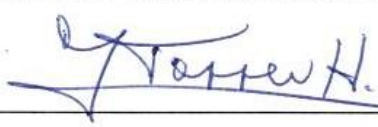
CONSEJERO:   
DR. PABLO DÍAZ RIVERA

ASESOR:   
DR. ERASMO HERMAN Y LARA

ASESOR:   
DR. JOSÉ ANDRÉS HERRERA CORREDOR

ASESOR:   
DR. JOSÉ LÓPEZ COLLADO

ASESOR:   
DR. EUSEBIO ORTEGA JIMÉNEZ

ASESOR:   
DR. GLAFIRO TORRES HERNÁNDEZ

Tepetates, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, diciembre de 2016.

# TIPIFICACIÓN DE QUESO ARTESANAL FRESCO Y MADURADO DE CABRA DEL ESTADO DE VERACRUZ

Emmanuel de Jesús Ramírez Rivera, Dr.

Colegio de Postgraduados, 2016

El objetivo de la investigación fue tipificar los quesos artesanales frescos y maduros de cabra del estado de Veracruz. La primera etapa consistió en caracterizar los sistemas de producción caprina y la identificación de zonas potenciales para la caprinocultura, mediante Análisis de Procesos Jerárquicos y análisis geoespacial. En la segunda y tercera etapa se analizó la variación de la calidad de la leche y la tipificación de los quesos artesanales por modelos causales. Se aplicaron las técnicas Espectroscopía de Emisión Atómica de Plasma para la cuantificación de metales y Microscopia Electrónico de Barrido con Análisis de Imagen para la caracterización microestructural de los quesos. La última etapa consistió en la preparación de un panel sensorial para la tipificación sensorial de los quesos artesanales. Los resultados mostraron que los sistemas de producción caprinos del estado de Veracruz se caracterizan por ser rebaños pequeños que se mantienen en vegetaciones de bosque mesófilo de montaña y matorral xerófilo. La sierra de Huayacocotla y las zonas de Perote y Orizaba se consideran potenciales para la caprinocultura. En las épocas de lluvias y nortes se presentaron las mayores incidencias microbiológicas y variaciones fisicoquímicas en las leches. Los resultados microbiológicos indicaron que los quesos analizados cumplen con las Normas Oficiales Mexicanas. Los modelos causales explicaron el impacto de la alimentación caprina en la calidad fisicoquímica y sensorial de los quesos y la preferencia de los consumidores. Se encontraron concentraciones altas de metales pesados acorde a lo indicado en las Normas Mexicanas e Internacionales y las concentraciones de metales esenciales contribuyen a cubrir parte de la ingesta diaria recomendada. La microestructura de los quesos analizados se caracteriza por tener poros irregulares y complejidad alta. El panel sensorial formado por jueces entrenados o productores es adecuado para estudios sensoriales de quesos artesanales.

**Palabras clave:** Análisis de Procesos Jerárquicos, determinaciones analíticas, estacionalidad, sensometría, sistemas de producción caprinos.

# TYPIFICATION OF CRAFTS FRESH AND MATURE GOAT CHEESE IN VERACRUZ STATE

Emmanuel de Jesús Ramírez Rivera, Dr.

Colegio de Postgraduados, 2016

The objective of the investigation was to typify the fresh and mature artisan of goat cheeses of the state of Veracruz. The first stage consisted in characterizing goat production systems and the identification of potential zones for goat breeding, through Hierarchical Process Analysis and geospatial analysis. In the second and third stages, the variation of milk quality and the classification of artisanal cheeses by causal models. Were applied Plasma Atomic Emission Spectroscopy for the quantification of metals and Scanning Electron Microscopy with Image Analysis for the microstructural characterization of the cheeses. The last stage consisted in the preparation of a sensorial panel for the sensorial typification of artisanal cheeses. The results showed that the goat production systems of the state of Veracruz are characterized by small herds that are maintained in vegetations of mesophilic mountain forest and xerophilous scrub. The Sierra de Huayacocotla and in the areas of Perote and Orizaba are considered potential for goat breeding. During the rainy season, the highest microbiological incidence and physicochemical variations occurred in the milk. The microbiological results indicated that the cheeses analyzed comply with Mexican Official Standards. The causal models explained the impact of goat feeding on the physiochemical and sensory quality of cheeses and consumer preference. High concentrations of heavy metals were found in accordance with the Mexican and International Standards and the concentrations of essential metals contribute to cover part of the recommended daily intake. The microstructure of the analyzed cheeses is characterized by irregular pores and high complexity. The sensory panel formed by trained judges or producers is suitable for sensory studies of artisanal cheeses.

**Keywords:** Hierarchical Process Analysis, analytical determinations, seasonality, sensometric, goat production systems.



## **DEDICATORIA**

A Dios por permitirme alcanzar una meta más en mi vida profesional y por sostenerme en los momentos difíciles.

A mis padres Hector e Ilya por todos sus consejos e infinito amor.

A mi hermana Daniela por estar conmigo en todo momento.

A Lorena por su ayuda incondicional.

A mis tios y primos.

A mis amigos José Manuel y Jesús Rodríguez por todo su apoyo y valiosa amistad.

A mis amigos de generación Victor, Gabycarmen, Lulig, Juan Manuel, Joheli, Natalie y Citlalli por todos los momentos vividos en el Colegio.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el financiamiento económico proporcionado para llevar a cabo los estudios de doctorado y la estancia de investigación.

Al Fideicomiso de Administración e Inversión No. 167304 por el apoyo económico otorgado para la realización de la investigación doctoral.

Al Colegio de Postgraduados campus Veracruz, por contribuir en mi formación profesional.

Al Sistema Especie Caprino de Veracruz (SIPECAV AC) y en especial a los productores Ignacio Cambambia, Esteban García, Fernando Gómez y Luis Méndez por todo el apoyo brindado para la realización del proyecto de investigación.

A mi consejo particular conformado por los Drs. Pablo Díaz Rivera, Erasmo Herman y Lara, José Andrés Herrera Corredor, Eusebio Ortega Jiménez, José López Collado y Glafiro Torres Hernández mi más sincero e infinito agradecimiento por sus consejos, ayuda, paciencia, contribución a mi formación profesional y por su valiosa amistad a lo largo de estos cuatro años.....MI ADMIRACIÓN Y RESPETO PARA CADA UNO DE USTEDES.

Al Instituto Tecnológico de Tuxtepec, Oaxaca (ITT), al Instituto Tecnológico de Mérida, Yucatán (ITM), a la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) y al Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán (CICY) por todas las facilidades otorgadas para la realización de las diferentes determinaciones analíticas consideradas en esta investigación.

Al Dr. Víctor Manuel Toledo López por todo el apoyo brindado para la realización de la estancia de investigación.

A los compañeros que conformaron el panel de evaluación sensorial usado en la investigación.

## CONTENIDO

	Página
<b>INTRODUCCIÓN GENERAL</b>	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN.....	3
2. HIPÓTESIS.....	3
2.1 General.....	3
2.2 Particulares.....	4
3. OBJETIVOS.....	4
3.1 General.....	4
3.2 Particulares.....	5
4. REFERENCIAS.....	5
<b>Capítulo I. Tipificación de quesos artesanales de cabra y otros quesos en México: La aproximación territorio-producto-consumidor.....</b>	6
1.1. Introducción.....	7
1.2. Metodología.....	7
1.3. Resultados y discusión.....	7
1.4. Referencias.....	13
<b>Capítulo II. Caracterización de Sistemas de Producción Caprinas del estado de Veracruz.....</b>	24
2.1. Introducción.....	25
2.2. Materiales y métodos.....	26
2.3. Resultados y discusión.....	27
2.4. Referencias.....	38
<b>Capítulo III. A multi-criteria approach to identify favorable areas for goat production systems in Veracruz, Mexico.....</b>	44
3.1. Introduction.....	45
3.2 Materials and methods.....	46
3.3. Results and discussion.....	47
3.4. References.....	50

<b>Capítulo IV. Variación estacional de la calidad de la leche de cabra producida en la zona montañosa del estado de Veracruz, México.....</b>	<b>60</b>
4.1. Introducción.....	61
4.2 Materiales y métodos.....	62
4.3. Resultados y discusión.....	63
4.4. Referencias.....	68
<b>Capítulo V. Typification of a goat fresh cheese of Mexico by path models</b>	<b>80</b>
5.1. Introduction.....	81
5.2 Materials and methods.....	81
5.3. Results and discussion.....	84
5.4. References.....	88
<b>Capítulo VI. Tipificación de quesos madurados de cabra producidos en la zona montañosa central del estado de Veracruz, México.....</b>	<b>98</b>
6.1. Introducción.....	100
6.2 Materiales y métodos.....	101
6.3. Resultados y discusión.....	105
6.4. Referencias.....	112
<b>Capítulo VII. Elementos minerales como indicadores de autenticidad y origen geográfico de quesos artesanales de cabra producidos en el centro del estado de Veracruz.....</b>	<b>127</b>
7.1. Introducción.....	128
7.2 Materiales y métodos.....	129
7.3. Resultados y discusión.....	131
7.4. Referencias.....	135
<b>Capítulo VIII. Caracterización microestructural de quesos artesanales de cabra mediante análisis de imagen.....</b>	<b>143</b>
8.1. Introducción.....	144
8.2 Materiales y métodos.....	145
8.3. Resultados y discusión.....	148
8.4 Referencias.....	153

<b>Capítulo IX. Influence of production and cultural context of the panel on the sensory profile of artisan goat cheeses.....</b>	<b>164</b>
9.1. Introduction.....	165
9.2 Materials and methods.....	166
9.3. Results and discussion.....	169
9.4. References.....	175
<b>Conclusiones y recomendaciones generales.....</b>	<b>189</b>
1. Conclusión general.....	189
2. Recomendaciones generales.....	191
<b>ANEXO 1. Carteles científicos y participaciones en congresos.....</b>	<b>192</b>
<b>ANEXO 2. Trabajos de divulgación publicados en eventos científicos.....</b>	<b>204</b>
<b>ANEXO 3. Cartas de autorización de colaboradores.....</b>	<b>218</b>

## LISTA DE CUADROS/TABLES

	Página
<b>Cuadro 1.1.</b> Investigaciones desarrolladas de los sistemas de producción caprinos lecheros.....	21
<b>Cuadro 1.2.</b> Técnicas analíticas convencionales aplicadas a quesos de cabra..	22
<b>Cuadro 1.3.</b> Técnicas empleadas en la caracterización sensorial de quesos de cabra.....	23
<b>Cuadro 2.1.</b> Ubicación de las UPC y las condiciones agroecológicas.....	43
<b>Table 3.1.</b> Factors selected for goat production systems associated with their categories and ordinal values of favorability.....	55
<b>Table 3.2.</b> State zones and area coverage of main municipalities having moderate (MF) and high (HF) favorability for goat production systems.....	56
<b>Cuadro 4.1.</b> Procedencia de las leches y condiciones agroecológicas de las UPC.....	72
<b>Cuadro 4.2.</b> Análisis de varianza de las variables microbiológicas.....	73
<b>Cuadro 4.3.</b> Análisis de varianza de las variables fisicoquímicos.....	74
<b>Table 5.1.</b> Chemical composition (%), density ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ), cryoscopy ( $^{\circ}\text{C}$ ) and microbiological count ( $\text{Log CFU mL}^{-1}$ ) of milk in different cheese dairies.....	92
<b>Table 5.2.</b> Chemical composition (%), $a_w$ , pH and microbiological count ( $\text{Log CFU g}^{-1}$ ) of the fresh cheeses made in different cheese dairies.....	93
<b>Table 5.3.</b> Texture and color parameters for the fresh goat cheeses made in different dairies.....	94
<b>Cuadro 6.1.</b> Procedencia de los quesos y condiciones agroecológicas de las explotaciones.....	117
<b>Cuadro 6.2.</b> Análisis microbiológicos de las leches pasteurizadas.....	118
<b>Cuadro 6.3.</b> Análisis microbiológico de los quesos madurados.....	119
<b>Cuadro 6.4.</b> Composición fisicoquímica de las leches pasteurizadas.....	120
<b>Cuadro 6.5.</b> Composición fisicoquímica de los quesos madurados.....	121
<b>Cuadro 6.6.</b> Parámetros de color de los quesos madurados de cabra.....	122

<b>Cuadro 6.7.</b> Perfil de textura de los quesos madurados.....	123
<b>Cuadro 7.1.</b> Condiciones de operación del equipo MP-AES.....	139
<b>Cuadro 7.2.</b> Valores promedios por elemento y tipo de quesos (mg kg <sup>-1</sup> base húmeda).....	140
<b>Cuadro 7.3.</b> Resultados de la clasificación y validación cruzada para la variable cualitativa Tipo de quesos.....	141
<b>Cuadro 8.1.</b> Características microestructurales y fisicoquímicos de quesos frescos.....	156
<b>Cuadro 8.2.</b> Características microestructurales y fisicoquímicos de quesos madurados.....	157
<b>Table 9.1.</b> Identification of fresh and ripened cheeses.....	179
<b>Table 9.2.</b> Sensory vocabularies of fresh and ripened cheeses generated by the PVER and PROD sensory panels.....	180

## LISTA DE FIGURAS/FIGURES

	Página
<b>Figure 3.1.</b> Hierarchical process of combining factors to model zones favorable for goat production systems.....	57
<b>Figure 3.2.</b> Favorability zones for the establishment of goat production systems in the state of Veracruz. HF = high favorability; MF = moderate favorability.....	58
<b>Figure 3.3.</b> Receiver operating characteristic (ROC) for the goat production system distribution model (continuous line) and for a null random model (dashed line).....	59
<b>Figura 4.1.</b> a) Mesófilos aerobios y b) Coliformes totales.....	75
<b>Figura 4.2.</b> Contenido nutrimental promedio de las leches en cada época.....	76
<b>Figura 4.3.</b> (a) Grasa y b) SNG.....	77
<b>Figura 4.4.</b> a) Proteína y b) Lactosa.....	78
<b>Figura 4.5.</b> a) Densidad y b) Acidez.....	79
<b>Figure 5.1.</b> Geographical delimitation of the study area.....	95
<b>Figure 5.2.</b> Sensory profile of fresh goat cheese of the central mountain area of the state of Veracruz, Mexico.....	96
<b>Figure 5.3.</b> a) Typing model of fresh goat cheese for consumer classes 2 and 4 (main factor one MFA), b) Typing model of fresh goat cheese for consumer classes 1 and 3 (main factor two MFA).....	97
<b>Figura 6.1.</b> Perfil sensorial de queso madurado de cabra.....	124
<b>Figura 6.2.</b> Modelo causal uno de queso madurado de cabra respecto al componente principal uno del AFM.....	125
<b>Figura 6.3.</b> Modelo causal dos de queso madurado de cabra respecto al componente principal dos del AFM.....	126
<b>Figura 7.1.</b> a) Análisis Canónico Discriminante de quesos frescos, b) Análisis Canónico Discriminante de quesos madurados.....	142
<b>Figura 8.1.</b> Micrografías de quesos frescos de cabra a 1000x: A) Coatepec;	



(B) Pacho Viejo; (C) Perote y (D) Tatatila A', B', C' y D' son sus correspondientes imágenes binarizadas.....	158
<b>Figura 8.2.</b> Imágenes en 3-D de quesos frescos de cabra a 1000x: A) Coatepec; (B) Pacho Viejo; (C) Perote y (D) Tatatila.....	159
<b>Figura 8.3.</b> Curvas granulométricas de los quesos frescos: (A) tamaño de partículas agregadas y (B) distancia inter-partículas agregadas.....	160
<b>Figura 8.4.</b> Micrografías de quesos madurados de cabra a 1000x: (A) Coatepec; (B) Pacho Viejo; (C) Perote y (D) Tatatila A', B', C' y D' son sus correspondientes imágenes binarizadas.....	161
<b>Figura 8.5.</b> Imágenes en 3-D de quesos madurados de cabra a 1000x: A) Coatepec; (B) Pacho Viejo; (C) Perote y (D) Tatatila.....	162
<b>Figura 8.6.</b> Curvas granulométricas de los quesos madurados: (A) tamaño de partículas agregadas y (B) distancia inter-partículas agregadas.....	163
<b>Figure 9.1.</b> Abstrac graphic.....	164
<b>Figure 9.2.</b> Sensory profiles of fresh cheese made by the PVER (a) and PROD (b) panels.....	181
<b>Figure 9.3.</b> Sensory profiles of the ripened cheeses made by the PVER (a) and PROD (b) panels.....	182
<b>Figure 9.4.</b> Sensory profiles of fresh cheese: COVER (a-b) and COCOAT (c-d) panels.....	183
<b>Figure 9.5.</b> Sensory profiles of ripened cheese: COVER (a-b) and COCOAT (c-d) panels.....	184
<b>Figure 9.6.</b> Confidence ellipses for fresh cheese generated by a) PVER, b) PROD, c) COVER and d) COCOAT. ....	185
<b>Figure 9.7.</b> Confidence ellipses for ripened cheese generated by a) PVER, b) PROD, c) COVER and d) COCOAT.....	186
<b>Figure 9.8.</b> Representations of the panels (partial clouds) and each cheese (midpoint) for: a) fresh cheese and b) ripened cheese.....	187
<b>Figure 9.9.</b> Representation of the two HMFA levels for a) fresh cheese and b) ripened cheese.....	188

## **INTRODUCCION GENERAL**

México es considerado un país ideal para la producción de quesos artesanales, además de ser pionero en reconocer y fomentar las indicaciones geográficas, a través de las Denominaciones de Origen y las Marcas Colectivas (1 – 2). Las estadísticas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (3) indican que la producción de quesos representan un tercio del valor del Producto Interno Bruto (PIB) de derivados lácteos y el 13.3% del PIB total del sector lácteo, asimismo contribuye con el 18.5% del PIB de la industria alimentaria y aporta el 0.6% del PIB del país. La producción de leche de cabra a nivel nacional es de 7,632,200 L día<sup>-1</sup> aproximadamente; siendo los estados de Coahuila, San Luis Potosí, Guanajuato, Zacatecas, Durango, los que contribuyen de manera significativa a la producción de este recurso. En el estado de Veracruz, la mayor concentración de los sistemas de producción caprino, inventarios y producción de leche se encuentran en los municipios de Coatepec, Coatcoatzintla, Perote, Tatatila y Xico, ubicados en la zona montañosa central y el altiplano de Veracruz. Los quesos artesanales frescos y maduros de la zona antes mencionada son manufacturados en sistemas de producción que operan de manera intensiva estabulada, semi-estabulada o trashumante. Las condiciones agrocológicas de la zona de producción artesanal de estos quesos y el conocimiento de los productores, le confieren propiedades sensoriales particulares a estos productos que tienen una gran demanda comercial. Lo antes mencionado se traduce en un potencial alto de comercialización debido a que genera fuentes de empleo e ingresos para los productores (4). En la presente investigación se efectuó la tipificación de los quesos frescos y madurados de cabra de la zona montañosa central y el altiplano del estado de Veracruz usando diferentes herramientas que abarcan aspectos sociales y recursos analíticos. Por lo tanto, el Capítulo I se centra en el análisis del contexto actual de los quesos artesanales en América Latina, México y la producción de los quesos artesanales de cabra del estado de Veracruz. En el Capítulo II se describe un enfoque de estudio de caso que permitió caracteriza los sistemas de producción caprinos y analizar el contexto actual de estos sistemas y la problemática que enfrentan los productores de los quesos artesanales; un ejemplo, es la limitada vinculación entre actores sociales y la parte científico-tecnológica para la valorización de los quesos artesanales. Lo anterior, permitió identificar problemas de investigación donde se resolvieron con diferentes enfoques metodológicos que permitieron tipificar los quesos frescos y maduros de cabra, así como, establecer una retroalimentación constante a los productores artesanales. En base a lo anterior, el Capítulo III hace uso de herramientas como el Análisis de

Procesos Jerárquicos acoplado análisis geoespacial para la búsqueda de áreas potenciales con condiciones similares a las actuales dentro del estado de Veracruz, con fines de difusión territorial de la caprinocultura y la continuidad de la manufactura de los quesos artesanales. En el Capítulo IV se analiza el efecto de las tres épocas del año para buscar las posibles fluctuaciones de la calidad microbiológica y fisicoquímica de la leche de cabra usada para elaboración de los quesos artesanales. Los Capítulos V y VI se consideran el eje temático principal de esta tesis de investigación, lo antes debido a que estos capítulos están centrados en un análisis integral que permite entender la complejidad de la tipificación de los quesos frescos y maduros mediante el uso de diversas herramientas analíticas (microbiológicas, fisicoquímicas, instrumentales y sensoriales). Estos capítulos cuantifican, explican y validan las relaciones entre los aspectos ambientales, el conocimiento o “*saber-hacer*” de los productores y la calidad fisicoquímica de la leche en la producción de quesos con características particulares que son percibidas por los consumidores. En el Capítulo VII se muestra el uso del enfoque denominado multi-elementos y quimiometría para englobar tres aspectos importantes que son necesarios dentro de la temática de tipificación de quesos artesanales: 1) la inocuidad química; 2) los elementos esenciales presentes en el queso y su aporte como requerimiento nutricional y 3) la determinación del origen geográfico de los quesos en función de su perfil multi-elementos. En el Capítulo VIII se deja en evidencia el uso del acoplamiento de la Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) y el Análisis de Imagen (AI) para la cuantificación de variables importantes de la microestructura de los quesos artesanales. Este enfoque puede considerarse una nueva tendencia denominada tipificación microestructural de los quesos artesanales, lo que, podría ayudar a explicar las interacciones entre los componentes químicos de la matriz alimentaria y su repercusión en la formación y complejidad de la microestructura de los quesos artesanales. Por último, el Capítulo IX se focaliza en el área de sensometría para explicar si los hábitos de consumo de las personas y la experiencia de manufactura de los productores influyen en la construcción de la huella de identidad sensorial de los quesos artesanales analizados. Los resultados obtenidos fueron comprobados y comparables a los obtenidos por técnicas sensométricas clásicas y con esto se demuestra el tipo de panel sensorial que debe ser usado en los estudios de tipificación de quesos artesanales.

## **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN**

En la zona montañosa central y el altiplano del estado de Veracruz, se elaboran quesos artesanales de cabra. Estos quesos carecen de la aplicación de los estudios de tipificación que revelé sus características propias. La aplicación de estos estudios puede contribuir a la valorización y protección de los quesos artesanales por alguna Marca Colectiva o Denominación de Origen. La falta de estos estudios en los quesos artesanales de esta zona del estado de Veracruz puede representar importantes limitaciones en los aspectos social, económico, ambiental, político y tecnológico. Desde el punto de vista social se corre el riesgo de una erosión cultural que elimine todo un conocimiento tradicional sobre la elaboración de estos quesos artesanales. En el aspecto económico, pueden perderse un flujo económico importante que activa el territorio en donde son producidos, esta economía esta cimentada en el autoempleo de subsistencia para los productores. En el ámbito ambiental, la sobreexplotación de los recursos naturales puede contribuir a la limitación de espacios para la caprinocultura y *per se* la disminución de la producción de estos quesos artesanales hasta su desaparición. En la vertiente política, estos quesos artesanales han estado en constante presión normativa ocasionados por el sector lácteo industrial, esto ha generado una competencia desleal basándose en la imitación de quesos artesanales. En el aspecto científico-tecnológico, no se tiene evidencia sobre las cualidades microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales de este tipo de productos, aunado a esto, la connotación que le brinda a estos productos la interacción entre las condiciones agroecológicas y el conocimiento de los productores. Además es importante consolidar la relación entre los aspectos sociales y científico-tecnológicos que es fundamental en los estudios enfocados para la tipificación.

## **2. HIPÓTESIS**

### **2.1 General**

Las condiciones agroecológicas y los diferentes sistemas de producción caprino influyen en la producción de quesos frescos y madurados de cabra con características típicas.

## **2.2 Particulares**

Las diferencias entre los sistemas de producción caprino están en función de las condiciones agroecológicas.

La delimitación de las zonas de producción de queso de cabra en función de las condiciones agroecológicas permitirá la identificación de otras zonas con potencial productivo en el estado de Veracruz.

Las variaciones en la calidad microbiológica y fisicoquímica de la leche de cabra proveniente de los diferentes sistemas de producción pueden explicarse en función del sistema de producción y la época del año.

La heterogeneidad en la calidad microbiológica, fisicoquímica, instrumental, microestructural y sensorial de los quesos artesanales frescos y madurados de cabra está vinculada a las condiciones agroecológicas y las diferencias entre los sistemas de producción caprinos.

El contexto de fabricación de los quesos artesanales y el contexto cultural del consumidor no tienen influencia en la generación de los perfiles sensoriales de los quesos frescos y madurados artesanales de cabra.

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1 General**

Tipificar los quesos de cabra fresco y madurado en función de las condiciones agroecológicas y los diferentes sistemas de producción caprino de la zona montañosa central del estado de Veracruz.

### **3.2 Particulares**

Realizar un estudio de caso para caracterizar los sistemas de producción caprina de quesos artesanales de la región montañosa central y el altiplano del estado de Veracruz.

Identificar zonas favorables para establecer sistemas de producción caprinos en el estado de Veracruz.

Evaluar la calidad microbiológica y fisicoquímica de la leche de cabra de los diferentes sistemas de producción caprino en función de la época del año.

Tipificar los quesos frescos y madurados artesanales considerando la influencia de factores agroecológicos, sistema de producción caprino, calidad de la leche y las características fisicoquímicas, instrumentales, microestructurales y sensoriales de los quesos artesanales en la preferencia del consumidor.

Determinar el tipo de panel sensorial mediante el contraste de paneles sensoriales convencionales y paneles sensoriales de productores artesanales y consumidores de quesos de cabra.

### **4. REFERENCIAS**

1. Scintu M, Piredda G. Typicity and biodiversity of goat and sheep milks products. *Small Rumin Res* 2007; 68: 221-231.
2. Villegas de Gante A. Los quesos mexicanos genuinos: contribución a su rescate a través de la vinculación universidad-productores. *Revista Claridades Agropecuarias* 2009; 191: 29-35.
3. INEGI. Censos Agropecuarios. 2007. <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/agro/default.aspx>, Accesado 24 abril 2015.
4. Ramírez-Rivera EJ, Juárez-Barrientos JM, Rodríguez-Miranda J, Díaz-Rivera P, Ramón-Canul LG, Herrera-Corredor JA, Hernández-Serrano MI, Herman-Lara E. Typification of a goat fresh cheese of Mexico by path models. *Turk J Vet Anim Sci* 2016: doi: 10.3906/vet-1605-66.

1 **Capítulo I. Tipificación de quesos artesanales de cabra y otros quesos en México:**

2 **La aproximación territorio-producto-consumidor**

3 **Typification of artisanal goat cheese and other cheeses in México: The approximation**  
4 **territory-product-consumer**

5 Emmanuel de Jesús RAMÍREZ-RIVERA<sup>1</sup>, José LOPEZ-COLLADO<sup>1</sup>, Eusebio ORTEGA-  
6 JIMENEZ<sup>1</sup>, Erasmo HERMAN-LARA<sup>2</sup>, José Andrés HERRERA-CORREDOR<sup>3</sup>, Glafiro  
7 TORRES-HERNÁNDEZ<sup>4</sup>, Pablo DÍAZ-RIVERA<sup>1\*</sup>

8 <sup>1</sup>Colegio de Postgraduados Campus Veracruz. Veracruz, Veracruz, México. C.P. 91690.

9 <sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Tuxtepec. Tuxtepec, Oaxaca, México. C.P. 68300.

10 <sup>3</sup>Colegio de Postgraduados Campus Córdoba. Córdoba, Veracruz, México. C.P. 94500.

11 <sup>4</sup>Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Montecillo, Estado de México, México.  
12 C.P. 56230.

13 \*Correspondencia: [pablod@colpos.mx](mailto:pablod@colpos.mx)

14 **Resumen:** El objetivo del presente ensayo es describir y analizar la situación actual en  
15 México sobre la tipificación de los quesos artesanales, especialmente los quesos de cabra,  
16 considerando los sistemas de producción caprinos y las técnicas involucradas en dicho  
17 proceso. Aunque en México, existen zonas productoras de quesos de cabra, estos quesos  
18 han sido poco explorados en comparación de otros países. Así mismo, los sistemas de  
19 producción caprinos son heterogéneos e impactan en la calidad de la leche usada en la  
20 elaboración de quesos artesanales. Actualmente, en el proceso de tipificación se han usado  
21 técnicas analíticas convencionales o avanzadas para obtener la huella de identidad de los  
22 quesos artesanales. Aunque, dentro del área de la sensometría existen diversas técnicas de  
23 caracterización, generalmente se han aplicado técnicas convencionales; así mismo, la  
24 explicación de la preferencia o rechazo ha sido poco explorado en quesos artesanales de  
25 cabra, así como la relación entre el aspecto biofísico, social y tecnológico.

26 **Palabras claves:** Sensometría, sistemas de producción caprinos, técnicas analíticas.

27 **Abstract:** The aim of this essay is to describe and analyze the current situation in Mexico  
28 on the definition of artisanal cheeses, especially goat cheese, goat considering production  
29 systems and techniques involved in this process. Although there producing areas in Mexico  
30 goat cheeses, these cheeses have been little explored compared to other countries.

1 Likewise, goat production systems are heterogeneous and impact the quality of the milk  
2 used in the manufacture of cheeses. Currently in the process of typification have been used  
3 or advanced conventional analytical techniques for the trace identity of artisanal cheeses.  
4 Although, within the area of the sensometric there are various characterization techniques  
5 have been applied generally conventional techniques; likewise, the explanation for the  
6 preference or rejection has been little explored in artisan goat cheeses, as well as the  
7 relationship between biophysical, social and technological aspect.

8 **Keywords:** Sensometrics, goat production systems, analytical techniques.

### 9 **1.1 Introducción**

10 La tipicidad de los alimentos artesanales es el resultado de una trayectoria social y técnicas  
11 utilizadas para la elaboración de un producto ligado al territorio; este concepto consta de  
12 cuatro competencias que son: *saber establecer, saber producir, saber evaluar y saber*  
13 *apreciar*; las cuales permiten la discriminación del producto mediante toda característica  
14 objetiva del mismo (1 - 2). En otras palabras, la tipificación consiste en obtener  
15 información sobre las prácticas ligadas a la producción de materias primas, elaboración del  
16 producto y características analíticas del producto final (3). Por lo anterior, el objetivo de la  
17 presente revisión es describir y analizar la situación actual en México sobre la tipificación  
18 de los quesos artesanales, especialmente los quesos de cabra, considerando los sistemas de  
19 producción caprinos y las técnicas involucradas en el proceso de tipificación.

### 20 **1.2. Metodología**

21 La revisión se realizó con información proporcionada por a) los caprinocultores de la zona  
22 montañosa central del estado de Veracruz, b) estadísticas de (4 - 5) y c) literatura científica  
23 de tipificación, caprinocultura, técnicas analíticas y sensometría.

### 24 **1.3. Resultados y discusión**

#### 25 1.3.1. Importancia de la caprinocultura: *de lo global a lo local*

26 La caprinocultura es una actividad que se desarrolla en zonas marginales y aunque ha sido  
27 menospreciada desde diferentes sectores de la sociedad, los caprinocultores consideran esta  
28 actividad como integradora familiar, donde los hijos guían al rebaño a las zonas de  
29 pastoreo, los hombres se centran al cuidado de las cabras y la ordeña, y las mujeres a la  
30 transformación de la leche en queso. A nivel mundial, la FAO (2008) reportó la existencia



1 de 850 millones de cabras, siendo los países China, India y Pakistán quienes tienen el  
2 mayor inventario (23, 16 y 7%; respectivamente). En México, el (5) reportó la existencia de  
3 más de cuatro millones de cabras distribuidas en 261,100 unidades de producción (UP) y  
4 con una producción promedio de leche 7, 632,200 L/día, siendo los estados de Coahuila,  
5 San Luis Potosí, Nuevo León, Guanajuato, Baja California Sur, Zacatecas, Chihuahua,  
6 Durango, Michoacán y Tamaulipas quienes tienen la mayor producción de carne y leche.  
7 En el estado de Veracruz, el inventario caprino es de 56,065 cabezas, distribuidas en 5,987  
8 UP con una producción promedio diaria de leche de 20,351 L, sobresaliendo los municipios  
9 de Coatepec, Coatcoatzintla, Naolinco, Perote y Xico (5). En estos municipios, la  
10 caprinocultura se realiza de manera intensiva estabulada, semi-estabulada y trashumante  
11 con el objetivo de producir leche y diferentes quesos artesanales frescos y madurados.

### 12 1. 3.2. La tipificación de los quesos tradicionales en el Mundo, América Latina, México y 13 Veracruz

14 En Europa, existe una gran tradición por la tipificación de los quesos artesanales, la historia  
15 demuestra que la primera Denominación de Origen (DO) data del siglo XVII y fue otorgada  
16 al queso Roquefort, siendo el mismo parlamento de Toulouse quien decretará que “*Sólo*  
17 *existe un Roquefort, y es el que se cura en Roquefort desde tiempos inmemoriales en las*  
18 *cuevas de este pueblo*” (6). Actualmente, varios países han tipificado sus quesos  
19 artesanales, incluyendo los de cabra, por ejemplo, España (3, 7, 8); Egipto (9), Francia (10),  
20 Líbano (11) y Turkía (12). La importancia de tipificar quesos artesanales, se debe a que se  
21 vincula con su origen y son activadores de la economía de la región donde son elaborados,  
22 además de ser una alternativa para personas intolerantes a la lactosa de la leche de vaca  
23 (13). En América Latina, las experiencias en la tipificación de quesos artesanales, son  
24 incipientes en comparación de los países antes señalados, esto puede deberse a la existencia  
25 de comunidades con situaciones culturales distintas; por ejemplo, culturas con  
26 predominancia indígena, inmigrantes e híbridas; lo cual, ha influenciado los procesos de  
27 elaboración de los quesos, dando origen a las *tipicidades cultural y territorial* (14). La  
28 tipicidad cultural está influenciada por una cultura migrante; por ejemplo, las comunidades  
29 menonitas, en este caso, existió la movilidad de los saberes hacia los lugares de

1 asentamiento; mientras que la *tipicidad territorial* está fuertemente ligada a los  
2 conocimientos y prácticas incluyendo los factores naturales y humanos de un territorio (14).  
3 En América Latina, ejemplo de quesos con tipicidad territorial son los quesos fresco y  
4 madurado de Turrialba, Costa Rica (15), el queso ahumado andino de Venezuela (16) y los  
5 quesos del Noroeste de Argentina (17). Aunque México, es considerado como uno de los  
6 países latinoamericanos pioneros en reconocer y fomentar las indicaciones geográficas, a  
7 través de las denominaciones de origen (DO) y las marcas colectivas (MC) (18), sus  
8 avances en esta temática han sido limitados. Lo antes mencionado, se refleja en que  
9 solamente tres quesos artesanales (Cotija de Michoacán, Poro de Tabasco y el de Bola de  
10 Chiapas) cuentan con el título de MC; lo cual representa el 10% del total de quesos  
11 mexicanos, considerando que existen más de 30 tipos de quesos artesanales (2). Este  
12 resultado, pone en evidencia la falta de apoyos hacia los productores rurales, la falta de  
13 interés del gobierno hacia estos productos, la falta de promoción de los quesos artesanales;  
14 lo cual favorece a las grandes empresas nacionales y transnacionales. Aunque hay estas  
15 deficiencias, se han realizado investigaciones en los quesos Oaxaca (19), Cotija (20), crema  
16 de Chiapas (21), mexicano añejo (22) y cuajada (23). Sin embargo estas investigaciones  
17 abordan dos aspectos, el primero es que han analizado principalmente quesos de vaca y la  
18 segunda es que la parte analítica aborda alguna dimensión como fisicoquímica,  
19 microbiológica, instrumental ó sensorial. Es por ello que los quesos artesanales de cabra  
20 elaborados por el Sistema Producto Especie Caprinos de Veracruz AC, ubicados en la zona  
21 montañosa central del estado de Veracruz, requieren de la aplicación de diferentes estudios  
22 que permitan tipificar estos productos, considerando las interrelaciones entre la producción  
23 y el producto final.

### 24 1. 3.3. Los sistemas de producción caprina y la calidad microbiológica-fisicoquímica de 25 leche de cabra en México

26 Los sistemas de producción juegan un papel relevante en el proceso de tipificación, ya que  
27 es el punto inicial en la elaboración de un queso tradicional y por ende una fuente de  
28 ingresos económicos para las familias rurales (24). En México, los sistemas caprinos son  
29 heterogéneos en función del tipo de producción (Cuadro 1.1), siendo los sistemas  
30 extensivos, estabulados y trashumantes quienes predominan y en adición con la variación

1 racial y el tipo de alimentación, determinan la calidad microbiológica y fisicoquímica de la  
2 leche usada para la elaboración de los quesos (28). En la vertiente microbiológica se han  
3 reportado la presencia de bacterias coliformes totales y fecales, *Listeria monocytogenes*,  
4 *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus uberi*) en los sistemas extensivo, estabulado y  
5 semi-intensivo, esto es respuesta del mal manejo sanitario de los animales y la incorrecta  
6 manipulación de la leche (29, 30). Por esta situación, fue que se decretó la Norma Oficial  
7 Mexicana PROY-NOM-243-SSAI-2010 (31), la cual prohíbe la venta de quesos elaborados  
8 con leche cruda (2); sin embargo, la implementación programas de sanidad animal y buenas  
9 prácticas de higiene puede ser una estrategia para garantizar la inocuidad los quesos  
10 conservado sus características típicas. En los aspectos fisicoquímicos, la calidad de la leche  
11 es influenciada por factores intrínsecos y extrínsecos. (32) demostraron que el contenido de  
12 proteínas y sólidos no grasos (SNG) es afectado por la interacción raza-época del año. (33)  
13 demostraron que las cabras alimentadas con estrella africana (*Cynodom nlemfluensis*)  
14 generan mayor contenido de leche, mientras que los altos contenidos de grasa, proteína,  
15 caseína, sólidos totales (ST) y SNG se obtuvieron en cabras alimentados con morera  
16 (*Morus alba*). (34) demostraron el efecto de especies forrajeras (*Prosopis spp.*, *Cercidium*  
17 *floridum* y *C. praecox*; arbustos como *Jatropha 10hysic10*, *Bursera microphyla*,  
18 *Cyrtocarpa edulis*, *Bursera hindsiana*, *Sphaeralcea coulteri*, *Fouquieria diguetii*,  
19 *Colubrina glabra*; arbustos no leguminosos como *Amaranthus palmeri* y *Portulaca*  
20 *oleracea*; especies de pastos como *Aristida sp.* Y *Cenchrus ciliaris*; y cactáceas como  
21 *Stenocereus thurberi* y *Pachycereus pringlei*) en la composición de la leche de cabras  
22 provenientes de libre pastoreo. Las diferencias en los aspectos microbiológicos y  
23 fisicoquímicos de la leche de cabra, hacen necesario encontrar estrategias para minimizar  
24 los cambios en su calidad; ya que estos cambios, la sobre-explotación de los recursos  
25 naturales, la falta de organización de los productores e infraestructura, pueden causar la  
26 pérdida de quesos artesanales (26).

27 1.3.4. El *saber evaluar*: las técnicas analíticas y sensoriales usadas en el proceso de  
28 tipificación

29 La tipificación ó “*huella de identidad*” de un queso artesanal puede ser identificadas por  
30 diferentes recursos analíticos. Desde 1998 hasta la fecha, se han utilizado diferentes

1 técnicas analíticas para la cuantificación bromatológica (35), la determinación de contenido  
2 mineral (36), análisis de color y textura de los quesos (3, 37), sin embargo existe una  
3 segunda vertiente de técnicas analíticas modernas que permiten revelar la estructura  
4 molecular de los quesos artesanales (Cuadro 1.2). Los trabajos desarrollados por (38 - 40)  
5 ponen en evidencia el uso de diferentes técnicas de espectroscopia de infrarrojo (IR),  
6 fluorescencia y resonancia magnética nuclear para determinar el origen geográfico de los  
7 quesos artesanales como el Emmental, semiduros y Gruyer. Siendo la técnica de  
8 espectroscopia de infrarrojo cercano (NIR) con mayor aplicación en quesos de cabra para  
9 cuantificar el contenido mineral, la composición química y análisis de componentes  
10 volátiles (41, 42). A nivel de microestructura, las técnicas como el Microscopio Electrónico  
11 de Transmisión (MET), Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) y Microscopio  
12 Confocal Láser de Barrido (MCLB) han sido aplicadas para revelar la conformación  
13 microestructural de quesos de cabra (43 - 46), oveja (47) y vaca (48). Sin embargo las  
14 técnicas de microscopia solo reflejan aspectos geométricos (formas y poros) así como la  
15 complejidad de su estructura derivado principalmente de las interacciones entre proteínas y  
16 los glóbulos de grasa. Actualmente los aspectos geométricos y la complejidad de la  
17 microestructura puede cuantificarse mediante técnicas de análisis de imagen (44). Los  
18 trabajos desarrollados por (44, 45, 49 - 51) han usados la micrometría para la  
19 cuantificación de los aspectos antes mencionados en quesos artesanales y quesos prototipos.  
20 Esta cuantificación ha permitido explicar el impacto del proceso de elaboración y  
21 maduración en la microestructura de los quesos y entender los procesos de la difusión de  
22 moléculas en el interior de la microestructura. Otra de las disciplinas que han sido usados  
23 en la tipificación de quesos artesanales, es la biología molecular; en esta vertiente se realiza  
24 el análisis de macromoléculas de proteínas, ADN y ARN de los microorganismos presente  
25 en la flora microbiana autóctona de este tipo de productos. Las investigaciones  
26 desarrolladas por (52 - 54) muestran el uso de las técnicas PCR-DGGE (gel de  
27 electroforesis con gradiente de desnaturalización), ELISA (ensayo por inmuno-absorción  
28 ligado a enzimas indirectas) y PCR (reacción en cadena de la polimerasa) para la  
29 determinación de la microflora autóctona de los quesos de cabra Robiola di Roccaverano y  
30 queso de Cabrales. Por su parte la sensometría ha tenido un auge importante como medios

1 para la caracterización de quesos artesanales, algunas técnicas convencionales con  
2 aplicación en quesos de cabra se muestran en el Cuadro 1.3. Estas técnicas convencionales  
3 se caracterizan por el uso de jueces entrenados, tiempos prolongados y altos costos para su  
4 aplicación (56), es por ello que técnicas rápidas (aplicadas a jueces entrenados ó  
5 consumidores) como Perfil Flash, Categorización (Free Sorting Task), CATA (Check-All-  
6 The-Apply) y Napping<sup>®</sup> (56, 57 - 59), pueden ser una alternativa viable para la tipificación  
7 sensorial de quesos de cabra. Esta propuesta se justifica por dos razones; la primera es que  
8 el poder discriminante entre jueces entrenados y consumidores es similar (60) y la segunda  
9 razón es la facilidad de aplicación de estas técnicas con recursos económicos menores. En  
10 base a lo anterior se derivan las siguientes interrogantes; *¿es válido que un panel*  
11 *convencional deba caracterizar un queso artesanal?*, *¿es necesario conformar un panel de*  
12 *personas que elaboran los quesos? Ó ¿los consumidores pueden ser un medio de*  
13 *referencia para la caracterización de quesos artesanales?*. Las dos primeras interrogantes  
14 pueden responderse mediante la confrontación entre paneles convencionales y paneles de  
15 productores de quesos artesanales, esto permitiría explicar la influencia del conocimiento  
16 acerca del producto en la descripción sensorial del mismo. En el caso de la tercera  
17 interrogante, el uso de técnicas rápidas aplicadas a consumidores potenciales (consumo  
18 habitual del producto) de quesos artesanales podría permitir conocer con mayor énfasis la  
19 diversidad sensorial de estos quesos.

20 1.3.5. El *saber apreciar* y la representación de la tipificación de los quesos artesanales.

21 El último punto de la tipicidad, los estudios de consumidores (nivel de agrado o aceptación)  
22 han permitido determinan mercados potenciales; por ejemplo, las investigaciones  
23 desarrollados por (8, 55, 61) evidencian el nivel de agrado de los consumidores de quesos  
24 de cabra sin determinar las causas de la preferencia. Por tal motivo, es necesario realizar la  
25 aproximación entre *el saber evaluar* y *saber apreciar* para entender el impacto de las  
26 características fisicoquímicas, instrumentales y sensoriales en la preferencia del  
27 consumidor. Esta tarea puede efectuarse mediante técnicas como el mapa externo de  
28 preferencia (PREFMAP), las diferentes extensiones (PLS cuadrático, PO-PLS, PLS- no  
29 lineal) de la regresión de mínimos cuadrados parciales (PLS) y el PrefMFA (62 - 64). Estas  
30 técnicas frecuentemente han sido aplicadas al queso cheddar (65), el queso Norvegia (66) y

1 el queso mexicano añejo (22). Sin embargo, estas técnicas no permiten explicar las  
2 relaciones causa-efecto, es por ello que las técnicas de Modelos de Ecuaciones  
3 Estructurales como PLS-path analysis (67) pueden ser una alternativa para mostrar las  
4 relaciones entre las cuatro competencias de la tipicidad. En México existen diversos quesos  
5 artesanales, los cuales deben ser estudiados y valorados, existiendo una minoría de  
6 productores que elaboran quesos artesanales de cabra, ya que la mayoría la caprinocultura  
7 está destinada a la producción de carne y leche para la elaboración dulces típicos. Por  
8 consecuente, estos quesos artesanales carecen de diversos estudios que permitan conformar  
9 su huella de identidad o tipificación, es por ello, que urge diseñar estudios sobre tipificación  
10 en los quesos artesanales, y así valorizar, proteger y preservar los quesos artesanales,  
11 evitando la erosión cultural. Por último, es necesario adaptar las diferentes técnicas de  
12 análisis en el contexto de tipificación de quesos artesanales, ya que la calidad de estos  
13 alimentos está ligada a las otras competencias como el saber establecer y el *saber hacer* de  
14 los productores, entre otros aspectos.

#### 15 **Agradecimientos**

16 Esta investigación fue apoyada por el Colegio de Postgraduados a través del Fideicomiso  
17 de Administración e Inversión No. 167304 y por el Consejo Nacional de Ciencia y  
18 Tecnología (CONACYT) institución financiadora de la beca doctoral del primer autor.

#### 19 **1.4. Referencias**

- 20 1. Scintu M, Piredda G. Typicity and biodiversity of goat and sheep milks products.  
21 Small Rumin Res 2007; 68:221-231.
- 22 2. Villegas de Gante A, Cervantes F. La genuinidad y tipicidad en la revalorización de  
23 los quesos artesanales mexicanos. Estudios de Ciencias Sociales 2011; 19:146-164.
- 24 3. Álvarez SM, Rodríguez E, Fresno M. Correlaciones de textura y color instrumental  
25 con la composición química de cabra Canarios. Arch Zootec 2007; 56:663-66.
- 26 4. FAO. Agricultural Statistics FAO. 2008. Perspectivas alimentarias. Análisis de los  
27 mercados mundiales.
- 28 5. INEGI. Censos Agropecuarios. 2007.  
29 <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/agro/default.aspx>, Accesado 24  
30 Abril 2015.

- 1 6. Cambra, J., y A. Villafuerte. 2009. Denominaciones de origen e indicaciones  
2 geográficas: justificación de su empleo y valoración de su situación actual en España.  
3 In: ESPINOSA, J. L. de (Coor.). El nuevo sistema agroalimentario en una crisis  
4 global. São Paulo: Fundación Cajamar, 2009. Disponible en:  
5 [http://www.publicacionescajamar.es/pdf/publicaciones-periodicas/mediterraneo-  
7 economico/15/15-267.pdf](http://www.publicacionescajamar.es/pdf/publicaciones-periodicas/mediterraneo-<br/>6 economico/15/15-267.pdf).
- 7 7. Fresno M, Álvarez S, Rodríguez V, Ruiz M. Evaluación sensorial de la textura de  
8 quesos canarios ahumados con diferentes materiales. Arch Zootec 2007a; 56:705-  
9 711.
- 10 8. Fresno M, Rodríguez V, Ruiz M, Darmanin N, Álvarez S. Preferencia y  
11 diferenciación de quesos de cabra ahumados con diferentes productos. Arch Zootec  
12 2007b; 56:713-717.
- 13 9. Soryal K, Zeng S, Min B, Hart S, Beyene F. Effect of feeding system on composition  
14 of goat milk and yield of Domiati cheese. Small Rumin Res 2004; 54: 12-129
- 15 10. Raynal K, Le M, Gaborit P, Barrucand P. French goat milk cheese: An overview on  
16 their and sensorial characteristics and their impacts on consumer's acceptance. Small  
17 Rumin Res 2011; 101:64-72.
- 18 11. Serhan M, Mattar J. Characterization of four Lebanese artisanal goat milk cheeses:  
19 Darfiyeh, Aricheh Shankleesh and Serdale by Physic-chemical, microbiological and  
20 sensory analyses. J Food Agric Environ 2013; 2:97-101.
- 21 12. Hayaloglu A, Tolu C, Yasar K, Sahingil D. Volatiles and sensory evaluation of goat  
22 milk cheese Gokceada as affected by goat breeds (Gokceada and Turkish Saanen) and  
23 starter system during ripening. J Dairy Sci 2013; 96: 2765-2780.
- 24 13. Sánchez D, Fresno M, Moreno I, Castro N, Morales A, Álvarez S, Argüello S.  
25 Physicochemical analysis of full-fat, reduced-fat and low-fat artisan-style goat  
26 cheese. J Dairy Res 2010; 93:3950-3956.
- 27 14. Champredonde, M. 2011. ¿Qué es un producto típico certificable mediante IG/DO en  
28 el contexto Latinoamericano? Ejemplos a partir de casos argentinos. Revista  
29 Perspectivas Rurales 2011: 19: 61-82.

- 1 15. Granados L, Álvarez C. Descripción del proceso metodológico para la caracterización  
2 de productos con denominación de origen. La experiencia del queso Turrialba.  
3 Revista Perspectivas Rurales 2012; 19:125-153.
- 4 16. Alvarado RC., Chacón RZ, Otoniel RJ, Guerrero CB, López GC. Aislamiento,  
5 identificación y caracterización de bacterias ácido lácticas de un queso venezolano  
6 ahumado andino artesanal. Su uso como cultivo iniciador. Revista Científica FCV-  
7 Luz 2007; 17: 301-308.
- 8 17. Oliszewski R., Nieuwenhove C, González S, Pérez A. Identificación y caracterización  
9 tecnológica de bacterias ácido lácticas aisladas de leche de cabra y quesos artesanales  
10 del Noreste Argentino. Revistas Argentina de Lactología 2006 ; 24 :47-58.
- 11 18. Poméon, T. El queso Cotija, México. Un producto con marca colectiva queso “Cotija  
12 Región de origen”, en proceso de adquisición de una Denominación de Origen. In:  
13 Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y el  
14 Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, USA: FAO-IICA;  
15 2007.pp. 1-63.
- 16 19. Ramírez S, Vélez J. Queso Oaxaca: panorama del proceso de elaboración,  
17 características fisicoquímicas y estudios recientes de un queso típico mexicano. TSIA  
18 2012; 6:1-12.
- 19 20. Hernández V, Quirasco M, Quintero B. Un acercamiento al mundo del queso Cotija  
20 Región de Origen: arte y tradición de México. Revista Virtual Gastronómica 2009; 5:  
21 5-19.
- 22 21. Romero, P., G. Leyva, J. Cruz, y A. Santos. Evaluación de la calidad sanitaria de  
23 queso crema tropical mexicano de la región de Tonalá, Chiapas. Rev Mex Ing Quim  
24 2009; 8:111-119.
- 25 22. Hernández C, Hernández E, Villegas de Gante A. Physicochemical, microbiological,  
26 textural and sensory characterization of Mexican añejo cheese. Int J Dairy Technol  
27 2010; 63:552-560.
- 28 23. Gómez T, Hernández M, López J, Santiago C, Ramón L, Juárez J, Ramírez E.  
29 Caracterización sensorial del queso fresco “cuajada” en tres localidades de Oaxaca,



- 1 México: diferencias en la percepción sensorial. *Rev Venez Cienc Tecnol Aliment*  
2 2010; 1:127-140.
- 3 24. Escareño L, Wurzinger M, Pastor F, Salinas H, Sölkener J, Iñiguez L. La cabra y los  
4 sistemas de producción caprina de los pequeños productores de la Comarca Lagunera,  
5 en el norte de México. *Rev Chapingo Ser Cie* 2010; 27: 235-246.
- 6 25. Torres JA, Valencia M, Castillo H, Montaldo HH. Genetic and phenotypic parameters  
7 of milk yield, milk composition and age at first in Saanen goats from Mexico. *Livest*  
8 *Sci* 2009; 126:147-153.
- 9 26. Gómez-Ruiz W, Pinos-Rodríguez JM, Aguirre-Rivera JA, García-López JC. Analysis  
10 of goat milk cheese in a desert rangeland of Mexico. *Pastor Res Policy Pract* 2012;  
11 2:2-11.
- 12 27. García-Carrillo M, Salas-Pérez, L, Esparza-Rivera JR, Preciado-Rangel P, Romero-  
13 Paredes J. Producción y calidad fisicoquímica de leches de cabra suplementadas con  
14 forraje verde hidropónico de maíz. *Agro Mesoam* 2013; 24; 169-176.
- 15 28. Álvarez S, Capote J, Fresno M. Influencia de la alimentación en la calidad de la leche  
16 cabra. *La Cabra* 2004; 9:16-19.
- 17 29. Morales P, Avalos de la Cruz D, Leyva G, Ybarra EC. Calidad bacteriológica de  
18 leche cruda de cabra producida en Miravalles, Puebla. *Rev Mex Ing Quim* 2012;  
19 11:45-54.
- 20 30. Ruiz R., Cervantes R, Ducoing A, Hernández L, Martínez D. Principales géneros  
21 bacterianos aislados de leche de cabra en dos granjas del municipio de  
22 Tequisquiapan, Querétaro, México. *Rev Mex Cienc Pecu* 2013; 4:93-106.
- 23 31. NOM-243-SSA1. Norma Oficial Mexicana. Leche. Especificaciones sanitarias. DF,  
24 México: Secretaría de Salubridad y Asistencia; 2010.
- 25 32. Vega SR., Gutiérrez A, Ramírez M, González G, Díaz J, Salas C, González M,  
26 Coronado BS, Alberti A. 2007. Características físicas y químicas de la leche de cabra  
27 de razas Alpino Francesa y Saanen en épocas de lluvias y seca. *Rev Salud Anim*  
28 2007; 29:160-166.

- 1 33. Herrera L, Vargas C, Boschini A, Chacon A. Variación bromatológica de las leches  
2 de cabras La mancha alimentadas con diferentes forrajes. *Agro Mesoam* 2009;  
3 20:381-390.
- 4 34. Medina N, Espinoza J, Ysac N, Murillo B. Composición química de forrajes del  
5 agostadero y su relación con la composición química de la leche de cabras criollas.  
6 *Interciencia* 2013; 38:132-138.
- 7 35. Fresno M, Álvarez S. Chemical, textural and sensorial changes during the ripening of  
8 Majorero goat cheese. *Int J Dairy Technol* 2012; 65: 393-400.
- 9 36. Moreno-Rojas R., Sánchez-Segarra PJ, Cámara-Martos F, and Amaro-López M.  
10 Multivariate analysis techniques as tools for categorization of Southern Spanish  
11 cheeses: nutritional composition and mineral content. *Eu Food Res* 2010; 231: 841-  
12 851.
- 13 37. Fresno M, Rodríguez V, Ruiz M, Álvarez S. Comparación de pruebas instrumentales  
14 y visuales en la percepción del color de quesos ahumados. *Arch Zootec* 2007; 56:699-  
15 704.
- 16 38. Karoui R., Dufour E. Prediction of the rheology parameters of ripened semi-hard  
17 cheeses using fluorescence spectra in the UV and visible ranges recorded at a young  
18 stage. *Int Dairy J* 2006a; 16:1490-1497.
- 19 39. Karoui R., Mounem A, Dufour E, Pillonel L, Schaller E, De Baerdemaeker J, Olivier  
20 J. Chemical characterization of European Emmental cheeses by near infrared  
21 spectroscopy using chemometric tools. *Int Dairy J* 2006b; 16:1211-1217.
- 22 40. Karoui, R, Dufour E, Schoonheydt R, De Baerdemaeker J. Characterization of soft by  
23 front face fluorescence spectroscopy coupled with chemometric tools: Effect of the  
24 manufacturing process and sampling zone. *Food Chem* 2007; 100: 632-642.
- 25 41. González I, Hernández JM, Revilla I, Vivar A, Lobos O. The mineral composition  
26 (Ca, P, Mg, K, Na) in cheese (cow's, ewe's and goat's) with different ripening times  
27 using near infrared spectroscopy with a fiber-optic. *Food Chem* 2011; 127:147-152.
- 28 42. González I, Hernández JM, González C, Revilla I, Vivar A, Lobos O. Potential of near  
29 infrared spectroscopy for the analysis of volatile components in cheese. *LWT-Food*  
30 *Sci Technol* 2014; 55:666-673.

- 1 43. Karami M, Ehsani M.R, Mousavi S.M, Rezaei K, Sfari M. Microstructural properties  
2 of fat during the accelerated ripening of ultrafiltered-Feta cheese. *Food Chem* 2009;  
3 113: 424-434
- 4 44. Rovira S, Belen-López M., Ferrandini E, Laencina, J. Hot topic: Microstructure  
5 quantification by scanning electron microscopy and image analysis of goat cheese  
6 curd. *J Dairy Res* 2011; 94: 1091-1097.
- 7 45. Rovira S, García V, Laencina J, Belen-López M. Microstructure of industrially  
8 manufactured gaota cheese Queso de Murcia al Vino during syneresis. *Int J Dairy*  
9 *Technol* 2013; 66: 382-389.
- 10 46. Burgos L, Peece N, Maldonado S. Proteolysis, texture and microstructure of goat  
11 cheese. *International J. Eng. Appl. Sci* 2016; 3: 2394-3661.
- 12 47. Fallico V, Tuminello T, Pediliggieri C, Horne J, Carpino S, Licitra G. Proteolysis and  
13 Microstructure of Piacentinu Ennese Cheese Made Using Different Farm  
14 Technologies. *J Dairy Res* 2006; 89: 37-48.
- 15 48. Ong L, Dagastine RR, Kentish SE, Gras SL. Microstructure of milk gel and cheese  
16 curd observed using cryo scanning electron microscopy and confocal
- 17 49. Impoco G. Software for the Image Analysis of Cheese Microstructure from SEM  
18 Imagery. In: 2 th Communications to SIMAI Congress. Roma, Italy: SIMAI; 2007.  
19 pp. 1-9.
- 20 50. Leiva JI, Magariños HE, Romero AF, Figueroa H. Caracterización estructural  
21 mediante análisis de imagen del queso chacon elaborado en la provincia de Osorno.  
22 *Agro Sur* 2009; 37: 26-33.
- 23 51. Silva JVC, Leglnad D, Cauty C, Kolotuev I, Flourey J. Characterization of the  
24 microstructure of dairy systems using automated image analysis. *Food Hydrocolloid*  
25 2015; 44: 360-371.
- 26 52. Flórez AB, Mayo B. Microbial diversity and succession during the manufacture and  
27 ripening of traditional, Spanish, blue-veined Cabrales cheese, as determined by  
28 PCR-DGGE. *Int J Food Microbiol* 2006; 110:165-171.

- 1 53. López I, González I, Fajardo V, Hernández P, García T, Martín R. Application of an  
2 indirect ELISA and PCR technique for detection of cow's milk in sheep's and goat's  
3 milk cheeses. *Int Dairy J* 2007; 17:87-93.
- 4 54. Bonetta S, Bonetta S, Carraro E, Rantsiou K, Cocolin L. 2008. Microbiological  
5 characterization of Robiola di Roccaverano cheese using PCR-DGGE. *Food*  
6 *Microbiology* 2008; 25: 786-792.
- 7 55. Ryffel S, Piccinali P, Bütikofer U. Sensory descriptive analysis and consumer  
8 acceptability of selected Swiss goat and sheep cheese. *Small Rumin Res* 2008; 79:  
9 80-86.
- 10 56. Dairou V, Sieffermann JM. 2002. A comparison of 14 jams characterized by  
11 conventional profile and a quick original method, the flash profile. *J. Food Sci* 2002;  
12 67:826-834.
- 13 57. Perrin L, Symoneaux R, Maître I, Asselin C, Jourjon F, Pagès J. Comparison of three  
14 sensory methods for use with the Napping procedure: Case of ten wines from Loire  
15 valley. *Food Qual Prefer* 2008; 19: 1-11.
- 16 58. Ares G, Varela P, Rado G, Giménez A. Identifying ideal products using three  
17 different consumer profiling methodologies. Comparison with external preference  
18 mapping. *Food Qual Prefer* 2011; 22: 581-591.
- 19 59. Chollet S, Lelièvre M, Abdi H, Valentin D. Sort and beer: everything you wanted to  
20 know about the sorting task but did not dare to ask. *Food Qual Prefer* 2011; 22:507-  
21 520.
- 22 60. Worch T, Lê S, Punter P. How reliable are consumers? Comparison of sensory  
23 profiles from consumers and experts. *Food Qual Prefer* 2010; 21:309-318.
- 24 61. Corrales J, Chacon A. Estudio de opinión de consumidores sobre el queso fresco de  
25 cabra (*Capra hircus*) en Costa Rica. *Agron Trop* 2005; 35:39-49
- 26 62. Mage I, Menichelli E, Naes T. Preference mapping by PO-PLS: Separating common  
27 and unique information in several data block. *Food Qual Prefer* 2012; 24:8-16.
- 28 63. Worch T. PrefMFA, a solution taking the best of both internal and external preference  
29 mapping techniques. *Food Qual Prefer* 2013; 30: 180-191.

- 1 64. Cariou V, Verdun S, Qannari EM. Quadatic PLS regression applied to external  
2 preference mapping. *Food Qual Prefer* 2014; 32:28-34
- 3 65. Drake S, Lopetcharat K, Clarck S, Kwak S, Lee S, Drake M. Mapping differences  
4 in consumer perception of sharp cheddar cheese in the United States. *J Food Sci*  
5 2009; 74:276-285.
- 6 66. Hersleth M., Austvoll M, Martens M, 2005; Naes T. Perception of cheese: a  
7 comparison of quality scoring, descriptive analysis and consumer response. *J Food*  
8 *Quality* 28: 333-349.
- 9 67. Tenenhaus M, Vinzi E, Chatelin M, Lauro C. PLS path modeling. *Comput Stat Data*  
10 *Anal* 2005; 48: 159-205.

11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30

1 **Cuadro 1.1** Investigaciones desarrolladas de los sistemas de producción caprinos lecheros.

Localidad / Estado	Tipo de sistema y razas	Tipo de alimentación	Referencia
Apaseo el Grande, Guanajuato	Sistema intensivo y cabra de raza Saanen	Alfalfa, concentrado comercial, vitaminas y minerales	Torres et al. (25)
Comarca Lagunera, Coahuila	Sistema intensivos con razas Saanen, Nubian	Pastoreo con suplementación	Escareño et al. (24)
San José de la Peña, San Luis Potosí	Sistema semi-extensivo con cabras locales	Pastoreo y complemento con maíz molido, frijol, avena.	Gómez-Ruiz et al. (26)
Comarca Lagunera, Coahuila	Sistema estabulado con cabras de la raza Saanen	Alfalfa henificada y forraje verde hidropónico	García-Carrillo et al. (27)

2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15

1 **Cuadro 1.2.** Técnicas analíticas convencionales aplicadas a quesos de cabra.

Queso de cabra	País	Técnicas analíticas usadas	Referencia
Quesos de Canarias	España	Análisis de composición química e instrumentales de color y textura	Álvarez et al. (3)
Quesos ahumados	España	Análisis instrumental de color	Fresno et al. (37)
Queso artesanal	España	Análisis de composición química	Sánchez et al. (13)
Queso Darfiyeh	Líbano	Análisis de composición química y cromatografía de gases	Serhan et al. (11)
Majorero	España	Análisis de composición química, espectroscopía de infrarrojo cercano y análisis instrumental de color y textura.	Fresno et al. (35)
Gokceada	Turquia	Cromatografía de gases acoplado a espectroscopía de masas.	Hayaloglu et al. (12)

2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15

1 **Cuadro 1.3.** Técnicas empleadas en la caracterización sensorial de quesos de cabra.

Técnica	Objetivo	Referencia
Perfil de Textura	Análisis del efecto del material y el ahumado sobre el perfil de textura de quesos de cabra.	Fresno et al. (7)
QDA <sup>®</sup>	Caracterización sensorial de quesos de cabra y oveja.	Ryfel et al. (55)
QDA <sup>®</sup>	Caracterización sensorial de quesos de cabra del Líbano.	Raynal et al. (11)
Perfil de Sabor y Perfil de Textura	Examinar el efecto de los diferentes sistemas de alimentación y el concentrado del suplemento en las características sensorial del queso de cabra Domiati.	Soryal et al. (9)

2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20



1 **Capítulo II. Caracterización de Sistemas de Producción Caprinas del estado de**  
2 **Veracruz**

3 **Characterization of Producers Goat Systems at Veracruz state**

4 Emmanuel de Jesús RAMÍREZ-RIVERA<sup>1</sup>, José LOPEZ-COLLADO<sup>1</sup>, Eusebio ORTEGA-  
5 JIMENEZ<sup>1</sup>, Erasmo HERMAN-LARA<sup>2</sup>, José Andrés HERRERA-CORREDOR<sup>3</sup>, Glafiro  
6 TORRES-HERNÁNDEZ<sup>4</sup>, Pablo DÍAZ-RIVERA<sup>1\*</sup>

7 <sup>1</sup>Colegio de Postgraduados Campus Veracruz. Veracruz, Veracruz, México. C.P. 91690.

8 <sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Tuxtepec. Tuxtepec, Oaxaca, México. C.P. 68300.

9 <sup>3</sup>Colegio de Postgraduados Campus Córdoba. Córdoba, Veracruz, México. C.P. 94500.

10 <sup>4</sup>Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Montecillo, Estado de México, México.  
11 C.P. 56230.

12 \*Correspondencia: [pablod@colpos.mx](mailto:pablod@colpos.mx)

13 **Resumen:** El objetivo de este estudio fue caracterizar los Sistemas de Producción Caprinas  
14 de la zona montañosa central y el altiplano del estado de Veracruz. Se aplicó una cedula de  
15 entrevista para conocer aspectos socioeconómicos de los productores, tipo de forraje y  
16 alimentación caprino, reproducción y mejoramiento animal, sanidad, producción de leche,  
17 elaboración de quesos y problemáticas. Los resultados demostraron que la caprinocultura y  
18 la producción de quesos representan entre el 50 y 100% de los ingresos de los productores.  
19 Los forrajes cultivados y el tipo de alimentación caprino de las unidades de producción de  
20 la zona montañosa son King grass CT-115, Maralfalfa y Estrella africana, mientras que en  
21 el altiplano, los cultivos predominantes son Alfalfa y Maíz. La reproducción animal se  
22 realiza por monta controlada. Los productores están organizados en Grupos Ganaderos para  
23 la Validación y Transferencia de Tecnología. Los hatos de estas unidades de producción no  
24 superan las 150 cabezas y la producción promedio de leche esta entre los 16-90 L, la cual es  
25 transformada en quesos frescos y madurados. La caprinocultura de la zona de estudio se ve  
26 amenazada principalmente por la falta de apoyos por parte del gobierno, la difusión baja de  
27 sus productos y la percepción errónea de los consumidores de estos quesos artesanales.  
28 Mediante este estudio se demuestra el potencial de las unidades de producción para la  
29 producción de quesos artesanales, las problemáticas y las necesidades de hacer estudios a  
30 los quesos artesanales considerados representativos de esta región.

1 **Palabras claves:** Estudio de caso, leche de cabra, problemáticas, producción de leche y  
2 quesos artesanales

3 **Abstract:** The aim of this study was to characterize the Goat Production System of the  
4 central highlands and the highlands of the state of Veracruz. One questionnaire interview  
5 was applied to meet socio-economic of the producer's aspects, type of forage and feed  
6 goats, breeding and animal breeding, health, milk production, cheese making and problems.  
7 The results showed that the Goat Culture and cheese production account for between 50  
8 and 100% of the income of producers. Fodder grown and the type of food goat production  
9 units of the mountainous area are King grass CT-115, Maralfalfa y Estrella africana, while  
10 in the highlands, the main crops are Alfalfa and Corn. Animal reproduction is done by  
11 controlled breeding. Producers are organized in Ranchers groups for Validation and  
12 Technology Transfer. Herds of these production units do not exceed 150 heads and the  
13 average milk production is between 16-90 L, which is transformed into fresh and aged  
14 cheeses. The Goat Culture of the study area is threatened mainly by the lack of support  
15 from the government, the diffusion low of its products and the misperception of consumers  
16 of these cheeses. Through this study is demonstrated the potential of production units for  
17 the production of artisanal cheeses, problems and needs to study this type of artisanal food  
18 considered representative of this región.

19 **Keywords:** Case study, problematic, milk production, artisanal cheeses

## 20 **2.1. Introducción**

21 La tipicidad de productos artesanales es considerada como el resultado de una trayectoria  
22 social para la generación de un producto tradicional vinculado a un territorio que una  
23 comunidad desarrolla en el transcurso del tiempo, un saber colectivo de elaboración de un  
24 producto, sobre la base de un sistema con interacciones del medio físico-biológico y  
25 antropológico (1 -2). Un ejemplo del resultado de estas interacciones, son los quesos  
26 artesanales, los cuales han sido tipificados en diferentes países como España, Francia. La  
27 importancia de estos productos se debe a que extrínsecamente como activadores de la  
28 economía de los territorios donde son elaborados e intrínsecamente poseen características  
29 únicas, las cuales son el resultado de factores que se vinculan directamente con las  
30 Unidades de Producción (UP), en otras las palabras, son todos aquellos factores (raza del

1 animal, el tipo de alimentación, el tratamiento térmico de la leche) que tiene una estrecha  
2 relación con la calidad final de los quesos artesanales (3 - 4). Por lo anterior, en México las  
3 Unidades de Producción Caprinas (UPC) son consideradas como heterogéneas en función  
4 del tipo de sistema de producción, siendo los sistemas extensivos (pastoreo) y estabulados  
5 (confinamiento de las cabras) quienes predominan en el territorio nacional; las estadísticas  
6 del Censo Agrícola Ganadero y Ejidal (5) tiene registrado 261,100 UPC que albergan a  
7 más de cuatro millos de cabras. Los estados con mayor inventario caprino son Coahuila,  
8 San Luis Potosí, Nuevo León, Guanajuato, Baja California Sur, Zacatecas, Chihuahua,  
9 Durango, Michoacán y Tamaulipas. Mientras que el estado de Veracruz, solamente tiene  
10 5,987 UPC en donde se encuentran registrados 56,065 cabras y en conjunto producen  
11 20,351 lts de leche día<sup>-1</sup>, siendo los municipios de Coatepec, Coacoatzintla, Perote, Tatatila  
12 y Xico en donde se concentra el 90% de la producción de leche estatal (5). La leche  
13 producida en estos municipios está destinada principalmente a la fabricación de quesos  
14 artesanales, esta actividad marca una diferencia entre estas UPC y las UPC convencionales  
15 dedicadas a la producción y venta de leche de cabra. Desde la perspectiva de Boucher, (6) y  
16 Correa et al. (7), las UPC donde se tiene toda una cadena de producción son considerados  
17 como Sistemas Agroalimentarios Localizados (SIAL). Estos SIAL se caracterizan por  
18 pasan de un estado pasivo a uno activo y tienen como denominador común tres elementos:  
19 “*lo pequeño*” por su capacidad de adaptación y de flexibilidad, “*lo cercano*” por sus  
20 relaciones directas y la confianza, y “*lo intenso*” por la densidad de empresas existentes  
21 (7). Por todo lo anterior el objetivo del presente trabajo consistió en realizar un estudio de  
22 caso múltiple para caracterizar las UPC productoras de quesos artesanales que se ubican en  
23 la región montañosa central y el altiplano del estado de Veracruz.

## 24 **2. 2. Materiales y métodos**

### 25 2.2.1. Estudios de caso y descripción del territorio

26 En este estudio se aplicó la técnica del “Estudio de caso” la cual, permitió estudiar un  
27 fenómeno contemporáneo en su contexto real y con esto comprender las diferentes UPC de  
28 la zona montañosa central y el altiplano del estado de Veracruz (8 - 9). Para tal efecto, se  
29 diseñó una cédula de entrevista para obtener información referente a los aspectos  
30 siguientes: 1) socioeconómico del productor, 2) pastos y tipo de alimentación, 3)

1 reproducción y mejoramiento, 4) sanidad, 5) producción de leche, 6) transformación, y 7)  
2 problemática y perspectivas de la caprinocultura y la producción de quesos artesanales (10 -  
3 11). Las UPC fueron seleccionadas en base a dos criterios, 1) integración de la producción  
4 de leche y la elaboración de quesos artesanales y 2) que el productor pertenezca al Sistema  
5 Producto Especie Caprinos de Veracruz A.C. (SIPECAV). El Cuadro 2.1 muestra las  
6 condiciones agroecológicas donde se desarrollan las UPC consideradas en este estudio.

### 7 **2.3. Resultados y discusión**

#### 8 2.3.1. Caracterización de la UPC “Donelo”

9 El propietario de esta UPC tiene 49 años de edad, estudios concluidos a nivel de  
10 licenciatura y tres personas integran su familia. Dentro de la UPC realiza actividades de  
11 ganadería y agricultura; sin embargo, fuera de su UPC, el productor realiza actividades de  
12 producción y venta de diferentes quesos artesanales de cabra; por lo cual, la caprinocultura  
13 y venta de quesos representan el 50% de sus ingresos. El tipo de tenencia de la tierra es  
14 pequeña propiedad, la cual está conformada por una ha, la preparación del terreno lo  
15 efectúa de manera manual; únicamente emplea un trabajador de manera eventual,  
16 contratado por jornal y paga \$120.00 el propio productor administra directamente la UPC.  
17 La UPC “Donelo” cuenta con un total de 127 cabras (80 vientres, 3 machos cabríos, 20  
18 cabritos, 4 destetes, y 20 machos y hembras de remplazo) de razas Alpina y Saanen con las  
19 que lleva nueve años, dichas cabras fueron adquiridas en Celaya, Gto. y la finalidad de su  
20 explotación es exclusivamente producción de leche, para la elaboración de quesos  
21 artesanales. Este productor actualmente cultiva los pastos King grass (*Saccharum sinense*.  
22 L), CT-115 (*Cenchrus purpureus*), Maralfalfa (*Pennisetum sp*) y Estrella africana (*Cynodon*  
23 *plectostachyus* Schum, Pilger), los cuales son suministrados en la dieta de cabras y  
24 complementada con Morera (*Morus alba*, Linn) y bagazo de naranja (*Citrus sinensis*. L); el  
25 corte de los cultivos antes mencionados lo realiza de manera manual, fertiliza con excretas  
26 y restos del comedero de las cabras y no usa ningún método de conservación de forraje;  
27 actualmente suplementa con el producto comercial “La Posta” (5.5% proteína, 3% de grasa,  
28 9 % fibra). Se realiza monta controlada, y se utilizan tres machos (dos Saanen y uno  
29 Alpino), se lleva un registro de los apareamientos, y los nacimientos de los cabritos se  
30 presentan en los meses de noviembre a mayo y el destete de los mismos los realiza a los dos

1 meses. EL productor desparasita cada cuatro meses contra parásitos internos y externos, se  
2 aplica Closantil (5%) para eliminar parásitos del género *Strongyloides spp* y vacuna contra  
3 brucelosis (*Brucella melitensis*) y clostridiosis (*C. perfringens*, *C. chavoei*, *C. sordelli*, *C.*  
4 *haemolyticum*) de igual manera participa en campañas contra esta enfermedad, así mismo,  
5 este productor no reporta la presencia de brucelosis. El propietario de esta UPC mencionó  
6 que cada cabra produce aproximadamente 2 L, actualmente ordeña 40 cabras con las que  
7 obtiene 80 L día<sup>-1</sup> (con una duración de la lactancia de 10 meses), el tipo de ordeño se  
8 efectuó de manera manual y la leche se destinó exclusivamente para la elaboración de  
9 diversos quesos artesanales. La UPC corresponde a un sistema del tipo estabulado.

### 10 2.3.2. Caracterización de la UPC “Las Lajas”

11 El propietario tiene 50 años de edad, estudios de licenciatura concluidos, y su familia está  
12 integrada por dos personas. Dentro de la UPC se dedica a la producción de leche y pie de  
13 cría; así como a la agricultura; fuera de la UPC, el productor realiza la producción y venta  
14 de diferentes quesos artesanales de cabra; por lo cual, la caprinocultura aporta el 20% de  
15 sus ingresos. El tipo de tenencia de la tierra es pequeña propiedad, la cual está conformada  
16 por 55 has, para la preparación del terreno utiliza la tracción mecánica, actualmente emplea  
17 a cuatro trabajadores (dos eventuales y dos permanentes) a quienes les paga \$200 diarios.  
18 Esta UPC tiene un inventario de 46 cabras (20 vientres, 1 macho cabrío y 25 cabritos) de  
19 raza Alpina adquiridas en los estados de Querétaro y Veracruz (Coatepec y Xico); tiene 15  
20 años de experiencia. Se cultiva los pastos Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*, var. Whittet),  
21 Estrella africana (*Cynodon plectostachyus* Schum, Pilger) y King grass (*Saccharum*  
22 *sinense*. L), dichos pastos son cortados mecánicamente, este productor abona un área de 5.5  
23 ha (área destinada al cultivo de los pastos) con estiércol de cabra y de vaca; utiliza pastoreo  
24 rotativo, mientras que el problema de estacionalidad forrajera lo resuelve realizando  
25 ensilado y suplementa con alimento comercial “Purina” (20% proteína cruda). Se realiza  
26 monta controlada, actualmente tiene un macho de la raza Alpino, lleva registro de los  
27 apareamientos, y los nacimientos de los cabritos se presentan en los meses de septiembre y  
28 octubre; destetando a los 2.5 Meses. Se aplica albendazol (concentración de 0.2 ml kg<sup>-1</sup> de  
29 peso vivo) para el control de parásitos internos, mientras que la eliminación de parásitos  
30 externos, como los piojos, lo realiza con ivermectina dichos tratamientos los realiza cada

1 dos meses; este productor reportó que no tiene presencia de brucelosis. La producción de  
2 leche de cabra es de 20 L día<sup>-1</sup> aproximadamente, ordeñando 20 cabras, las cuales cada  
3 cabra produce entre 1 a 1.5 L; el tipo de ordeño es manual, con una duración de siete meses  
4 de lactancia, y la leche está destinada exclusivamente para la elaboración de quesos  
5 artesanales. El tipo de sistema es considerado semi-estabulado.

### 6 2.3.3. Caracterización de la UPC “La Chiviada”

7 El propietario de la UPC tiene 62 años de edad, cuenta con estudios de licenciatura  
8 concluidos, y tres integrantes en su familia. Dentro de la UPC realiza actividades de  
9 ganadería, que representan el 50% de sus ingresos, y las actividades desarrolladas fuera de  
10 su UPC son la elaboración y venta de quesos artesanales. La tenencia de la tierra es  
11 pequeña propiedad, conformada por 19 has, usa tracción animal y manual para la  
12 preparación del terreno, actualmente solo utiliza un trabajador de manera eventual  
13 contratado por jornal. El propio productor administra la UPC, y tiene siete años de  
14 experiencia. El inventario está conformado por 62 cabras (45 vientres, 2 machos cabríos, 5  
15 destetes, y 10 machos y hembras de remplazo) de razas Alpina y Saanen, las cuales fueron  
16 adquiridas de otras UPC dentro de la región. Los tipos de pastos cultivados en la UPC “La  
17 Chiviada” son Kikuyo y Orchard (*Dactylis glomerata*), el corte de los pastos se efectúa de  
18 manera manual, se fertilizan aproximadamente 19 has y el pastoreo es continuo; este  
19 productor tiene problemas con la estacionalidad de forrajes, sin embargo, no usa ningún  
20 método de conservación; y por lo tanto, suplementa todo el año con un alimento comercial  
21 de la región denominado “La Posta”. En la reproducción, se realiza monta controlada, usa  
22 dos machos de las razas Saanen y Alpino, respectivamente; así mismo, mencionó que los  
23 nacimientos de los cabritos se efectúan en los meses de septiembre y octubre; realizando el  
24 destete a los 2.5 meses. En la sanidad, aplica el método Famacha<sup>®</sup> cada mes, con el fin de  
25 controlar los parásitos, principalmente del género *Haemonchus sp* (16) y vacuna contra  
26 brucelosis, de igual manera participa en la campaña contra esta enfermedad, indicando que  
27 no ha detectado la presencia de brucelosis en sus animales. Este productor mencionó que la  
28 producción de leche por cabra es de 0.75 L, ordeña un total de 48 cabras y obtiene un total  
29 de 36 L día<sup>-1</sup> aproximadamente, el tipo de ordeño se efectúa de manera manual, con una  
30 duración de la lactancia de ocho meses, y la leche está destinada exclusivamente para la

1 elaboración de quesos artesanales. Por todo lo anterior, el tipo de sistema de esta UPC se  
2 considera como semi-estabulado.

#### 3 2.3.4. Caracterización de la UPC “Las Atalpas”

4 El propietario de esta UPC tiene 35 años de edad, cuenta con estudios universitarios  
5 concluidos, y su familia está integrada por tres personas. Dentro de la UPC realiza  
6 actividades de ganadería y fuera de su UPC, realiza asesorías y capacitación a otros  
7 productores; y por lo tanto, la caprinocultura representa solamente el 10% (de sus ingresos.  
8 La tenencia de la tierra es pequeña propiedad, conformada por 50 has y las labores  
9 culturales se efectúan de manera manual, no cuenta con ningún trabajador de planta, y el  
10 mismo productor administra la UPC. El inventario está conformado por 16 cabras Saanen  
11 (7 vientres, 2 machos cabríos y 7 destetes), con las cuales lleva cinco años y la adquisición  
12 la realizó en Querétaro. En esta UPC se cultivan los pastos Taiwan, King grass y CT-115,  
13 el productor fertiliza 2 has con abono orgánico (estiércol de cabra), mientras que el corte de  
14 los pastos se realiza de manera manual. Actualmente no realiza ningún método de  
15 conservación de forrajes, ya que no presenta problemas de estacionalidad forrajera; utiliza  
16 un suplemento elaborado por el propio productor, usando ingredientes como maíz molido,  
17 sorgo, soya, minerales, sal, pulido de arroz y cascarilla de soya. Se realiza monta  
18 controlada, tiene dos machos de la raza Alpino, y los nacimientos de los cabritos se  
19 efectúan en septiembre y octubre y el destete de los mismos se realiza a los dos meses. Este  
20 productor realiza la desparasitación gastrointestinal de los animales, utilizando producto  
21 cada cuatro meses, en el caso de los piojos realizan baños de inmersión, participa en  
22 campañas contra la brucelosis y manifestó no haber detectado la presencia de brucelosis en  
23 sus cabras. La producción diaria de leche oscila entre los 14 y 16 L, la cual es obtenida  
24 mediante la ordeña de siete cabras con un rendimiento entre 2 a 2.3 L por cabra y el tiempo  
25 de lactancia de 10 meses. La leche está destinada para la elaboración de quesos artesanales.  
26 En base a las características antes mencionadas, este productor cuenta con un sistema del  
27 tipo estabulado.

#### 28 2.3.5. Caracterización de la UPC “Rincón del Río Frío”

29 El productor de esta UPC tiene 54 años de edad, concluyó estudios de licenciatura, y una  
30 familia integrada por cinco personas. En la UPC realiza actividades de ganadería, que

1 representan el 50% de sus ingresos, y fuera de ella, se dedica a la venta de quesos  
2 artesanales de cabra. Su UPC tiene una superficie de 35 has, en la cual se usa la tracción  
3 animal y manual para la preparación de terreno, cuenta con dos trabajadores, uno eventual y  
4 otro permanente. El inventario caprino está conformado por 143 cabras (60 vientres, 3  
5 machos cabríos, 20 cabritos, 20 destetes y 40 machos y hembras de remplazo), las cuales  
6 son cruza de Alpino-Saanen y fueron adquiridas en la región de Tatatila y tiene tres años  
7 de dedicarse a la caprinocultura. En la UPC Rincón del Río Frío, los pastos cultivados son:  
8 Orchard (*Dactylis glomerata* L.), Taiwan (*Pennisetum Purpureum Schum*) y avena forrajera  
9 (*Avena sativa*), el corte es manual, fertiliza cinco has con abonos orgánicos y el tipo de  
10 pastoreo es rotativo; este productor no adquiere ningún producto comercial como  
11 suplemento. La dieta de las cabras se complementa con diversos frutos como: Durazno  
12 (*Prunus pérsica*), Manzana (*Pyrus malus* L.), Pera (*Pyrus communis*), Aguacate (*Persea*  
13 *americana*), Bellotas (*Quercus ilex*), Ciruela (*Prunus domestica* L.); así mismo con otras  
14 plantas silvestres, algunas consideradas tóxicas como: Trompillo (*Solanum eleagnifolium.*),  
15 mal hombre (*Urera caracasana*), pesma (*Pteridium aquilinum* L.), Tabaquillo (*Nicotiana*  
16 *glauca Graham*), Corrihuela (*Convolvulus arvensis*) y otras no tóxicas como el Ilite (*Alnus*  
17 *acuminata Kunth*). Se realizan montas controladas, usa tres machos, dos Saanen y uno  
18 Alpino; así mismo mencionó que los nacimientos de los cabritos ocurren en los meses de  
19 febrero y marzo, y el destete se realiza a la edad de 2.5 meses. La desparasitación de los  
20 animales se realiza cada cuatro meses para los piojos se realizan baños de inmersión,  
21 participan en campañas contra la brucelosis, y declaró no tener presencia de brucelosis en  
22 sus cabras; también vacuna contra enfermedades como la pierna negra (*Clostridium*  
23 *chauvoei*) y neumonía. Esta vacuna es aplicada dos veces al año en los meses de mayo y  
24 noviembre, con la finalidad de prevenir los efectos de los cambios bruscos de temperatura  
25 sobre todo en los meses de mayo a diciembre. Actualmente este productor tiene  
26 rendimiento de leche de 1.5 L por cabra, ordeña un total de 40 cabras y su producción es de  
27 60 L día<sup>-1</sup> aproximadamente, con una duración de 10 meses de lactancia. Por lo anterior el  
28 tipo de sistema de esta UPC se considera como extensivo.

29 2.3.6. Caracterización de las UPC “Hermanos Enríquez y Rancho Familia de Ángel”



1 Primeramente, es importante señalar, que estas dos UPC, se localizan en el altiplano  
2 veracruzano, lo cual les confiere características particulares, a diferencia de las otras UPC,  
3 de la zona montañosa. Los productores de las UPC Hermanos Enríquez y Familia de Ángel  
4 tienen edades de 29 y 54 años, respectivamente, solamente concluyeron estudios a nivel  
5 bachillerato y primaria, respectivamente. En lo que concierne a las actividades dentro de la  
6 UPC, solamente el productor Hermanos Enríquez realiza actividades de ganadería y  
7 agricultura mientras que los ingresos en ambas UPC, la caprinocultura representa el 50% de  
8 los ingresos total. El tipo de tenencia de tierra, es ejidal, y rentan 3 Has, en las cuales  
9 realizan cultivos de alfalfa y maíz, principalmente. Estas dos UPC presentaron una  
10 superficie de terreno promedio de  $6 \pm 2$  has, la cual es preparada de manera mecanizada y  
11 manual. Ambos productores no dependen de trabajadores externos, usando mano de obra  
12 familiar, este tipo ganadería familiar. En la UPC Hermanos Enríquez se tiene un inventario  
13 de 68 cabezas caprinas (40 vientres, 3 machos cabríos, 3 cabritos, 1 destete, y 20 machos y  
14 hembras de remplazo), mientras en la UPC Familia de Ángel se tiene en existencia 86  
15 cabezas (60 vientres, 2 machos cabríos y 24 cabritos); en la UPC Hermanos Enríquez sus  
16 cabras proceden de San Luis Potosí y del SIPECAV; mientras que en la UPC Familia de  
17 Ángel, las cabras son originarias de la región de Perote. En ambos casos, el tiempo de  
18 permanencia con las cabras es de 12 y 15 años, respectivamente. En la UPC Hermanos  
19 Enríquez se cultiva alfalfa (*Medicago sativa*), para la alimentación de las cabras, y es  
20 complementada con rastrojo de maíz (*Zae mays*); sin embargo, cuando hay escasez de  
21 alfalfa, también ofrece una planta conocida como Jaramago (*Diplotaxis muralis*), ya que de  
22 acuerdo a su conocimiento empírico, se obtienen rendimientos de leche similares cuando se  
23 utiliza alfalfa. En los aspectos de fertilización, este productor fertiliza un total de 3.5 has  
24 con urea y estiércol de cabras, el corte del cultivo de alfalfa se realiza de manera mecánica,  
25 como suplemento mineral, usa un producto comercial llamado Magnophoscal® (Bayer) y  
26 debido al problema de estacionalidad de forrajes, se conserva forraje mediante henificado.  
27 En la UPC Familia de Ángel, se cultiva zacate para proporcionarle a sus cabras, además de  
28 esquilmos y maguey (*Agave potatorum*). Este productor realiza el corte de forrajes de  
29 manera manual, fertiliza ocho has con urea y abono orgánico; sin embargo este productor  
30 realiza algunas tareas de manera similar al productor anterior (UPC Hermanos Enríquez), el

1 cual henifica y suplementa con el producto comercial “San Amin<sup>®</sup>” (sales minerales: calcio  
2 20%, cloro 12%, selenio 0.002%, fosforo 4%, sodio 12%, azufre 3%, potasio 0.75%, zinc  
3 0.006%, vitamina A 5,000,000 UI, vitamina D3 70.000UI, vitamina C 4.000 UI, vitamina E  
4 2.000 UI). En la reproducción, solamente el productor de la UPC Familia de Ángel realiza  
5 monta controlada, el productor de la UPC Hermanos Enríquez tiene tres machos (dos  
6 Saanen y uno Alpino), los cuales son remplazados cada tres años; mientras que el otro  
7 productor solamente tiene un macho de la raza Saanen, el cual, no ha sido remplazado  
8 desde hace tres años. En ambas UPC, la mayoría de los partos se dan en dos periodos, de  
9 noviembre a enero, y de marzo a mayo. Ambos productores cuentan con un programa de  
10 desparasitación contra parásitos, tanto internos como externos y esta actividad la realizan  
11 cada cuatro meses, mientras que para los piojos realizan baños de inmersión. En la UPC  
12 Hermanos Enríquez, las cabras son vacunadas contra la brucelosis (nombre científico),  
13 pasteurelisis (*Pasteurella multocida*) y clostridiasis (*C. perfringens*, *C. chavoiei*, *C. sordelli*,  
14 *C. haemolyticum*), mientras que el productor de la UPC Familia de Ángel vacuna contra las  
15 enfermedades brucelosis y coccidias (*Eimeria arloingi*, *Eimeria faurei*, *Eimeria gilruthi*,  
16 *Eimeria caprovina*, *Eimeria ninakohyakimovae*). El productor de la UPC Hermanos  
17 Enríquez mencionó que cada una de sus cabras produce entre 2.5 a 3 L, por lo que ordeña  
18 30 cabras y su producción aproximada diaria es de 90 L día<sup>-1</sup>, mientras que, el otro  
19 productor ubicado en la Gloria, Perote, mencionó que el rendimiento por cabra es de 1.5 L,  
20 actualmente ordeña 23 cabras con las que obtiene aproximadamente 34.5 L día<sup>-1</sup>, en ambos  
21 casos la duración de la lactancia entre 6-7 meses, el ordeño se realiza de manera manual.  
22 Este tipo de UPC es considerado estabulado. De manera general, los productores de las  
23 UPC analizados en este estudio tiene un edad promedio de 47.5 ± 10.7 años y sus familias  
24 están integradas por 7 ± 5.29 personas, estos resultados son similares a los reportados por  
25 Dorantes et al. (17) quienes observaron que la edad y el número de integrantes por familia  
26 en los productores del sur del Estado de México, es de 51.9 ± 11.1 años y 6.7 ± 2.5  
27 personas, respectivamente. Sin embargo uno de los contrastes observados fue el nivel de  
28 estudios de productores, siendo los productores del municipio de Perote quienes tiene el  
29 mayor rezago educativo, esto concuerda con la investigación de Hernández et al. (18)  
30 quienes encontraron que los productores de Tehuaxtla, Puebla tiene un nivel de estudios

1 máximo de bachillerato. Respecto a la tenencia de la tierra se observó que los productores  
2 se rigen por ser pequeños propietarios o ejidatarios, Hernández et al. (19) reportaron que  
3 solamente 20 y 60% de los productores de Coahuila son ejidatarios ó pequeños propietarios  
4 respectivamente. Los inventarios caprinos de esta investigación fueron similares a los  
5 contabilizados por Mendoza y Ortega, (11) y Hernández et al. (18), quienes reportaron  
6 inventarios entre 53 - 470 y 30 - 110 en los estados de Oaxaca y Puebla, respectivamente.  
7 En función de tipo de tenencia e inventario caprino, los productores emplean pocas  
8 personas, siendo los integrantes de la familia la primera opción para realizar las actividades  
9 en la UPC, en la Comarca Lagunera, Coahuila y en la mixteca del Estado de Puebla las  
10 actividades en las unidades caprinas son efectuadas por los integrantes de la familias de los  
11 productores (18 - 20). Otro de los aspectos contrastantes encontrados en este estudio es el  
12 factor tipo de alimentación, las diferencia puede deberse principalmente a factores como la  
13 ubicación geográfica de la UPC y la explotación de los recursos locales, por ejemplo las  
14 UPC de Perote se ubican en una zona árida que permite una producción limitada de  
15 vegetación como la alfalfa, maíz y rastrojos y agave. Este tipo de zonas áridas también son  
16 características de los estados con mayor inventario caprino (Coahuila, San Luis Potosí,  
17 Nuevo León, Guanajuato) y que se limitan al uso de la alfalfa avena, maguey y rastrojos de  
18 maíz como parte de la dieta de las cabras (21). Mientras que la mayor diversidad de  
19 alimentación debido a que las UPC de Coatepec, Coacoatzintla. Tatatila, y Xico se ubican  
20 en vegetaciones denominadas Bosque Mesófilo de Montaña (BMM), en donde las cabras  
21 pueden consumir diversidad de frutos e inclusive especies de plantas toxicas (pesma,  
22 tabaquillo y trompillo Corrihuela), que pueden ocasionar efectos como disminución de  
23 peso, abortos, baja eficiencia alimenticia e inclusive la muerte del animal (22 - 23). En los  
24 aspectos de reproducción y mejoramiento, los productores efectúan monta controlada y los  
25 nacimientos generalmente ocurren a finales y principios de cada año, de igual manera en la  
26 Comarca Lagunera, Coahuila los partos ocurren en los meses de noviembre a febrero (20).  
27 La racionalidad de los productores para la toma de decisiones para la selección del semental  
28 se basa en aspectos de fenotipo, genotipo, raza y registro, principalmente; esto es contrario  
29 a lo indicado por Mendoza y Ortega, (11) quienes mencionaron que los productores de la  
30 mixteca oaxaqueña se basan exclusivamente en características visuales para la selección de

1 los remplazos. Escareño et al. (20) reportaron que el 13% de los caprinocultores de la  
2 Comarca Lagunera consideran el fenotipo como criterio para la selección del remplazo de  
3 los animales. En la prevalencia de brucelosis, Martínez et al. (24) reportó que la prevalencia  
4 de brucelosis (*Brucella melitensis*) en los municipios de Coacoatzintla, Coatepec, Perote,  
5 Tatatila y Xico (pertenecientes al Distrito de Desarrollo Rural (DDR-04) es del 0.5%, este  
6 mismo autor mencionó que los caprinocultores del SIPECAV son asistidos por un técnico,  
7 ya que están organizado en GGAVAT'S (Grupo Ganadero para la Validación y  
8 Transferencia de Tecnología); este mismo tipo de organización ganadera también ha sido  
9 encontrado en la asociación denominada "Caprinocultores Unidos de Guanajuato AC" (25).  
10 Los sistemas estabulado y semi-estabulado de la presente investigación, también fueron  
11 reportados por Mendoza y Ortega, (11), Zavala, (26) y Hernández, (27) quienes  
12 mencionaron que el sistema semi-estabulado predomina principalmente en los Estados de  
13 Oaxaca, Aguascalientes y Puebla, respectivamente. Los resultados mostrados de la  
14 producción de leche de todos los casos estudiados, son similares a los reportados por Paz et  
15 al. (28) quienes reportaron que la menor producción de leche de cabra (proveniente de una  
16 pequeña explotación lechera caprina de la provincia de Santiago del Estero, Argentina) se  
17 presentó en los meses abril-agosto en un rango de 0.56-1.20 L por cabra (24-40 cabras en  
18 ordeña), mientras que los meses de mayor productividad fueron de diciembre a marzo con  
19 una producción de 1.28-1.62 L por cabra (40-42 cabras en ordeña). De la misma manera  
20 Escareño et al. (20) reportaron que la producción diaria de leche de los productores de la  
21 Comarca Lagunera fue de 1.5 L por cabra y 56.9 L por rebaño.

### 22 2.3.7. Sistema de producción de quesos artesanales en las UPC del SIPECAV

23 Los productores de los estudios de caso aquí analizados, mencionaron que la producción y  
24 comercialización de los quesos de cabra, en específico el conocido como formato tipo  
25 "rueda" ha existido desde hace muchos años; dichos productores al estar afiliados al  
26 SIPECAV, han podido acceder a diferentes cursos para el desarrollo de sus capacidades, los  
27 cuales incluyen: buenas prácticas de higiene, así como la elaboración de diferentes quesos  
28 artesanales; lo que ha permitido elaborar quesos de pasta blanda, láctica y quesos frescos y  
29 madurados. En este sentido, los productores mencionaron que los quesos madurados tienen  
30 mayor demanda por parte de los consumidores seguido del queso fresco. Para la

1 elaboración de los quesos antes mencionados, los productores realizan las siguientes etapas:  
2 1) tratamiento térmico de la leche a 63 °C por 30 min; 2) enfriamiento a 37 °C; 3) adición  
3 del cuajo comercial marca Cuamex en una proporción de 30 mL:100 l<sup>-1</sup> y adición de  
4 cultivos lácticos liofilizados de la marca Danisco; 4) corte de la cuajada a los 45 min; 5)  
5 moldeado de la cuajada en cilindros de cloruro de polivinilo (PVC); 6) prensado a una  
6 presión de 2 kg de fuerza:kg<sup>-1</sup> de queso durante un lapso de 7 h; 7) salado de los quesos por  
7 inmersión en salmuera (28% de NaCl); 8) reposo a temperatura ambiente (25 °C ± 2 °C)  
8 por dos días. Los quesos madurados se obtuvieron mediante la inoculación de *Penicillium*  
9 *candidum* en quesos frescos y un posterior almacenamiento en cavas por siete semanas a  
10 temperatura de 16 ± 2 °C y humedad 80-85 %. Para la elaboración de queso fresco, los  
11 productores usan entre 6 a 8.5 L de leche para producir 1 kg de queso y en el caso de los  
12 quesos madurados se usan aproximadamente entre 8 a 11 L de leche para elaborar 1 kg de  
13 queso. Estas diferencias de los rangos de leche para la elaboración de los quesos  
14 mencionados, puede deberse al tipo de alimentación suministrados a las cabras ya que estos  
15 repercute en el contenido de grasa y proteína de la leche (29 - 30). Sin embargo, los  
16 rendimientos mencionados por los productores son similares a los reportados por Paz et al.  
17 (28) quienes determinaron un rendimiento de 9.18 L kg<sup>-1</sup> de queso en una explotación  
18 lechera de Santiago del Estero, Argentina. Las queserías artesanales son familiares,  
19 independientes del establo y el material usado está fabricado de acero inoxidable, PVC, las  
20 prensas son de metal, así mismo también cuentan con equipos necesarios como  
21 pasteurizadoras y las cavas de maduración improvisadas. Todos los productores elaboran  
22 dichos quesos en formatos de 500 g hasta de 5 kg, la producción de los mismos es durante  
23 todo el año, con la excepción de los productores de la UPC Hermanos Enríquez (elabora de  
24 diciembre a mayo), UPC Las Lajas (elabora de marzo a octubre) y UPC Las Atalpas  
25 (procesa de abril a diciembre). Los precios de los quesos son fijados por los propios  
26 productores y oscilan entre los \$140.00 - 160.00 y \$200.00 - 350.00 kg<sup>-1</sup> para los quesos  
27 frescos y madurados, respectivamente. Los productores mencionaron que la venta de los  
28 quesos se realiza de manera directa al consumidor, en restaurantes, mercados locales,  
29 orgánicos. La elección de estos canales de distribución se debe a que las grandes cadenas

1 comerciales no permiten el pago inmediato de los productos, lo que representa un  
2 estancamiento para fabricación de los quesos.

### 3 2.3.8. Problemáticas y perspectivas de la producción de quesos artesanales

4 La mayoría de los productores mencionaron que los principales problemas son la falta de  
5 apoyos por parte del gobierno, la limitada conexión entre los productores y la parte  
6 científica-tecnológica, la sobre-explotación de los recursos naturales y la disponibilidad de  
7 áreas para la continuidad de la caprinocultura, la falta de difusión de sus productos, la  
8 percepción errónea de los consumidores, ya que estos consideran que las cabras son  
9 transmisoras de enfermedades como la brucelosis así como la falta de mercados metas  
10 fuero de los límites de producción y expedición local. Las limitaciones antes mencionados  
11 también fueron reportados en el estudio de caso de Issaly et al. (31) quienes indicaron la  
12 falta de mercados para quesos artesanales, lo que genera la comercialización informal  
13 (venta directa al consumidor). Ante las situaciones antes mencionadas, Salinas et al. (32)  
14 generan estrategias para minimizar estos efectos y se pueden ver beneficiados los  
15 caprinocultores del norte de México. Sin embargo la conexión entre la parte científica y los  
16 productores puede contribuir tanto en el análisis del productos como en la difusión de los  
17 mismos, ejemplo de esta tarea son las investigaciones que han sido desarrolladas por  
18 diferentes investigadores de Brasil (33), Egipto (34), España (35), Francia (36) y Turquía  
19 (37). Dentro de las perspectivas mencionadas, los productores mencionaron que la  
20 caprinocultura es considerada una actividad que integra a toda la familia, contribuye a  
21 combatir la pobreza, la especie es rentable debido a que también pueden direccionarse a la  
22 producción de carne, uso de la piel y elaboración de diferentes artesanías. De manera  
23 general, la mayoría de los caprinocultores presentados en estudio de caso muestran  
24 características a los denominados “nuevos caprinocultores” o “productores innovadores”  
25 descritos por Issaly et al., (31) y Soto et al. (38), donde los productores del presente estudio  
26 consideran estrategias de diversificación de productos, apertura a cambios técnicos,  
27 productivos, actividades grupales, actualización constante en diversas temáticas como  
28 buenas prácticas de higiene, manejo y procesamiento de alimentos aunado a una conducta  
29 motivada por estrategias y actitudes del tipo empresarial. Solamente el productor de la UPC  
30 “Dónelo” es considerado como un “productor difusor”, ya que actualmente este productor

1 participa en la difusión de diferentes cursos otorgados por el SIPECNAV, los cuales están  
2 enfocados a la caprinocultura, elaboración de quesos artesanales, buenas prácticas de  
3 higiene y manejo, entre otros. Los resultados de este estudio de caso ponen en manifiesto  
4 que la producción de leche de cabra y elaboración de quesos artesanales puede llevarse a  
5 cabo a diferentes escalas de producción en función de la infraestructura de la UPC. Los  
6 ingresos alcanzados por los caprinocultores están en torno a la capacitación y constante  
7 actualización en diferentes temáticas de manejo que conciernen a la UPC y diversificación  
8 de los subproductos generados en las unidades de producción, la cual es común en todas las  
9 UPC estudiadas. Desde la perspectiva del tipo de ecosistema, la caprinocultura se desarrolla  
10 en vegetación de bosque mesófilo de montaña y matorral xerófilo, ubicados en las  
11 montañas y en el altiplano respectivamente; este efecto ha sido determinante para el  
12 establecimiento de sistemas caprinos bajo el régimen semi-estabulado y estabulado. Es  
13 recomendable realizar estudios sobre el rendimiento productivo de los sistemas estudiados  
14 y calidad fisicoquímica y microbiológica en leche de cabra; así mismo, se recomienda la  
15 aplicación de técnicas analíticas instrumentales y sensoriales en los quesos artesanales; con  
16 el fin de generar información útil para la tipificación de dichos productos. Las principales  
17 problemáticas que enfrentan los caprinocultores, es la falta de apoyo del gobierno y  
18 promoción de sus productos, dado que la producción de quesos es una actividad rentable en  
19 contraparte, la caprinocultura en conjunto con la producción de quesos es una actividad  
20 rentable para los caprinocultores de la presente investigación.

## 21 **Agradecimientos**

22 Esta investigación fue apoyada por el Colegio de Postgraduados a través del Fideicomiso  
23 de Administración e Inversión No. 167304 y por el Consejo Nacional de Ciencia y  
24 Tecnología (CONACYT) institución financiadora de la beca doctoral del primer autor.

## 25 **2.4. Referencias**

- 26 1. Cassabianca F, Sylvader B, Noël Y, Béranger C, Coulon J, Rocin F. Terroir et  
27 Typicite: deux concepts –cles des Appellations d’Origine Controlée-essai de  
28 definitions scientifiques et operationnelles. In: Proceedings of the Terroir et enjeux du  
29 développement régional. In : Colloque international de restitution des travaux de

- 1            recherche sur les Indications et Appellations d'Origine Géographiques. Paris, Francia:  
2            2005, pp. 199-213.
- 3    2.    Linck T, Barragan E, Casabianca F. De la propiedad intelectual a la calificación de  
4            los territorios: Lo que cuentan los quesos tradicionales. Agroalim 2006; 12: 99-109.
- 5    3.    Bertozzi L. Designation of Origin: Quality and Specifications. Food Qual Prefer  
6            1995; 6; 143-147.
- 7    4.    Barrionuevo O, Aldrada C, Ahumada E, Soria R, Tapia M. Queso artesanal de cabra:  
8            una alternativa de producción alimentaria regional. Rev Cien Tecn 2001; 7: 211-215.
- 9    5.    INEGI. 2007. Censos Agropecuarios. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.  
10           <http://www.inegi.org.mx/inegi>.
- 11   6.    Boucher F. El Sistema Agroalimentario Localizado de los productos lácteos de  
12            Cajamarca, Perú. Sociedades rurales, producción y medio ambiente 2002; 3: 7-22.
- 13   7.    Correa C, Boucher F, Requier D. ¿Cómo activar los sistemas agroalimentarios  
14            localizados en América Latina? Un Análisis comparativo. Agroalim 2006; 22: 17-27.
- 15   8.    Yin RK. Case Study Research. Design and Methods (Applied Social Research  
16            Methods). 2nd ed. Thousand Oaks, CA, USA: Sage Publications; 1994.
- 17   9.    Villareal-Larrinaga O, Landeta-Rodríguez O. El estudio de casos como metodología  
18            investigación científica en dirección y economía de la empresa. Una aplicación a la  
19            internacionalización. Eur Res Man Bus Eco 2009; 16:31-52.
- 20   10.   Camacho M, Gómez M, Alferez B, Gasca A, Delgado J. Evaluación del sistema de  
21            explotación en un núcleo de caprino lechero autóctono. Arch Zootec 2002 ; 51: 259-  
22            264.
- 23   11.   Mendoza A, Ortega J. Caracterización de la caprinocultura en el municipio de  
24            Tepelmeme Villa de Morelos, Oaxaca, México. Rev Chapingo Ser Cie 2009; 8:75-80.
- 25   12.   Garcia J, Castillo G, Mehltreter K, Martínez M, Vázquez G. Composición florística  
26            de un bosque mesófilo del centro de Veracruz, México. Bol Soc Bot México 2008;  
27            83:37-52.
- 28   13.   García Y, Olivares L, Ramos J. Estructura y composición arbórea de un fragmento de  
29            bosque mesófilo de montaña en el estado de Veracruz. Revista Chapingo serie  
30            ciencias forestales y del ambiente 2013; 19: 91-101.



- 1 14. Márquez W, Márquez J. Municipios con mayor biodiversidad en Veracruz. *Rev Mex*  
2 *de Cienc Forestales* 2009; 1:43-50.
- 3 15. INAFED. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno  
4 del estado de Veracruz. *Enciclopedia de los Municipios de México*.2005
- 5 16. Vargas C. Famacha<sup>®</sup> control de Haemonchosis en caprinos. *Agro Mesoam*, 2006;  
6 17:79-88.
- 7 17. Dorantes C, Torres G, Castañeda B, Hernández M, Gallegos S, Becerril P, Rojo R.  
8 Limitantes socioeconómicas de los sistemas de producción caprina en el sur del  
9 Estado de México. *AICA* 2012; 2:333-336.
- 10 18. Hernández J, Camacho J, Franco F, García F, Romero S, Villareal O. La unidad de  
11 producción familiar caprina: promotora del avance socioeconómico en la mixteca  
12 poblana, México. *Rev Colombiana Cienc Anim* 2013; 5:358-365.
- 13 19. Hernández J, Franco F, Villareal O, Camacho J, Pedraza R. Caracterización  
14 socioeconómica y productiva de unidades caprinas familiares en la mixteca poblana.  
15 *Arch Zootec* 2011; 60:175-182.
- 16 20. Escareño L, Wurzinger M, Pastor F, Salinas H, Sölkener J, Iñiguez L. La cabra y los  
17 sistemas de producción caprina de los pequeños productores de la Comarca Lagunera,  
18 en el norte de México. *Rev Chapingo Ser Cie* 2010; 27: 235-246.
- 19 21. Baraza E, Ángeles S, García Á, Valiente A. Nuevos recursos naturales como  
20 suplementos de la dieta de caprinos durante la época seca, en el Valle de Tehuacán,  
21 México. *Interciencia* 33 2008;;891-896.
- 22 22. Avendaño S, Flores J. Registro de plantas tóxicas para ganado en el estado de  
23 Veracruz, México. *Vet Mex* 1999; 30: 79-94.
- 24 23. Moreno S, Denogean F, Martín M, Ibarra F, Baldenegro A. Efecto de las plantas  
25 tóxicas para el ganado sobre la reproducción pecuaria en Sonora. *Revista Mexicana*  
26 *de Agronegocios* 2010; 14:179-191.
- 27 24. Martínez HDI, Morales M JA, Peniche CAE., Molina S, Rodríguez C, Loeza L,  
28 Robledo S., Morales A., Flores-Castro F. Use of RB51 vaccine for small ruminant  
29 Brucellosis prevention, in Veracruz, México. *International J Dairy Sci* 2010; 5:10-1

- 1 25. Oliveros J, Morales J, Andrade H. Productive progress in a goat producer association.  
2 “Caprinocultores Unidos de Guanajuato AC”, through a technology transfer system  
3 GGVATT (Livestock Validation and Technology Transfer group) (2001-2007).  
4 Tropical and Subtropical Agroecosystems 2009; 11:165-170.
- 5 26. Zavala M. Caracterización de los sistemas ejidales de producción ovina y caprina en  
6 el estado de Aguascalientes. Revista Investigación y Ciencia de la Universidad  
7 Autónoma de Aguascalientes 1003; 10:67-72.
- 8 27. Hernández JS. La caprinocultura en el marco de la ganadería poblana (México):  
9 contribución de la especie caprina y sistemas de producción. Arch Zootec 2000;  
10 49:341-352.
- 11 28. Paz R, Rodríguez R, González V, Lipshitz H. Producción económica en una pequeña  
12 explotación lechera caprina: hacia un diseño alternativo de desarrollo rural. Arch  
13 Latinoam Prod Anim 2010; 18:97-111.
- 14 29. Álvarez S, Capote J, Fresno M. Influencia de la alimentación en la calidad de la leche  
15 cabra. La Cabra 2004; 9:16-19.
- 16 30. Ortega G, Raz, I, Magaña, H, Ortiz J, Sierra A, Centurión F, Montes R. Interacción  
17 genotipo x ambiente en cabras lecheras. Bioagrobiencias 2001; 4:23-27
- 18 31. Issaly L, Decara L, Peralta M, Vigliocco M, Sandoval G. 2007. La producción de  
19 carne ovina y caprina en el departamento Río Cuarto, provincia de Córdoba-  
20 Argentina: estudios de casos. ALPA 2007; 1: 1-7.
- 21 32. Salinas GH, Echavarría FG, Flores-Nájera NMJ, Flores-Ortiz OMA, Gutiérrez LR,  
22 Rumayor A, Meza-Herrera HCA, Pastor F. Evaluación participativa de tecnologías en  
23 caprinos en el semiárido del Norte Centro de México. Rev Chapingo Ser Cie 2011;  
24 27:225-234.
- 25 33. Lacerda MEJ, Egypto Q, Nunes MA, Delmondes BMA, Malveria B, Dos Santos SS,  
26 Suely-Madruga M. Sensory profile and physicochemical parameters of cheese from  
27 dairy goats fed vegetable oils in the semiarid region of Brazil. Small Rumin Res  
28 2013; 113: 211-218.
- 29 34. Soryal K, Zeng S, Min B, Hart S, Beyene F. Effect of feeding system on composition  
30 of goat milk and yield of Domiati cheese. Small Rumin Res 20004; 54: 121-129.

- 1 35. Delgado FJ, González J, Cava CR, Ramírez R. Changes in microbiology, proteolysis,  
2 texture and sensory characteristics of raw goat milk cheese treated by high-pressure at  
3 different stages of maturation. *LWT-Food Sci Technol* 2012; 48: 268-275.
- 4 36. Raynal K, Le M, Gaborit P, and Barrucand P. French goat milk cheese: An overview  
5 on their and sensorial characteristics and their impacts on consumer's acceptance.  
6 *Small Rumin Res* 2011; 101: 64-72.
- 7 37. Hayaloglu A, Tolu C, Yasar K, Sahingil D. Volatiles and sensory evaluation of goat  
8 milk cheese Gokceada as affected by goat breeds (Gokceada and Turkish Saanen) and  
9 starter system during ripening. *J Dairy Sci* 2013; 96: 2765-2780.
- 10 38. Soto G, Ferrer G, Silveti F, Cáceres D. Crisis y reactivación de la caprinocultura en el  
11 noroeste de Córdoba (Argentina). La emergencia de un nuevo actor social. *Cuad*  
12 *Desarro Rural* 2002; 49: 29-56.

13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30

1 **Cuadro 2.1.** Ubicación de las UPC y las condiciones agroecológicas

UPC	Municipio	Precipitación Mm	Altitud msnm	Vegetación dominante	Tipo de Clima	<sup>4</sup> Temperatura °C
Donelo	Coatepec	1,500	1,208	BMM <sup>1</sup>	C(M) y C(FM)	18
Las Lajas	Coatepec	1,500	1,440	BMM <sup>1</sup>	C(M) y C(FM)	18
La Chiviada	Xico	1,750	2,011	BMM <sup>2</sup>	C(FM)	19
Las Atalpas	Coacoatzintla	1,780.3	1,430	BMM <sup>1</sup>	C(FM)	12.5
Rincón del Rio Frio	Tatatila	1,346	1,867	BMM <sup>3</sup>	C(fa)	20
Hermanos Enríquez	Perote	493.6	2,400	BO, BP y MX <sup>3</sup>	BS1kw	12
Familia del Ángel	Perote	493.6	2,400	BO, BP y MX <sup>3</sup>	BS1kw	12

2 BMM; Bosque mesófilo de montaña; <sup>1</sup>García et al. (12); <sup>2</sup>García et al. (13); BO, BP, MX;

3 Bosque de oyamel, Bosque de pino y Matorral xerófilo (<sup>3</sup>Márquez y Márquez, 14).

4 <sup>4</sup>INAFED, (15).

1 **Capítulo III. A multi-criteria approach to identify favorable areas for goat production**  
2 **systems in Veracruz, Mexico**

3 **Aproximación múltiple-criterio para la identificación de áreas favorable para sistemas de**  
4 **producción caprina en Veracruz, México**

5 Emmanuel RAMÍREZ-RIVERA<sup>1</sup>, Jose LOPEZ-COLLADO<sup>1\*</sup>, Pablo DÍAZ-RIVERA<sup>1</sup>,  
6 Eusebio ORTEGA-JIMÉNEZ<sup>1</sup>, Glafiro TORRES-HERNÁNDEZ<sup>2</sup>, Jazmín JACINTO-  
7 PADILLA<sup>1</sup>, Erasmo HERMAN-LARA<sup>3</sup>

8 <sup>1</sup>Colegio de Postgraduados Campus Veracruz, Veracruz, México. C.P. 91690.

9 <sup>2</sup>Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C.P.  
10 56230.

11 <sup>3</sup>Instituto Tecnológico de Tuxtepec. Tuxtepec, Oaxaca, México. C.P. 68300.

12 \*Correspondence: [jlopez@colpos.mx](mailto:jlopez@colpos.mx)

13 **Abstract:** This research identifies favorable areas for goat production systems in the state  
14 of Veracruz, Mexico. Through the use of the analytic hierarchy process, layers of  
15 biophysical and soil information were combined to generate a model of favorability. Model  
16 validation was performed by calculating the area under the curve, the True Skill Statistic,  
17 and a qualitative comparison with historical census records. The results showed the  
18 existence of regions with high (4494.33 km<sup>2</sup>) and moderate (2985.8 km<sup>2</sup>) favorability, and  
19 these areas correspond to 6.25% and 4.15%, respectively, of the state territory and are  
20 located in the regions of Sierra de Huayacocotla, Perote, and Orizaba. These regions are  
21 characterized as mountainous and having predominantly temperate-wet or cold climates,  
22 and having montane mesophilic forests, containing pine, fir and desert scrub. The reliability  
23 of the distribution model was supported by the area under the curve value (0.96), the True  
24 Skill Statistic (0.86), and consistency with historical records.

25 **Key Words:** Analytic hierarchy process; caprine systems; MCAS-S; True skill statistic

26 **Resumen:** La presente investigación tuvo como propósito identificar zonas favorables para  
27 sistemas de producción caprinos en el estado de Veracruz, México. Mediante la técnica de  
28 análisis de procesos jerárquicos, se combinaron capas de informaciones biofísicas y de  
29 suelo para generar un modelo de favorabilidad. La validación se realizó con el cálculo del  
30 área bajo la curva, el estadístico de habilidad correcta y una comparación cualitativa

1 con registros históricos censales. Los resultados demostraron la existencia de regiones con  
2 favorabilidad alta (4494.33 km<sup>2</sup>) y media (2985.8 km<sup>2</sup>), estas extensiones corresponden al  
3 6.25% y 4.15% respectivamente, del territorio estatal y se ubican en la Sierra de  
4 Huayacocotla, Zona de Perote y Orizaba, las cuales son caracterizadas por ser zonas  
5 montañosas con predominancia de climas templados-húmedos o fríos, característicos de los  
6 bosques tipo mesófilo de montaña, pino, oyamel y matorral xerófilo. La confiabilidad del  
7 modelo de distribución fue sustentada por los valores de área bajo la curva (0.96) y el  
8 estadístico de habilidad correcta (0.86), así como la concordancia con registros históricos.

9 **Palabras claves:** Análisis de Procesos Jerárquicos, sistemas caprinos, MCAS-S, estadística  
10 verdadera

### 11 **3.1. Introduction**

12 Goat culture is one of the primary activities on which more than 1.5 million Mexicans  
13 depend. In 2009, the goat population exceeded eight million head, which were distributed  
14 among 494 thousand production units, with a size ranging from 20 to 250 goats; these units  
15 are distributed in arid and semi-arid regions (64%) and temperate regions (36%) (1 - 3).  
16 The states with the largest goat populations are Puebla, Oaxaca, San Luis Potosi, Guerrero  
17 and Zacatecas. However, in these states goat culture is performed in moderately difficult  
18 topography and climate (4). In the state of Veracruz, goat production systems in this area  
19 are considered extensive and depend on an interplay of factors such as altitude, climate,  
20 rainfall, land use and temperature for generating products (5 - 6). However, the selection of  
21 sites for the establishment of new goat production systems has been performed empirically,  
22 and has been limited by the lack of a comprehensive analysis of the factors involved, over-  
23 exploitation of natural resources and effects from climate change. Thus, it is necessary to  
24 guide these processes with objective and reliable mechanisms. The combination of  
25 geographic data, expert judgment and data processing using the Analytic Hierarchy Process  
26 (AHP) coupled with Geographic Information Systems are suitable for efficient and low-  
27 cost agricultural planning (7 - 8). These tools have been used for the delimitation of dairy  
28 pastures, goat production potential, identification of grazing areas (5, 6, 8), and the  
29 identification of favorable zones for different wild goat species (9 - 10). Therefore, the

1 objective of this research was to apply the AHP to identify favorable zones for goat  
2 production systems (GPR) in the state of Veracruz, Mexico.

### 3 **3.2. Materials and methods**

4 Generation of the distribution model of favorability was performed deductively, using  
5 published information and consultation with experts in goat production systems regarding  
6 the identification of factors with the greatest impact on such systems. Biological and soil  
7 factors influencing the productive performance of goats and forage production (11, 12, 8)  
8 were considered. The physical and pedological factors selected were elevation (ELE, masl),  
9 average annual rainfall (AAR, mm), annual average temperature (AAT, °C), climate type  
10 according to Köppen (CLIT), soil texture (STEX), and land use (LUSE). The factor  
11 hierarchy is shown in Figure 3.1. The layers of information were obtained from the Consejo  
12 Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (13) and were rasterized at a  
13 resolution of 1 km<sup>2</sup>. The response function for each factor was constructed by converting  
14 the original values to an ordinal scale of three to five categories, with the highest category  
15 being the most favorable. The rating of factors and the number of categories was made  
16 qualitatively according to the requirements of the species and in accordance with the  
17 experience of experts. Three experts were consulted regarding goat production systems to  
18 rate the relevance of factor pairs using a nine-point scale (7). The coefficients for each  
19 factor were obtained using the normalized eigenvalues of the square matrix. Subsequently,  
20 the model favorability (Mf) was constructed by combining the layers associated with their  
21 weights:  $XC_{(ij)} = \sum W_i X_{ij}$ , where  $XC_{(ij)}$  is the added value of the cell of a composite layer,  
22  $W$  and  $X$  are weight and factor, respectively, while  $j$  refers to the value of the cell in the  $i$ -th  
23 layer. Finally, at municipality level, the average favorability was classified into three  
24 groups indicating different degrees of geographical favorability:  $0 \leq X \leq 0.3$  low  
25 favorability (LF),  $0.3 < X \leq 0.6$  moderate favorability (MF), and  $0.6 < X \leq 1$  high  
26 favorability (HF). To validate the favorability model, locations of existing goat production  
27 systems in the municipalities of Coatepec, Coacoatzintla, Perote, Tatatila and Xico were  
28 used. Other points were obtained by calculating geographical centroids of municipalities  
29 where historical census records exist for goat production systems: Altotonga, Atzalan,  
30 Ayahualulco, Chiconquiaco, Ixhuacán de los Reyes, Jalancingo, Jilotepec, Las Minas, Las

1 Vigas de Ramírez, Tatatila, Tlacolulan, and Villa Aldama (14). In total we obtained n= 20  
2 independent records of the presence of GPR. Given these independent points, we extracted  
3 favorability values from the model and applied two statistical tests: 1) construction of the  
4 receiver operating characteristic (ROC) and area under the curve (AUC). The AUC is close  
5 to one for reliable models and is close to 0.5 for models that are indistinguishable from a  
6 random one; 2) calculation of the true skill statistic (TSS) which varies between -1 and 1,  
7 with acceptable models having values close to one. The statistics were calculated using the  
8 extracted values and 10000 randomly chosen points from the suitability map (15). To  
9 interpret the data, if the AUC and TSS values are close to 1, the model is able to  
10 discriminate between a point of system presence and a point selected at random (16). To  
11 calculate the AUC and TSS it was necessary to convert the suitability map to one of  
12 presence (1) and absence (0). The value of the TSS statistic was selected using a probability  
13 threshold that gives the highest value of the statistic at different threshold values from 0.1  
14 to 0.9 (17). The second model evaluation was conducted qualitatively by visually  
15 comparing the most favorable areas with historical inventories of occurrence of GPR using  
16 the top 95 % quantile values from the 2007 census (18). The rating of the geographic layers  
17 and their combinations to build the favorability model was performed using MCAS-S v3.1  
18 (19); municipal geographic centroids were calculated using QGIS v2.8.3 (20). The  
19 characteristic values of the comparison matrix were calculated using R; tests were  
20 conducted with independent values using the programs *PresenceAbsence* and *pROC* in R  
21 v3.1.3 (R Core Team 2015).

### 22 **3.3. Results and discussion**

23 Table 3.1 shows the selected factors with their initial values. In terms of ELE, AAR and  
24 AAT we considered a range with the greatest favorability 1500 to 2500 meters above sea  
25 level (masl), 1000 to 1500 mm and 8 and 16 °C, respectively. In the case of CLIT, the  
26 climates type C were preferred; for LUSE the highest preferences were for jungles and  
27 grasslands. For STEX, soil texture medium was the most preferred. Regarding the relative  
28 importance of the factors, the weights for ELE, AAT, CLIT and ARR were 0.27, 0.33, 0.24  
29 and 0.17, respectively while the weights of the factors LUSE and STEX were 0.86 and  
30 0.14, respectively. The composite layers received weightings of 0.88 (physical) and 0.12



1 (soil). The favorability model shows that the state of Veracruz is dominated by areas having  
2 low favorability (64345 km<sup>2</sup>), this representing 89.6 % of state territory. These areas are  
3 located in the northern municipalities, bordering the states of San Luis Potosi and  
4 Tamaulipas, nearshore and downstate (Figure 2). The MF and HF regions represent only  
5 4.1% (2985.80 km<sup>2</sup>) and 6.2% (4494.33 km<sup>2</sup>), respectively, of the area over the entire state  
6 (Figure 3.2). These areas are located in three mountainous regions: Sierra de Huayacocotla,  
7 Perote and Orizaba (zones I, II and III in Figure 2 respectively). Table 3.2 lists the three  
8 zones studied and the main municipalities having MF and HF for the establishment of GPR  
9 in Veracruz. As for the evaluation of the distribution model using quantitative indices, the  
10 AUC (Figure 3.3) had a value of 0.96, with a 95% CI (0.94, 0.97); the ROC line was distant  
11 from a random model, while the TSS value was 0.86; these values were calculated with a  
12 binarization cutting level of  $c = 0.2$ ; observed GPR are presented in Figure 3.2 and most of  
13 them are within the HF category. In addition, the qualitative comparison of the identified  
14 favorable zones with the areas of occurrence of these GPR, as recorded by an agricultural  
15 census (18), provided a partial visual match because these production systems have been  
16 reported in the municipalities of the three potential zones (Figure 3.2, 2007 census); these  
17 areas having the largest inventories of goats. Therefore, both evaluation methods support  
18 the interpretation and use of the distribution model. The greatest favorability was in the  
19 range of 1500 to 2500 meters above sea level (masl), because there is greater abundance  
20 and quality of forage, and goats can consume buds and other new sprouts (22). In terms of  
21 precipitation, the threshold was between 0 and 2000 mm, with precipitation between 1000  
22 to 1500 mm the most favorable (23). For temperature, the greater favorability was between  
23 8 and 16 °C; at these temperatures goats display superior growth and milk production,  
24 while at temperatures below 4 °C and greater than 20 °C, the animals suffer stress, resulting  
25 in reduced milk production (12). In terms of climate, climate types C (temperate) and BS  
26 (arid) were studied by (24) and (2); they demonstrated the presence of goat production  
27 systems in these climatic regions, although most favorability was observed in temperate  
28 climates; such production systems are developed principally in marginalized areas with  
29 limited water supply, as in arid climates. For land use we considered forests, jungles,  
30 grasslands, scrub and chaparral. (24), and (25) conducted studies on GPR developed in such

1 ecosystems and the highest favorabilities were for pastures, forests and woodlands due to  
2 the high diversity of forage for goats in these ecosystems compared to xeric scrub  
3 ecosystems where plants are adapted to extreme drought (e.g. cacti). Given that soil type  
4 included soils with coarse, medium and fine textures, the second soil type had higher  
5 favorability; this rating was consistent with (26) who mentioned that the medium to coarse  
6 texture soils allow higher yields of crops as compared to fine texture soils. According to  
7 Brunschwig et al. (5), the factors ELE, AAT and CLIT delimit and identify areas where there  
8 are milk production systems. The weighting of AAR was 0.17, as this criterion has more  
9 influence on forage production. LUSE had a greater weight (0.86) compared to STEX  
10 (0.14), similar to results reported by (27) and (8). LUSE is an important factor determining  
11 the degree of ecosystem resilience and its economic impact. The high weight score of the  
12 composite physical layer indicates that climatic factors are essential for the determination  
13 and establishment of GPR (6). The high prevalence of low favorability areas (> 80%) of the  
14 territory of Veracruz is better suited for dual purpose cattle production systems in the  
15 coastal plains (28). The areas with category MF and HF border with the state of Puebla,  
16 particularly with the municipalities of Tecamachalco and Cholula, where there are high  
17 inventories of goats (29). The municipalities with MF and HF are located in zones having  
18 temperate-humid conditions and mountain cloud forests, and municipalities in colder areas  
19 having pine, fir and desert scrub ecosystems. To a lesser extent some systems are located in  
20 mountain foothills, such as Juchique de Ferrer and Yecuatla, and degraded areas lacking  
21 relevant vegetation in the municipality of Tequila (30). The results obtained in this study  
22 are consistent with those of 30 who determined that most plant diversity is located in  
23 municipalities within mountain cloud forests. Also, Delfín-Alfonso et al. (31) reported that  
24 the municipalities Altotonga, Jalancingo, Perote, and Xico in the state of Veracruz are  
25 potential sites for the reintroduction of white-tailed deer *Odocoileus virginianus*  
26 (Zimmermann, 1780). Sour et al. (8) determined that the ideal grazing areas for goats were  
27 located in mountainous areas where the vegetation quality is better compared to other areas  
28 such as rural and coastal plains. Similar research has been developed for other species of  
29 goats, such as the Spanish ibex (*Capra pyrenaica* Schinz) in Andalucía, Spain (9), and the  
30 wild goat (*Capra hircus aegagrus* Erxleben) in Iran (10). In these studies, favorable zones

1 for these species are located in mountainous areas at altitudes of 1271 masl and 1000-2600  
2 masl, respectively. Regarding the model assessment, the value of AUC obtained in this  
3 study is similar to the 0.95 reported by (10) to evaluate a favorability model for wild goats  
4 in Iran. The estimated moderate and high favorability regions suggest analyzing the  
5 following aspects: 1) The potential expansion of goat production to other municipalities of  
6 Veracruz with favorable conditions for the development of this activity, as the (18)  
7 agricultural census showed only 7 municipalities have high inventories. Yet, in the present  
8 study, we identified 24 and 49 municipalities having MF and HF, respectively, which are  
9 distributed among three zones in Veracruz. 2) Planning routes for the supply and marketing  
10 of dairy products made from goat milk; according to Hernández et al. (29), some factors  
11 limit GPR and negatively impact the income of producers, such as the lack of land  
12 availability and marketing channels. By using multi-criteria analysis and geographic  
13 information systems, areas having high and moderate favorability were identified, these  
14 areas are located in the mountainous regions which are characterized by having low  
15 temperatures, high elevations and vegetation composed of mountain cloud forest, pine  
16 forests, fir forests and desert scrub, demonstrating that goat production systems in Veracruz  
17 can be established in different ecosystems. Statistical indices and qualitative visual analysis  
18 support the validity of the model.

### 19 **Acknowledgements**

20 This research was supported by funding to the first author from Colegio de Postgraduados  
21 through Fideicomiso de Administración e Inversión No. 16730, and Consejo Nacional de  
22 Ciencia y Tecnología (CONACyT) for a doctoral scholarship.

### 23 **Compliance with ethical standards**

24 **Conflict of interest** The authors declare that they have no conflict of interest.

### 25 **3.4. References**

- 26 1. Salinas-González H, Echavarría-Chaires F, Flores-Nájera M.J, Flores-Ortiz MA,  
27 Gutiérrez-Luna R, Rumayor-Rodriguez AF. Tecnología en sistemas de producción  
28 caprinos en el semi desierto de Zacatecas. 2010. In: Salinas G, H. Figueroa V. U.  
29 Verastegui C. J, Rumayor R. A.F. (eds), Estrategias de investigación para la

- 1 innovación tecnológica: Principales logros en el Norte Centro de México, (INIFAP-  
2 CIRNOC, Zacatecas): 1-30.
- 3 2. Escareño L, Wurzinger M, Pastor F, Salinas H, Sölkener J, Iñiguez L. La cabra y los  
4 sistemas de producción caprina de los pequeños productores de la Comarca Lagunera,  
5 en el norte de México. *Rev Chapingo Ser Cie* 2010; 27: 235-246.
- 6 3. Orona I, Sangerman-Jarquín D, Antonio-González J, Salazar E, García JL, Navarro-  
7 Bravo A, Schwentesius de Rindermann R. Proyección económica de unidades  
8 representativas de producción en caprinos en la Comarca Lagunera, México.  
9 *Remexca* 2013; 4:625-636.
- 10 4. Valerio D, García A, Perea J, Acero R, Gómez G. Caracterización social y comercial  
11 de los sistemas ovinos y caprinos de la región noroeste de la República Dominicana.  
12 *Interciencia* 2009; 34: 37-644.
- 13 5. Brunshwig G, Chevillot B, Sibra C, Michellin Y. Representation cartographique  
14 d'activités d'élevage: exemple d'élevage bovin laitier pour la production de fromages  
15 d'AOC dans le Massif central. *INRA Productions Animales* 2004; 17:109-122.
- 16 6. Salinas GH, Echavarría ChFG, Flores-Najera NMJ, Flores-Ortiz OMA, Gutiérrez LR,  
17 Rumayor A, Meza-Herrera HCA, Pastor F. Evaluación participativa de tecnologías en  
18 caprinos en el semiárido del Norte Centro de México. *Rev Chapingo Ser Cie* 2011;  
19 27:225-234.
- 20 7. Saaty TL. Decision-making with the analytic hierarchy process. *IJSSci* 2008; 1:83-98.
- 21 8. Sour A, Arzan H, Feizizadeh B, Tavili A, Alizadeh E. GIS multi-criteria evolution for  
22 determination of rangeland suitability for goat grazing in the Middle Taleghan  
23 Rangelands. *IJAPP* 2013; 4: 1499-1510.
- 24 9. Granados JE, Serrano E, Pérez MC, Fandos P, Weykam S, Soriguer RC.  
25 Caracterización del hábitat ocupado por la cabra montés (*Capra pyrenaica*, Schinz  
26 1838) en Andalucía. In: Pérez, J.M. (ed), In memoriam al Prof. Dr. Isidoro Ruiz  
27 Martínez, (Universidad de Jaén, España) 2003:391-404.
- 28 10. Morovati M, Karami M, Kaboli M. Desirable areas and effective environmental  
29 factors of wild goat habitat (*Capra aegagrus*). *International Journal of Environmental*  
30 *Research* 2014; 8: 1031-1040.

- 1 11. Salvador A, Martínez G. Factores que afectan la producción y composición de la  
2 leche de cabra: Revisión bibliográfica. *Rev Científica FCV-LUZ* 2007; 48: 61-76.
- 3 12. Arias R, Madre TL, Escobar PC. Factores climáticos que afectan el desempeño  
4 productivo del ganado bovino de carne y leche. *Arch Med Vet* 2008; 40: 7-22.
- 5 13. CONABIO. Portal de Geoinformación. In: Sistema Nacional de Información sobre  
6 Biodiversidad, 2015. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>. Accessed 10  
7 February 2015.
- 8 14. Herrera D. Principales agentes etiológicos en caprinos. In: *Revista Agroentorno*.  
9 2010. [http://www.uv.mx/veracruz/cienciaanimal/files/2013/11/Principales-agentes-](http://www.uv.mx/veracruz/cienciaanimal/files/2013/11/Principales-agentes-etiologicos-en-caprinos.pdf)  
10 [etiologicos-en-caprinos.pdf](http://www.uv.mx/veracruz/cienciaanimal/files/2013/11/Principales-agentes-etiologicos-en-caprinos.pdf). Accessed 15 June 2015.
- 11 15. Elith J, Graham CH, Anderson RP, Dudík M, Ferrier S, Guisan A, Hijmans RJ,  
12 Huettmann F, Leathwick JR, Lehmann A, Li J, Lohmann LG, Loiselle BA, Manion  
13 G, Moritz C, Nakamura M, Nakazawa Y, Overton J McC, Peterson AT, Phillips SJ,  
14 Richardson KS, Scachetti-Pereira R, Schapire RE, Soberón J, Williams S, Wisz MS,  
15 Zimmermann NE. Novel methods improve prediction of species' distributions from  
16 occurrence data. *Ecography* 2006; 2: 129-151.
- 17 16. Allouche O, Tsoar A, Kadmon R. Assessing the accuracy of species distribution  
18 models: prevalence, kappa and the true skill statistic (TSS). *J Appl Ecol* 2006; 43:  
19 1223-1232.
- 20 17. Gray TNE, Phan C, Long B. Modeling species distributions at multiple spatial scales:  
21 gibbon habitat preferences in a fragmented landscape. *Anim Conserv*. 2010; 13: 324-  
22 332.
- 23 18. INEGI. Censos Agropecuarios. 2007.  
24 <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/agro/default.aspx>, Accessed 24  
25 April 2015.
- 26 19. ABARES. Multi-Criteria Analysis Shell for Spatial Decision Support. 2015.  
27 <http://www.daff.gov.au/abares/data/mcass>. Accessed 27 May 2015.
- 28 20. QGIS Development Team. QGIS Geographic Information System. Open Source  
29 Geospatial Foundation. 2015. <http://www.qgis.osgeo.org>. Accessed 20 September  
30 2015.

- 1 21. R Core Team. R: a language and environment for statistical computing, Vienna,  
2 Austria. 2015. <http://www.R-project.org/>. Accessed 28 March 2015.
- 3 22. Lasanta T. Pastoreo en áreas de montaña: Estrategias e impacto en el territorio.  
4 Revista Estudios Geográficos 2010; LXXI: 203-233.
- 5 23. Martín B, Galleano V, Spiller L C, Vilche MS, Montico S. Evaluación de la  
6 productividad primaria de un pastizal templado en Santa Fe, Argentina. Arch Zootec  
7 2011; 60; 965-975.
- 8 24. Franco-Guerra F, Sánchez-Rodríguez M, Hernández J, Villareal Espino-Barros O,  
9 Camacho J, Hernández M. Evolución del comportamiento alimentario de las cabras  
10 criollas en especies arbóreas y arbustivas durante el pastoreo trashumante. México.  
11 Zootecnia Trop 2008; 26: 383-386.
- 12 25. Echavarría-Chairez FG, Iñiguez L, Salinas-González H, Flores-Nájera M, Aw-Hassan  
13 A, Serna-Pérez A, Meza-Herrera A. Hacia un enfoque de investigación participativa  
14 para mejorar los sistemas de producción de caprinos en regiones semi-áridas de  
15 México: Una caracterización socioeconómica y ecológica. Rev Chapingo Ser Cie  
16 2011; 25: 131-146.
- 17 26. González-Camarillo M, Gómez-Montiel NO, Muñoz-Espíritu J, Valencia-Espinoza F,  
18 Gutiérrez-Guillermo D, Figueroa-López HO. Rendimiento de maíz de riego tratado  
19 con zeolita más fertilizantes en el estado de Guerrero. Remexca 2012; 3: 1129-1144.
- 20 27. Williams-Linera G, Manson RH, Isunza VE. La fragmentación del bosque mesófilo  
21 de montaña y patrones de uso del suelo en la región oeste de Xalapa, Veracruz,  
22 México. Madera y Bosques 2002; 8: 73-89.
- 23 28. Vilaboa-Arroniz J, Díaz-Rivera P, Ruiz-Rosado O, Platas-Rosado D, González-  
24 Muñoz S, Juárez-Lagunes F. Caracterización socioeconómica y tecnológica de los  
25 agroecosistemas con bovinos de doble propósito de la región del Papaloapan,  
26 Veracruz, México. Tropical and Subtropical Agroecosystems 2009; 10: 53-62.
- 27 29. Hernández JS, Rodero E, Herrera M, Delgado JV, Bárbara C, Sierra A. La  
28 caprinocultura en la mixteca poblana (México) descripción e identificación de  
29 factores limitantes. Arch Zootec 2001; 50 231-239.

1 30. Márquez W, Márquez J. Municipios con mayor biodiversidad en Veracruz. Rev Mex  
2 de Cienc Forestales 2009; 1:43-50.

3 31. Delfín-Alfonso C, Gallina S, López-González C. Evaluación del hábitat del venado  
4 cola blanca utilizando modelos espaciales y sus implicaciones para el manejo en el  
5 centro de Veracruz, México. Trop Conserv Sci 2009; 2: 215-228.

6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30

1 **Table 3.1** Factors selected for goat production systems associated with their categories and  
 2 ordinal values of favorability.

Factor	Categories (Favorability values <sup>a</sup> )				
ELE (masl)	500-1000 (1)	1000-1500 (2)	1500-2000 (5)	2000-2500 (4)	>2500 (3)
ARR (mm)	0-500 (3)	500-1000 (4)	1000-1500 (5)	1500-2000 (2)	>2000 (1)
AAT (°C)	0- 4 (1)	4-8 (2)	8-12 (3)	12-16 (4)	16-20 (2)
CLIT	C(f) (3)	C(m) (3)	Cb'(m)(f) (2)	BS1kw (1)	BSokw (1)
STEX	Coarse (2)	Medium (3)	Fine (1)		
LUSE	Forests (3)	Jungles (4)	Grasslands (5)	Scrub (2)	Chaparral (1)

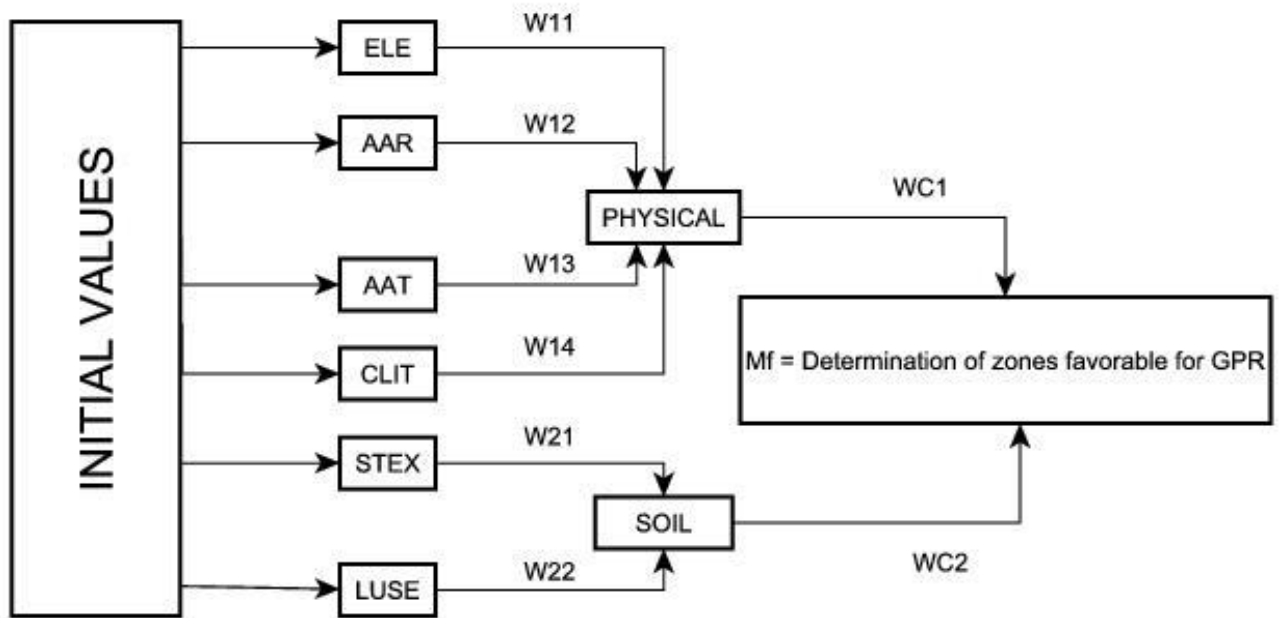
3 <sup>a</sup>Favorability values in a row are ordinal values, with 1 representing the lowest favorability.

4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23



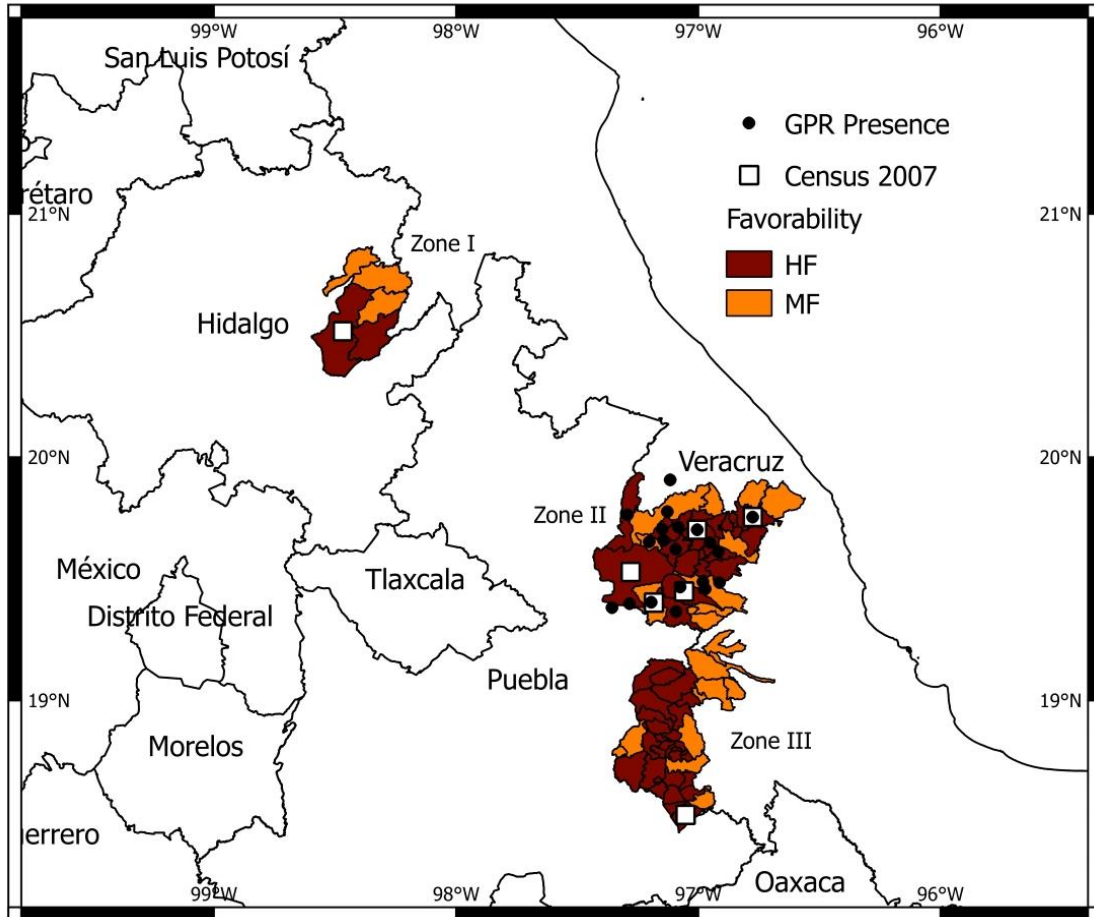
1 **Table 3.2** State zones and area coverage of main municipalities having moderate (MF) and  
 2 high (HF) favorability for goat production systems.

Zone	Favorability	Municipality	Area (km <sup>2</sup> )
I	HF	Huayacocotla	484.6
I	HF	Zacualpan	270.1
I	MF	Zontecomatlán	244.0
I	MF	Texcatepec	208.4
I	MF	Ilamatlán	63.4
II	HF	Perote	548.9
II	HF	Xico	193.7
II	HF	Ixhuacán	153.7
II	HF	Chiconquiaco	144.2
II	HF	Tlacolulan	143.3
II	HF	Jalancingo	138.9
II	MF	Altotonga	357.8
II	MF	Coatepec	218.9
II	MF	Juchique de Ferrer	200.6
II	MF	Ayahualulco	173.7
II	MF	Yecuatla	120.7
III	HF	Coscomatepec	165.9
III	HF	Acultzingo	147.6
III	HF	La Perla	119.0
III	HF	Soledad Atzompa	110.3
III	HF	Alpatláhuac	79.0
III	MF	Huatusco	205
III	MF	Ixtaczoquitlán	145.9
III	MF	Ixhuatlán del Café	141.6
III	MF	Tequila	103.3
III	MF	Maltrata	101.6



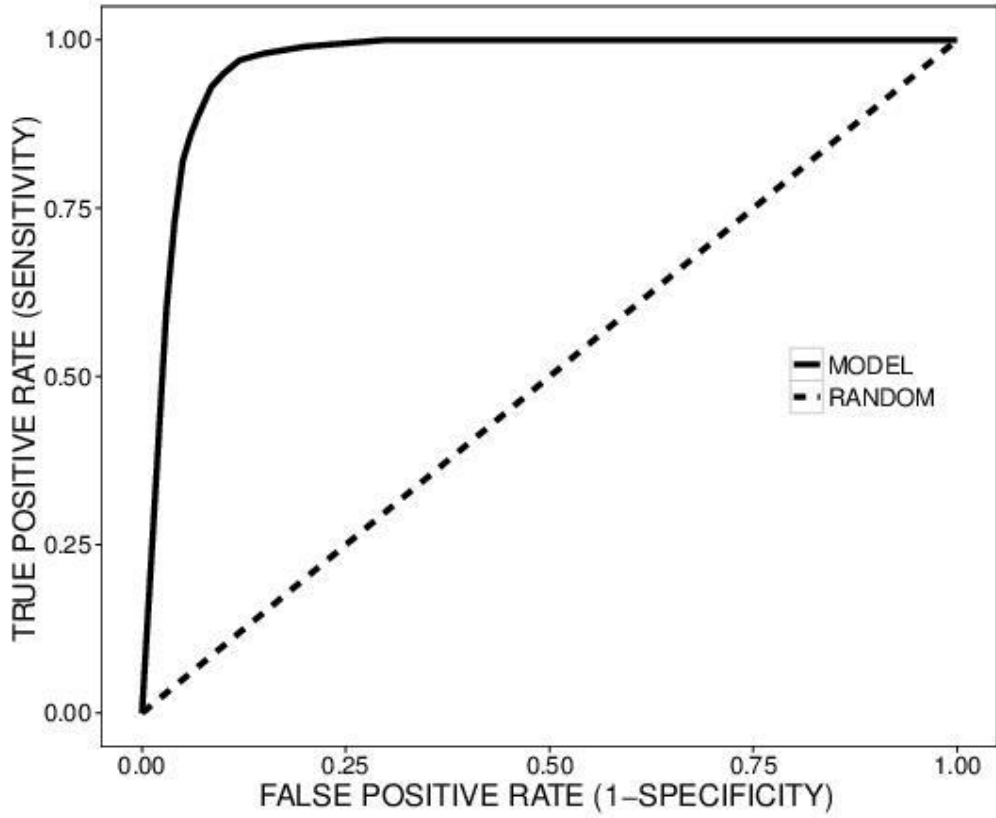
1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15

**Figure 3.1.** Hierarchical process of combining factors to model zones favorable for goat production systems.  $W$  = the weight of each of the layers;  $WC$  = the weight of the composite layers;  $Mf$  is the model of favorability; GPR = goat production systems.



1  
2  
3  
4  
5  
6

**Figure 3.2.** Favorability zones for the establishment of goat production systems in the state of Veracruz. HF = high favorability; MF = moderate favorability. The lines correspond to municipal and state borders. The circles are locations of observed goat production systems and squares correspond to census data.



1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16

**Figure 3.3.** Receiver operating characteristic (ROC) for the goat production system distribution model (continuous line) and for a null random model (dashed line).

1 **Capítulo IV. Variación estacional de la calidad de la leche de cabra producida en la**  
2 **zona montañosa del estado de Veracruz, México.**

3 **Seasonal variation in the quality of goat milk produced in the mountainous State of**  
4 **Veracruz, Mexico.**

5 Emmanuel de Jesús RAMÍREZ-RIVERA<sup>1</sup>, José LOPEZ-COLLADO<sup>1</sup>, Eusebio ORTEGA-  
6 JIMENEZ<sup>1</sup>, Erasmo HERMAN-LARA<sup>2</sup>, José Andrés HERRERA-CORREDOR<sup>3</sup>, Glafiro  
7 TORRES-HERNÁNDEZ<sup>4</sup>, Pablo DÍAZ-RIVERA<sup>1\*</sup>

8 <sup>1</sup>Colegio de Postgraduados Campus Veracruz, Veracruz, México. C.P. 91690.

9 <sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Tuxtepec. Tuxtepec, Oaxaca, México. C.P. 68300.

10 <sup>3</sup>Colegio de Postgraduados Campus Córdoba. Córdoba, Veracruz, México. C.P. 94500.

11 <sup>4</sup>Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C.P.  
12 56230.

13 \*Correspondencia: [pablod@colpos.mx](mailto:pablod@colpos.mx)

14 **Resumen:** El objetivo de esta investigación fue analizar la estacionalidad fisicoquímica y  
15 microbiológica de la leche de cabra del estado de Veracruz, México. Se evaluaron leches  
16 crudas y pasteurizadas en las épocas de lluvias, secas y nortes. Las determinaciones  
17 microbianas realizadas fueron mesófilos aerobios, coliformes totales, *Escherichia coli*,  
18 *Staphylococcus aureus*, *Salmonella ssp* y *Brucella sp* y las determinaciones fisicoquímicas  
19 en g L<sup>-1</sup> fueron proteína, grasa, lactosa, sólidos no grasos (SNG), densidad (kg·m<sup>-3</sup>) y  
20 acidez (g·L<sup>-1</sup> de ácido láctico). Se evaluaron diferentes efectos mediante Modelos lineales  
21 generalizados. Los resultados mostraron la prevalencia de mesófilos aerobios y coliformes  
22 totales en las leches colectadas en las épocas de nortes y lluvias. Los mayores contenidos de  
23 proteína, SNG, lactosa, densidad y acidez se obtuvieron en la época de lluvias y los  
24 contenidos más altos de grasa en la época de secas. Las fluctuaciones mayores  
25 microbiológicas y fisicoquímicas de las leches se presentaron en las épocas de lluvias y  
26 nortes.

27 **Palabras claves:** Calidad fisicoquímica, calidad microbiológica, épocas, UPC

28 **Abstract:** The objective of this research was to analyze the physico-chemical and  
29 microbiological seasonality of goat milk the state of Veracruz, Mexico. Raw milk and  
30 pasteurized evaluated in the rainy season, dry and north wind weather. Microbial

1 determinations were aerobic mesophilic bacteria, total coliforms, *Escherichia coli*,  
2 *Staphylococcus aureus*, *Salmonella ssp* y *Brucella sp* and physicochemical in g L<sup>-1</sup>  
3 determinations were protein, fat, lactose, non-fat solids (NFS), density (kg·m<sup>-3</sup>) and acidity  
4 (gL<sup>-1</sup> de ácido láctico). Different effects were assessed using generalized linear models.  
5 The results showed the prevalence of aerobic mesophilic and total coliforms in milk  
6 collected in the windy and rainy. The higher protein content, NFS, lactose, density and  
7 acidity were obtained in the rainy season and the highest fat content in the dry season.  
8 Microbiological and physicochemical wider fluctuations in milk occurred in the rainy  
9 season and north wind weather.

10 **Keywords:** Physico-chemical quality, microbiological quality, times, GPU

#### 11 **4.1 Introducción**

12 A nivel mundial, la leche de cabra constituye el 2.1% de la producción total de leche y es  
13 producida en áreas geográficas con condiciones climáticas específicas de los países India,  
14 Bangladesh, Sudan, Pakistan, Francia y España (1 -2). Este escenario se presenta en  
15 México, en donde la producción de leche de cabra se concentra principalmente en zonas  
16 áridas y semi-áridas de los Estados de Coahuila, San Luis Potosí, Nuevo León, Guanajuato,  
17 Baja California Sur, Zacatecas, Chihuahua, Durango, Michoacán y Tamaulipas (3). En el  
18 estado de Veracruz la producción láctea caprina está concentrada principalmente en los  
19 municipios de Coatepec, Xico, Perote y Tatatila, en los municipios antes mencionados se  
20 producen aproximadamente 20351 L·día<sup>-1</sup> (3). La calidad final de los quesos artesanales de  
21 cabra está ligada a la composición fisicoquímica de la leche de cabra usada para su  
22 elaboración. Desde el punto de vista nutricional, la leche de cabra se caracteriza por tener  
23 proteínas que son fácilmente digeribles, así como una absorción alta de aminoácidos  
24 necesarios para el organismo (2). Sin embargo, dicho contenido puede variar por diferentes  
25 factores como: el genotipo, la raza, edad, etapa de lactancia; así como las estrategias de  
26 manejo que incluye la alimentación y la producción asociada con la estacionalidad (2 - 4).  
27 En este sentido, la estacionalidad pueden causar problemas en la composición nutricional  
28 de la leche y el rendimiento quesero (5 - 6). Aunque también los factores como la falta de  
29 higiene y las infecciones intra-mamarias pueden inducir pérdidas económicas a los  
30 productores (7). Es por ello, que las unidades de producción extensivas y semi-extensivas

1 aplican la pasteurización tradicional para la eliminación de microorganismos patógenos,  
2 que permite incrementar la vida útil de la leche (8). Por todo lo anterior, el objetivo de esta  
3 investigación fue analizar los efectos de la estacionalidad en la calidad fisicoquímica y  
4 microbiológica de la leche de cabra producida en el estado de Veracruz, México.

## 5 **4.2 Materiales y métodos**

### 6 4.2.1 Unidades de Producción Caprinos

7 Se consideraron cuatro Unidades de producción caprina (UPC) del Sistema Producto  
8 Especie Caprinos de Veracruz, A.C. (SIPECAV). Las UPC pertenecen a los municipios de  
9 la zona montañosa central y el Altiplano del estado de Veracruz. Las razas de cabras Alpina  
10 y Saanen predominan en estas UPC. Las características de cada UPC analizada se muestran  
11 en el Cuadro 4.1.

### 12 4.2.2 Muestras de la leche de cabra

13 La investigación se realizó en las épocas de Lluvias (Septiembre, 2014), Secas (Mayo, 2015)  
14 y nortes (Noviembre, 2015). En este estudio fueron analizadas 72 muestras representativas  
15 de 500 mL de leche (24 muestras por época). Todas las muestras fueron transportadas de  
16 acuerdo al procedimiento descrito en la Norma Oficial Mexicana (9).

### 17 4.2.3 Análisis microbiológico de la leche

18 En todas las muestras de leche se determinaron por triplicado los siguientes parámetros  
19 microbiológicos de acuerdo a los métodos de la AOAC (10): Mesófilos Aerobios (MA)  
20 (método 966.23), Coliformes Totales (CT) y *Escherichia coli* (*E. coli*) (método 991.14) y  
21 *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) (método 2003.08). Las determinaciones de *Salmonella*  
22 *spp* (*S. spp*) y *Brucella melitensis* se realizaron acorde a las Normas Oficiales Mexicanas  
23 NOM-114-SSA1-(11) y NOM-041-ZOO-(12) respectivamente.

### 24 4.2.4 Análisis fisicoquímico de la leche

25 En todas las muestras se determinaron por triplicado los contenidos ( $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) grasa, lactosa,  
26 sólidos no grasos (SNG) y densidad ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) mediante un analizador por ultrasonido  
27 Lactoscan S (Milkotronic Ltd., Nova Zagora, Bulgaria). Para la determinación de la acidez  
28 titulable ( $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  de ácido láctico) ó Acidez se añadió 1 mL de la solución (0.5% p/p) de  
29 fenolftaleína en 10 mL de leche. La mezcla fue titulada con NaOH ( $0.11 \text{ ml L}^{-1}$ ) hasta que la  
30 muestra alcanzó una tonalidad rosa consistente por 5 s (método 947.05 AOAC, 10).

#### 1 4.2.5 Análisis estadísticos

2 Los resultados fueron analizados estadísticamente mediante un procedimiento de Análisis  
3 de Varianza factorial (ANOVA) de Modelos Lineales Generalizados (GLM). El promedio y  
4 la desviación estándar también fueron determinados. Las diferencias significativas entre  
5 medias fueron estimadas mediante la prueba de Tukey a un nivel de  $P < 0.05$ .

6 El modelo estadístico aplicado fue el siguiente:

$$7 \quad Y_{ijkl} = \mu + EP_i + UP_j + TL_k + EP*UP_{ij} + UP*TL_{jk} + EP*TL_{ik} + EP*UP*TL_{ijk} + E_{ijkl}$$

8 Dónde:  $Y_{ijkl}$  = variable de respuesta;  $\mu$  efecto común,  $EP_i$  efecto de la  $i$ -ésima época;  $UP_j$  =  
9 efecto de la  $j$ -ésima UPC;  $TL_k$  = efecto del  $k$ -ésimo tipo de leche;  $EP*UP_{ij}$  = interacción de  
10 la época x UPC;  $UP*TL_{jk}$  = interacción de la UPC x tipo de leche;  $EP*TL_{ik}$  = interacción  
11 época x tipo de leche;  $EP*UP*TL_{ijk}$  = interacción época x UPC x tipo de leche;  $E_{ijkl}$  = Error  
12 aleatorio con media 0 y varianza del error  $\sigma_e^2$ . También se obtuvieron los coeficientes de  
13 determinación  $R^2$  de cada modelo. Utilizando el procedimiento de Modelos Lineales  
14 Generalizados (GLM) del programa estadístico SAS<sup>®</sup> versión 9.4 (SAS Institute Inc.,  
15 2002).

### 16 4.3 Resultados y discusión

#### 17 4.3.1 Análisis microbiológicos

18 Los resultados microbiológicos indicaron la ausencia de *E. coli*, *S. aureus*, *S. ssp.* y *B.*  
19 *melitensis* en todas las leches evaluadas y en las tres épocas consideradas en el estudio. Este  
20 resultado confirma la aplicación de buenas prácticas de ordeña usadas en las diferentes UPC.  
21 Lo cual, es consistente con Tormo et al. (13) donde demostraron que las condiciones de  
22 producción y la época tiene un efecto importante en el perfil microbiológico de las leches de  
23 cabra. El Cuadro 4.2 muestra que todos los efectos evaluados estadísticamente fueron  
24 significativos al 0.01. Las prevalencias de MA en la leche encontradas en las épocas lluvias,  
25 nortes y secas fueron 2.81, 3.61 y 3.22 Log UFC mL<sup>-1</sup>, respectivamente. Mientras que los  
26 CT encontrados fueron de 1.17, 2.52 y 1.96 Log UFC mL<sup>-1</sup> para el mismo orden de épocas.  
27 Estos resultados son diferentes a los presentados por Torm et al. (13) en donde obtuvieron  
28 valores bajos de MA y CT (0.23 y 1.17 Log UFC mL<sup>-1</sup> respectivamente) en leches de cabra  
29 producidas en UP de Francia durante el mes de febrero; esta discrepancia puede deberse a  
30 las diferentes condiciones de producción y de temperaturas que influyen en la multiplicación



1 microbiana. A nivel de UP, solamente el 50% de las leches analizadas presentaron  
2 evidencias de MA, en este sentido las leches producidas en las UP Luis y Hnos Enríquez  
3 exhibieron el mayor conteo microbiano de MA (3.2 y 3.73 Log UFC mL<sup>-1</sup>) a comparación  
4 de las leches de las UP Donelo y RRF quienes tuvieron conteos de MA < 3 Log UFC mL<sup>-1</sup>.  
5 La interacción *EP\*UPC* mostró que las leches crudas de las UP Luis y Hnos. Enríquez  
6 producidas en la época de nortes (4.18 y 4.50 Log UFC mL<sup>-1</sup>) y lluvias (5.16 y 4.12 Log  
7 UFC mL<sup>-1</sup>) presentaron el mayor contenido de MA. Para CT el mayor conteo se presentó en  
8 la época de nortes y en las leches crudas producidas en las UP de Coatepec (4.10 Log UFC  
9 mL<sup>-1</sup>) y Hnos. Enríquez (4.27 Log UFC mL<sup>-1</sup>). Los resultados mostrados coinciden con los  
10 reportados por Delgado-Pertiñez et al. (14) quienes observaron la mayor incidencia de  
11 bacterias MA y CT en los meses de diciembre, enero y febrero (4.94, 5.09 y 4.92 Log UFC  
12 mL<sup>-1</sup>) pertenecientes a la época de nortes. El efecto *TILE* mostró el impacto positivo de la  
13 pasteurización de la leche y por lo tanto una reducción de la carga microbiana de MA (4.00 a  
14 2.43 Log UFC mL<sup>-1</sup>) y CT (2.52 a 1.25 Log UFC mL<sup>-1</sup>). La interacción *EP\*TILE* evidenció  
15 que la mayor incidencia microbiológica de MA en leches crudas se presentaron en las  
16 épocas de nortes (4.24 Log UFC mL<sup>-1</sup>) y secas (3.92 Log UFC mL<sup>-1</sup>); sin embargo posterior  
17 a la pasteurización, la carga de MA fueron 2.52 y 2.99 Log UFC mL<sup>-1</sup> para las mismas  
18 épocas. Las cargas de MA en las leches pasteurizadas y usadas para la elaboración de quesos  
19 artesanales están por debajo del límite 4.47 Log UFC mL<sup>-1</sup> establecido por la NOM-091-  
20 SSA1-(15). La reducción de MA demuestra el impacto positivo del tratamiento térmico de la  
21 leche (16). Las cargas más altas de CT en leches crudas fueron 4.04 y 3.18 Log UFC mL<sup>-1</sup>  
22 (épocas de nortes y secas, respectivamente), este resultado fue reducido a valores de 1.00 y  
23 0.74 Log UFC mL<sup>-1</sup> para las mismas épocas. Los cargas microbianas posterior a la  
24 pasteurización se encuentran en el límite máximo (1.00 Log UFC mL<sup>-1</sup>) establecido en la  
25 NOM-243-SSA1-(17). Solamente en la época de lluvias se encontró un efecto contrario,  
26 donde la leche cruda presentó menor carga de CT (0.35 Log UFC mL<sup>-1</sup>) respecto a la leche  
27 pasteurizada (1.99 Log UFC mL<sup>-1</sup>). Esta posible contaminación post-pasteurización pudo  
28 deberse por la falta de limpieza y desinfección en equipos, utensilios, así como los tiempos  
29 prolongados superiores a 48 h de almacenamiento a temperatura ambiente (18). La Figura  
30 4.1 muestra las interacciones gráficas *UPC\*TILE* y *EP\*UPC\*TILE* en donde se observa que

1 las leches crudas y pasteurizadas de las UP Luis y Hnos. Enríquez presentaron mayores  
2 incidencias en MA, principalmente en las épocas de lluvias y nortes. En el caso de CT las  
3 UP antes mencionadas también presentan las mayores deficiencias higiénicas en ambas tipos  
4 de leches y principalmente en las épocas de lluvias y nortes. Estos resultados pudieron ser  
5 generados por la humedad y temperatura disponible en el ambiente que favorecen el  
6 desarrollo exponencial de los MA y CT.

#### 7 4.3.2 Análisis fisicoquímicos de las leches.

8 El Cuadro 4.3 muestra los efectos e interacciones analizados para las variables  
9 fisicoquímicas. El efecto EP confirmó que los mayores contenidos de grasa, SNG, proteína  
10 (PRO) y lactosa (LAC) se presentaron en la época de nortes seguido de las épocas de  
11 lluvias (Figura 1). Este resultado es consistente con los hallazgos de Mayer y Fiechter, (19)  
12 donde se observa un incremento de los contenidos, en las épocas antes mencionadas en  
13 leches producidas en UP de Austria. De acuerdo con Midau et al. (4) en estas épocas las  
14 cabras muestran su mejor desempeño productivo. De acuerdo con Steinshamn et al. (20) las  
15 diferencias de la composición nutrimental de las leches entre épocas puede deberse a la  
16 calidad de la pastura y al consumo energético de las cabras para su locomoción en  
17 búsqueda de forraje. El mayor contenido de acidez (ACI) se presentó en las épocas de  
18 lluvias y nortes ( $2.25$  y  $2.08 \text{ g L}^{-1}$ , respectivamente) y con decremento en la época de secas  
19 ( $1.70 \text{ g L}^{-1}$ ), este parámetro puede estar asociado con el incremento de crecimiento  
20 microbiana generado en las épocas de lluvias y nortes. Los valores de densidad no  
21 presentaron mucha variabilidad de entre épocas ( $1022.60$ ,  $1023.29$  y  $1022.82 \text{ kg m}^{-3}$  épocas  
22 de lluvias, nortes y secas, respectivamente). Los valores de densidad encontrados son  
23 consistentes con Iancu (21) y Chen et al. (6) quienes evaluaron leches de cabra de Rumania  
24 y Noruega y reportaron rangos de densidad de  $1.029 - 1.033$  y  $1.028 \text{ kg m}^{-3}$ ,  
25 respectivamente. El efecto UPC determinó que los contenidos de grasa de las leches  
26 producidas en las UP Donelo y RRF ( $50.04$  y  $61.21 \text{ g L}^{-1}$ , respectivamente) son superiores a  
27 los encontrados en las UP Luis y Hnos. Enríquez ( $44.0$  y  $43 \text{ g L}^{-1}$ , respectivamente). Las  
28 diferencias en los contenidos de grasa de las leches están relacionadas con el tipo de  
29 alimentación suministrada en las UP. De acuerdo con Park et al. (22) y Salvador et al. (23)  
30 la alimentación diversificada y el uso del bagazo de naranja en la dieta de las cabras

1 contribuyen al incremento del contenido graso en la leche. Los contenidos mayores de  
2 SNG, PRO y LAC se obtuvieron en las leches de las UP Donelo (73.21, 24.16 y 41.76 g L<sup>-1</sup>  
3 <sup>1</sup>, respectivamente), Hnos. Enríquez (72.40, 24.25 y 40.97 g L<sup>-1</sup>, respectivamente) y Luis  
4 (73.73, 24.69 y 41.73 g L<sup>-1</sup>, respectivamente). Mientras que la leche producida en la UP  
5 RRF presentó los contenidos más bajos de SNG, PRO y LAC (65.90, 20.86 y 38.46 g L<sup>-1</sup>,  
6 respectivamente). Este resultado puede atribuirse al uso de forrajes de calidad deficiente y a  
7 los gastos energéticos de las cabras derivados en el pastoreo (22, 24). Los valores de  
8 densidad de las leches de las UP Donelo (1023.54 kg m<sup>-3</sup>), Hnos. Enríquez (1023.54 kg m<sup>-3</sup>)  
9 <sup>3</sup>) y Luis (1023.54 kg m<sup>-3</sup>) estuvieron próximos al valor de 1028 kg m<sup>-3</sup> propuesto por Park  
10 et al. (22); siendo la leche de la UP RRF quien exhibió el valor más bajo (1020.25), esto  
11 pudo estar asociado al posible estado avanzado de lactancia de las cabras (22). Los mayores  
12 valores de acidez fueron determinados en las leches UP Hnos. Enríquez y RRF (2.16 y 2.07  
13 g L<sup>-1</sup> de ácido láctico) caso contrario a las leches de las UP Donelo y Luis (1.94 y 1.85 g L<sup>-1</sup>  
14 de ácido láctico). Los valores de acidez de este estudio son superiores al valor de 1.5 g L<sup>-1</sup>  
15 de ácido láctico observado por Chacón-Villalobos y Pineda-Castro (25). La interacción  
16 *EP\*UPC* confirma que los mayores contenidos de grasa encontrados en la época de nortes  
17 se obtuvieron en las UP Hnos. Enríquez, Luis y RRF (46.46, 46.78 y 73.91 g L<sup>-1</sup>,  
18 respectivamente), mientras que el mayor contenido graso en la leche de la UP Donelo se  
19 observó en la época de lluvias (53.71 g L<sup>-1</sup>). Los contenidos altos de SNG, PRO y LAC en  
20 las leches de las UP Donelo (76.10, 25.01 y 43.51 g L<sup>-1</sup>, respectivamente), Enríquez (76.80,  
21 26.20 y 43.03 g L<sup>-1</sup>, respectivamente) y Luis (79.03, 26.51 y 44.66 g L<sup>-1</sup>, respectivamente)  
22 se obtuvieron en la época de lluvias a diferencia de la leche de la UP RRF quien mostró  
23 este mismo efecto en la época de secas (74.23, 24.26 y 42.60 g L<sup>-1</sup>, respectivamente). La  
24 acidez tuvo un comportamiento similar en todas las leches para la época de lluvias, siendo  
25 las leches de las UP Donelo y Hnos. Enríquez quienes tuvieron valores de 2.4 g L<sup>-1</sup> de ácido  
26 láctico, mientras que el resto de las leches oscilaron entre 2.03 – 2.06 g L<sup>-1</sup> de ácido láctico.  
27 Los valores de densidad encontrados en las leches de las UP Donelo, Hnos. Enríquez y  
28 Luis, producidas en diferentes épocas mostraron una misma tendencia a disminuir, en este  
29 sentido, en la época de lluvias se mostró la mayor densidad (1025 – 1024 kg m<sup>-3</sup>) seguida  
30 de nortes 1022 – 1023 kg m<sup>-3</sup>) y por último la época de secas (1021 – 1023 kg m<sup>-3</sup>). En el

1 caso de la leche de la UP RRF presentó una tendencia inversa a lo antes comentado. El  
2 efecto TILE y la interacción *EP\*TILE* mostraron un efecto importante en todas las  
3 variables analizadas con excepción de la variable acidez (Cuadro 4.3). En este sentido, se  
4 observaron aumentos ligeros post-pasteurización en grasa (48.32 vs 50.83 gL<sup>-1</sup>), SNG  
5 (70.80 vs 71.81 gL<sup>-1</sup>), proteína (23.38 vs 23.60 gL<sup>-1</sup>), lactosa (40.37 vs 41.08 gL<sup>-1</sup>) y  
6 densidad (1022.79 vs 1023.0 kg m<sup>-3</sup>). De acuerdo con Chacon, (26) los tratamientos  
7 térmicos de leche (65°C por 0.5h) provocan ligeros aumentos en los parámetros  
8 mencionados y que a su vez modifican la densidad de la leche. Sin embargo, la interacción  
9 *EP\*TILE* confirmó que los contenidos mayoritarios de grasa, SNG, proteína, lactosa y  
10 densidad se presentaron en ambos tipos de leches crudas y pasteurizadas en las épocas de  
11 nortes y lluvias. La interacción *UPC\*TILE* confirmó los ligeros aumentos en todos los  
12 parámetros fisicoquímicos evaluados incluyendo la acidez, siendo las leches crudas y  
13 pasteurizadas de las UP Donelo (1.85 a 2.03 gL<sup>-1</sup> de ácido láctico) y RRF (2.05 a 2.1 gL<sup>-1</sup>  
14 de ácido láctico) las que mostraron este efecto. Chacon, (26) mencionó que la  
15 pasteurización también puede contribuir al aumento de la acidez. Las Figuras de 4.3 al 4.5  
16 muestra la interacción gráfica *EP\*UP*. Se observa que los mayores contenidos de grasa  
17 encontrados en la época de secas corresponden a la leche producida en la UP de RRF  
18 (68.47 - 71.40 gL<sup>-1</sup>) para ambas tipos de leches (Figura 4.3a), este resultado ha sido  
19 mencionado en otras investigaciones (2, 27) encontraron que la alimentación diversificada  
20 contribuye a un menor balance energético del animal, esto provoca una movilización de la  
21 grasa corporal para la síntesis de la grasa de la leche. Por su parte Todaro et al. (27)  
22 indicaron que la producción alta de grasa de la leche en la época de secas se debe a que hay  
23 mayor disponibilidad de pasturas ricas en proteínas. Morand-Fehr et al. (28) mencionaron  
24 que el contenido alto de grasa en la leche es generado cuando hay mayor proporción de  
25 forraje natural en la dieta. Los contenidos altos de SNG (73.10 - 85.10 g L<sup>-1</sup>), proteína  
26 (24.17 - 28.70 gL<sup>-1</sup>), lactosa (41.27 - 48.07 g L<sup>-1</sup>) y densidad (1023.59 - 1028.06 kg m<sup>-3</sup>) se  
27 presentaron en las épocas de lluvias y nortes. Siendo las UPC Donelo, Luis y Hnos.  
28 Enríquez en donde se obtuvieron las concentraciones más altas de los componentes antes  
29 mencionados (Figuras 3b, 4 a-b y 5 a-b). Los resultados mencionados son consistentes con  
30 la investigación de Fedaku et al. (5) donde se muestran los mayores contenidos de proteína,

1 principalmente para la leche de cabra de Estados Unidos y producida en los meses de  
2 septiembre a octubre. Grymley et al. (29) definieron una relación inversa entre el contenido  
3 de grasa y la lactosa para una misma época, en otras palabras los contenidos de lactosa  
4 encontradas en las épocas de lluvias y nortes son mayores al contenido graso en las mismas  
5 épocas. El mayor nivel de acidez se obtuvo en la época de lluvias y en las UPC de sistema  
6 intensivo y estabulado Donelo (2.21-2.70 gL<sup>-1</sup> de ácido láctico) y Hnos. Enríquez (2.47-  
7 2.40 g L<sup>-1</sup> de ácido láctico) para ambos tipos de leche, respectivamente. Los contenidos de  
8 SNG, lactosa, densidad y acidez son similares a los reportados por Park et al. (22) de SNG  
9 (89 g L<sup>-1</sup>), lactosa (41 g L<sup>-1</sup>), densidad (1.029-1.039 kg m<sup>-3</sup>) y acidez (1.4-2.3 g L<sup>-1</sup> de ácido  
10 láctico). Los resultados de esta investigación confirman el uso de buenas prácticas de  
11 ordeña aplicadas en la producción de leche de cabra de la zona analizada. No se encontró  
12 evidencia de agentes patógenos y las mayores incidencias microbiológicas fueron por MA y  
13 CT leches crudas producidas en las épocas de lluvias y nortes. Lo cual, es resultado del  
14 tratamiento térmico aplicado a la leche de cabra. Los contenidos mayores de SNG, proteína,  
15 lactosa y densidad se presentaron en las épocas de lluvias y nortes. En el caso del contenido  
16 graso este fue encontrado en la época de secas.

#### 17 **Agradecimientos**

18 Esta investigación fue apoyada por el Colegio de Postgraduados a través del Fideicomiso  
19 de Administración e Inversión No. 167304 y por el Consejo Nacional de Ciencia y  
20 Tecnología (CONACYT) institución financiadora de la beca doctoral del primer autor.

#### 21 **4.4 Referencias**

- 22 1. Escareño L, Salinas-Gonzalez H, Wurzinger M, Iñiguez L, Sölkner J, Meza-Herrera  
23 C. Dairy goat production system. Trop Anim Health Prod 2013; 45: 17-34.
- 24 2. Brodziak A, Król J, Barłowska J, Litwinczuk Z. Effect of production season on  
25 protein fraction content in milk of various breeds of goats in Poland. Int J Dairy Sci  
26 2014; 67: 410-419.
- 27 3. I INEGI. Censos Agropecuarios. 2007.  
28 <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/agro/default.aspx>, Accesado 24  
29 Abril 2016.

- 1 4. Midau A, Kibon A, Motuppa S.M, Augustine C. Influence of season on milk yield  
2 and milk composition of Red Sokoto Goats in Mubi Area of Adamawa State,  
3 Nigeria. *Int J Dairy Sci* 2010; 5: 135-141.
- 4 5. Fedaku B, Soryal K, Zeng S, Van Hekken D, Bah B, Villaquiran M. Changes in goat  
5 milk composition during lactation and their effect on yield and quality of hard and  
6 semi-hard cheese. *Small Rumin Res* 2005; 59: 55-63.
- 7 6. Chen B, Lewis M, Grandison SA. Effect of seasonal variation on the composition and  
8 properties of raw milk destined for processing in the UK. *Food Chem* 2014; 158: 216-  
9 223.
- 10 7. Goestch AL, Zeng SS, Gipson TA. Factors affecting goat milk production and  
11 quality. *Small Rumin Res* 2011; 101: 55-63.
- 12 8. Gaucher I, Boubellouta T, Beaucher E, Piot M, Gaucheron F, Dufour E. Investigation  
13 of the effects of season, milking region, sterilization process and storage conditions  
14 on milk and UTH milk: physico-chemical characteristics: a multidimensional  
15 statistical approach. *Dairy Sci Technol* 2008; 88: 291-312.
- 16 9. NOM-109-SSA1. Norma Oficial Mexicana. Toma, manejo y transporte de muestras  
17 de alimentos para análisis microbiológico. DF, México: Secretaría de Salubridad y  
18 Asistencia; 1994.
- 19 10. AOAC. Official Methods of Analysis. 18th ed. Washington, DC, USA: Association  
20 of Official Analytical Chemists International; 2000.
- 21 11. NOM-114-SSA1 Norma oficial Mexicana. Determinación de Salmonella en  
22 alimentos. DF, México: Secretaría de Salubridad y Asistencia; 1994.
- 23 12. NOM-041-ZOO. Norma Oficial Mexicana. Campaña nacional contra Brucelosis. DF,  
24 México: Secretaría de Salubridad y Asistencia; 1995.
- 25 13. Tormo H, Agabriel C, Lopez C, Ali Haimoud Lekhal D, Roques C. Relationship  
26 between the production contions of goat´s milk and the microbial profiles of milk. *Int*  
27 *J Dairy Sci* 2011; 6: 13-28.
- 28 14. NOM-091-SSA. Norma Oficial Mexicana. Leche. Especificaciones Sanitarias. DF,  
29 México: Secretaría de Salubridad y Asistencia; 1995.

- 1 15. Delgado-Pertiñez M., Alcalde MJ, Guzmán-Guerrero JL, Castel JM, Mena Y,  
2 Caravaca F. Effect of hygiene-sanitary management on goat milk quality in semi-  
3 extensive systems in Spain. *Small Rumin Res* 2003; 47: 51-61.
- 4 16. Kousta M, Matargas M, Skandamis P, Drosinos EH. Prevalence and source of chees  
5 contamination with pathogens at farm and processing levels. *Food Control* 2010; 21:  
6 805-815.
- 7 17. NOM-243-SSA1. Norma Oficial Mexicana. Leche. Especificaciones sanitarias. DF,  
8 México: Secretaría de Salubridad y Asistencia; 2010.
- 9 18. Yamazi, AK, Scatamburlo MT, Quintana CV, Konrad BRC, Augusto LN. Long cold  
10 storage influences the microbiological quality of raw goat milk. *Small Rumin Res*  
11 2013; 113:205-210.
- 12 19. Mayer H.K, Fiechter G. Physicochemical characteristics of goat's milk in Austria-  
13 seasonal variations and differences between six breeds. *Dairy Sci Technol* 2012;  
14 92:167-177.
- 15 20. Steinsham H, Inglingstad R.A, Ekeberg D, Mølmann J, Jørgensen M. Effect of  
16 forage type an season on Norwegian dairy goat milk production nad quality. *Small*  
17 *Rumin Res* 2014; 122: 18-30.
- 18 21. Iancu, R., Monitoring goat milk physico-chemical composition during season using  
19 Analyzer Ekomilk Total, *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*, Cluj-  
20 Napoca, 2010, vol xv, issues 2.
- 21 22. Park YM, Juárez M, Ramos M, Haenlein GFW. Physico-chemical characteristics of  
22 goat and sheep milk. *Small Rumin Res* 2007; 68: 88-113.
- 23 23. Salvador A, Igual M, Contreras C, Martínez-Navarrete N, Del Mar-Camacho M.  
24 Effect of the inclusion of citrus pulp in the diet of goats on cheese characteristics.  
25 *Small Rumin Res* 2014; 121: 361-367.
- 26 24. Inglingstad RA, Steinshamn H, Dagnachew BS, Valentin B, Criscione A, Rukke EO,  
27 Devold TG, Skeie SB, Vegarud GE. Grazing season and forage type influence goat  
28 milk composition and rennet coagulation properties. *J Dairy Sci* 2014; 97: 3800-3814.

- 1 25. Chacón-Villalobos A, Pineda-Castro M. Características químicas, físicas y  
2 sensoriales de un queso de cabra adaptado del tipo “Crottin de Chavignol”. Agron  
3 Mesoam 2009; 20: 297-309.
- 4 26. Chacón-Villalobos A. Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*Capra hircus*) y  
5 sus variaciones en el proceso agroindustrial. Agron Mesoam 2005; 16:239-252.
- 6 27. Todaro M, Scatassa M.L, Giaccone P. Multivariate factor analysis of Girgentana goat  
7 milk composition. Ital J Anim Sci 2005; 4: 403-410.
- 8 28. Morand-Fehr P, Fedele V, Decandia M, Le Frileux Y. Influence of farming and  
9 feeding system on composition an quality of goat and sheep milk. Small Rumin Res  
10 2007; 68: 20-34.
- 11 29. Grimley H, Grandinson A, Lewis M. Changes in milk composition and processing  
12 properties during the spring flush period. Dairy Sci Technol 2009; 89: 405-416.
- 13



1 **Cuadro 4.1.** Procedencia de las leches y condiciones agroecológicas de las UPC.

UPC y Municipio	Precipitación promedio anual (mm)	Altitud (msnm)	Temperatura promedio anual (°C)	Tipo de alimentación caprino
Dónelo <sup>□</sup> , Coatepec	1,500	1,208	18	Morera ( <i>Morus alba</i> ), bagazo de naranja ( <i>Citrus sinensis</i> ), Pasto Taiwan <i>Peninisetum purpurem</i> ).
Don Luis <sup>•</sup> , Coatepec	1,500	1,239	18	Diversificado, bejuco ( <i>Cissu verticillata</i> y King grass ( <i>Saccharum sinense</i> ).
Hnos. Enríquez <sup>□</sup> , Perote	493.6	2,400	12	Alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> ) y rastrojo de maíz ( <i>Zae mays</i> ).
Rincón del Rio Frio, Tatatila <sup>•</sup>	1,346	1,867	20	Bellotas ( <i>Quercus ilex</i> ), pastos Kikuyo ( <i>Pennisetum clandestinum</i> ) y Lolio ( <i>Lolium multiflorum</i> )

2 Sistema Intensivo con alimentación específica y cabras estabuladas; • Sistema semi-  
3 intensivo (con alimentación diversificada y cabras en pastoreo).

- 4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17

1 **Cuadro 4.2.** Análisis de varianza de las variables microbiológicas.

FV	GL	CM <sub>MA</sub>	CM <sub>CT</sub>
Modelo	23	6.07**	10.56**
Error	48	0.005	0.002
EP	2	3.82**	10.97**
UPC	3	15.90**	15.92**
<i>EP*UPC</i>	1	3.52**	4.39**
TILE	6	44.46**	29.42**
<i>EP*TILE</i>	2	1.12**	38.89**
<i>UPC*TILE</i>	3	3.49**	9.54**
<i>EP*UPC*TILE</i>	6	1.005**	1.83**
R <sup>2</sup>		0.99	0.99

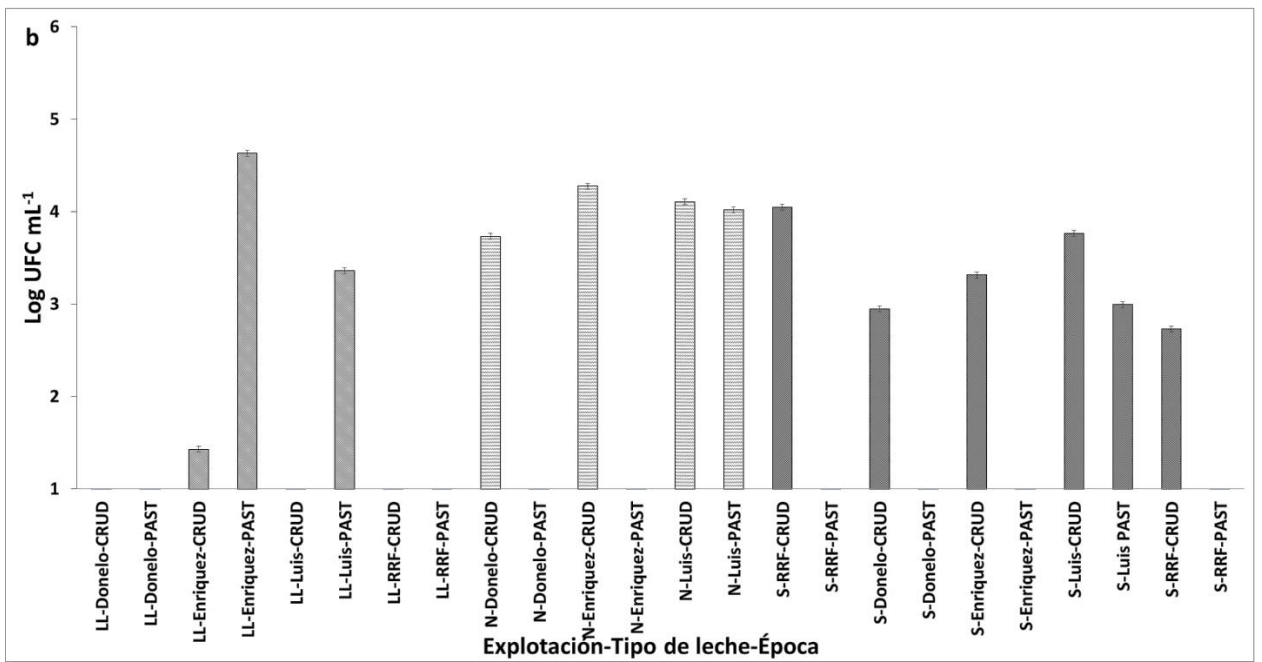
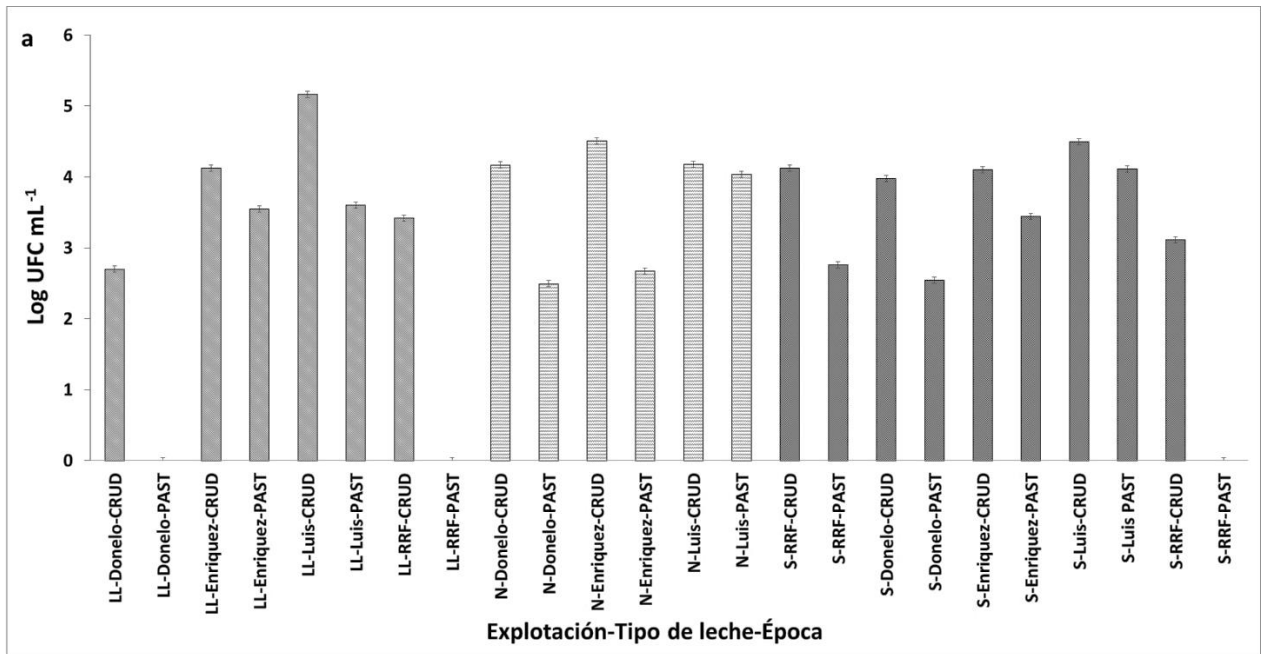
2 FV = Fuente de Variación; GL = Grados de libertad; CM = Cuadrado medio; EP = Época;  
 3 UPC = unidad de producción caprina; EP\*UPC = Interacción época x unidad de  
 4 producción; TILE = Tipo de leche; EP\*TILE = Interacción época x Tipo de leche  
 5 UPC\*TILE= Interacción Unidad de producción x Tipo de leche; EP\*UPC\*TILE =  
 6 Interacción Época x Unidad de producción x Tipo de leche; MA = Mesófilos aerobios; CT  
 7 = Coliformes Totales; \* = P < 0.05; \*\* = P < 0.01; ns = No significativo.

8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21

1 **Cuadro 4.3.** Análisis de varianza de las variables fisicoquímicas.

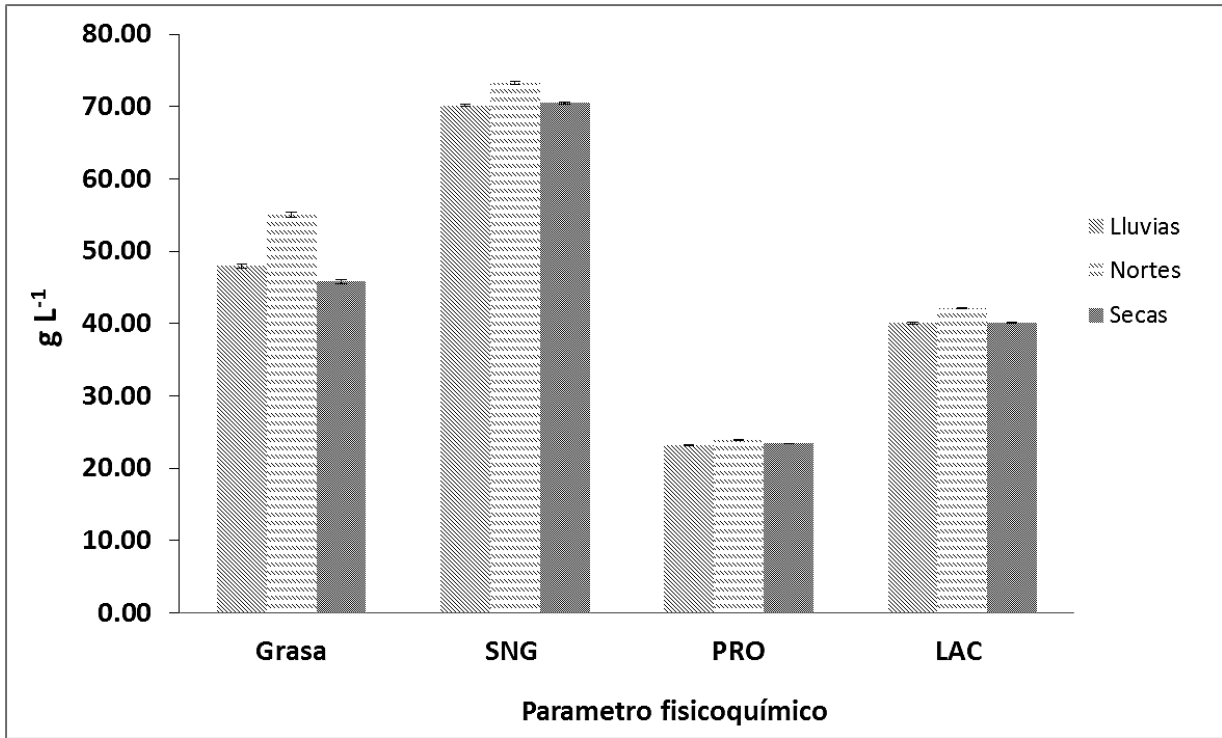
FV	GL	CM <sub>GRA</sub>	CM <sub>DEN</sub>	CM <sub>SNG</sub>	CM <sub>PRO</sub>	CM <sub>LAC</sub>	CM <sub>ACI</sub>
Modelo	23	296.98 <sup>**</sup>	26.54 <sup>**</sup>	194.01 <sup>**</sup>	27.29 <sup>**</sup>	56.57 <sup>**</sup>	0.49 <sup>**</sup>
Error	48	2.31	0.05	0.57	0.05	0.22	0.01
EP	2	563.95 <sup>**</sup>	2.98 <sup>**</sup>	70.80 <sup>**</sup>	3.53 <sup>**</sup>	32.82 <sup>**</sup>	1.89 <sup>**</sup>
UPC	3	1254.97 <sup>**</sup>	57.05 <sup>**</sup>	239.85 <sup>**</sup>	56.43 <sup>**</sup>	43.72 <sup>**</sup>	0.33 <sup>**</sup>
<i>EP*UPC</i>	1	198.26 <sup>**</sup>	63.79 <sup>**</sup>	525.70 <sup>**</sup>	66.32 <sup>**</sup>	158.89 <sup>**</sup>	0.83 <sup>**</sup>
TILE	6	113.25 <sup>**</sup>	0.81 <sup>**</sup>	18.40 <sup>**</sup>	0.84 <sup>**</sup>	9.10 <sup>**</sup>	0.01 <sup>ns</sup>
<i>EP*TILE</i>	2	16.56 <sup>*</sup>	0.54 <sup>**</sup>	3.05 <sup>**</sup>	0.55 <sup>**</sup>	0.96 <sup>*</sup>	0.04 <sup>ns</sup>
<i>UPC*TILE</i>	3	3.28 <sup>ns</sup>	9.57 <sup>**</sup>	73.64 <sup>**</sup>	10.05 <sup>**</sup>	21.48 <sup>**</sup>	0.07 <sup>**</sup>
<i>EP*UPC*TILE</i>	6	98.67 <sup>**</sup>	3.32 <sup>**</sup>	33.58 <sup>**</sup>	3.52 <sup>**</sup>	12.59 <sup>**</sup>	0.20 <sup>**</sup>
R <sup>2</sup>		0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.95

- 2 FV = Fuente de Variación; GL = Grados de libertad; CM = Cuadrado medio; EP = Época;  
3 UPC = unidad de producción caprina; EP\*UPC = Interacción época x unidad de  
4 producción; TILE = Tipo de leche; EP\*TILE = Interacción época x Tipo de leche  
5 UPC\*TILE= Interacción Unidad de producción x Tipo de leche; EP\*UPC\*TILE =  
6 Interacción Época x Unidad de producción x Tipo de leche; GRA = Grasa; DEN =  
7 Densidad; SNG =Sólidos no grasos; PRO = Proteína; LAC = Lactosa; ACI = Acidez; \* = P  
8 < 0.05; \*\* = P < 0.01; ns = No significativo.  
9



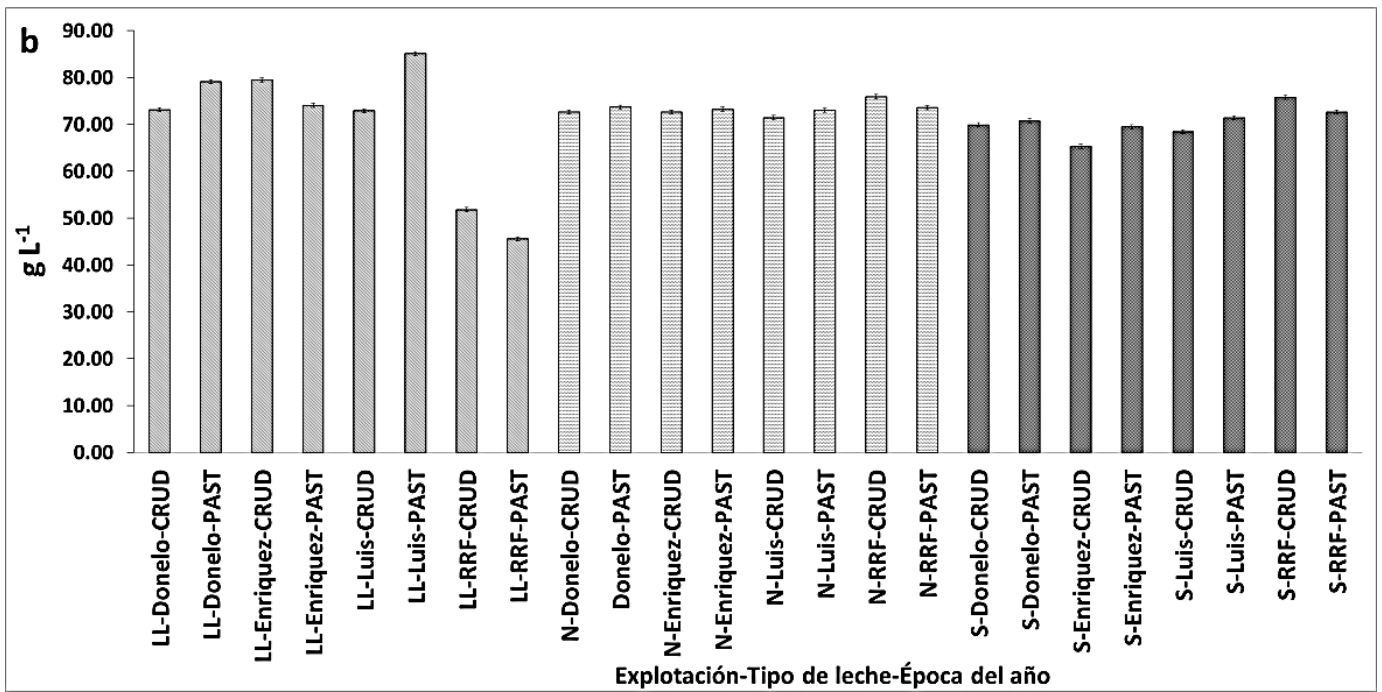
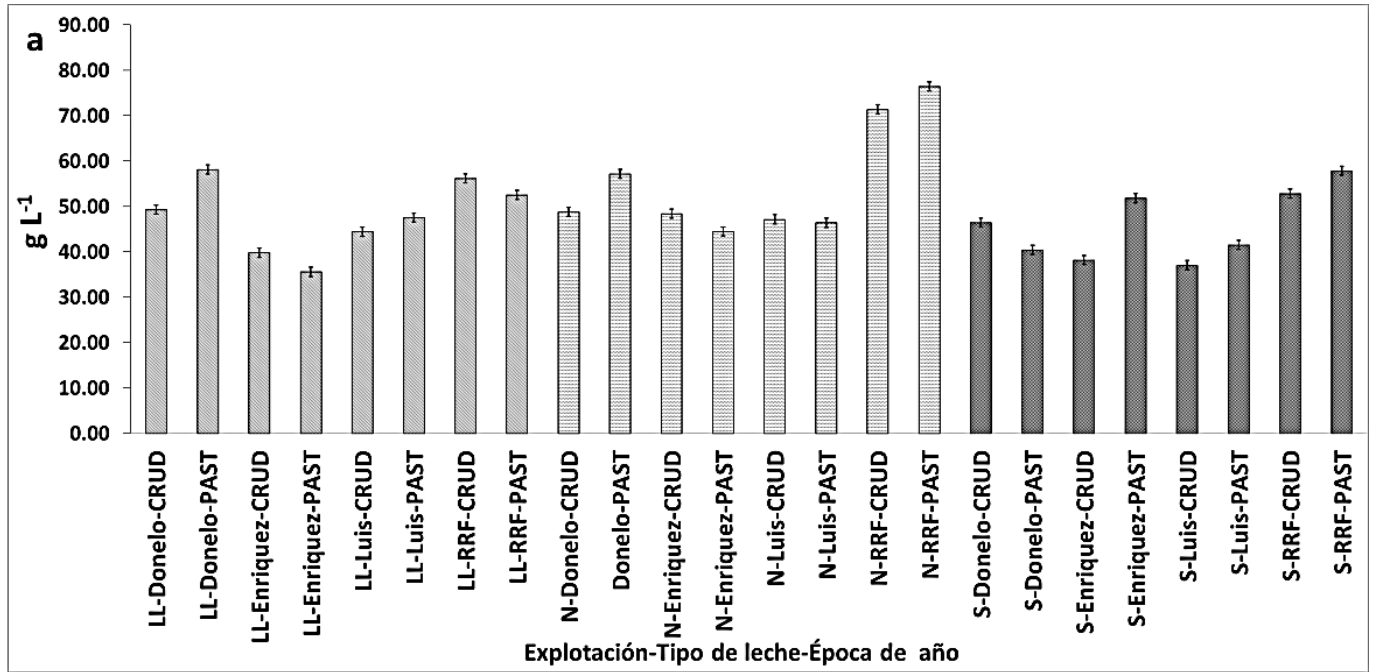
1  
2  
3  
4  
5  
6

**Figura 4.1.** a) Mesófilos aerobios y b) Coliformes totales.  
LL = época de lluvias; N = época de norte; S = época de secas.

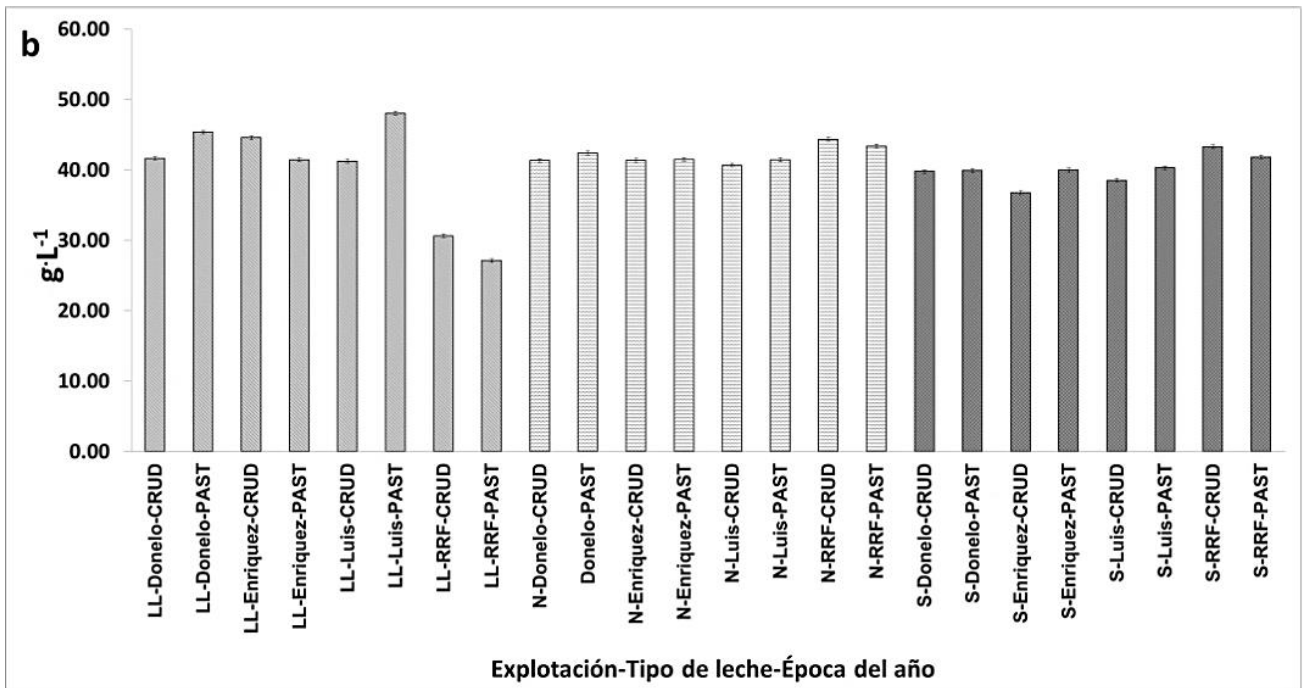
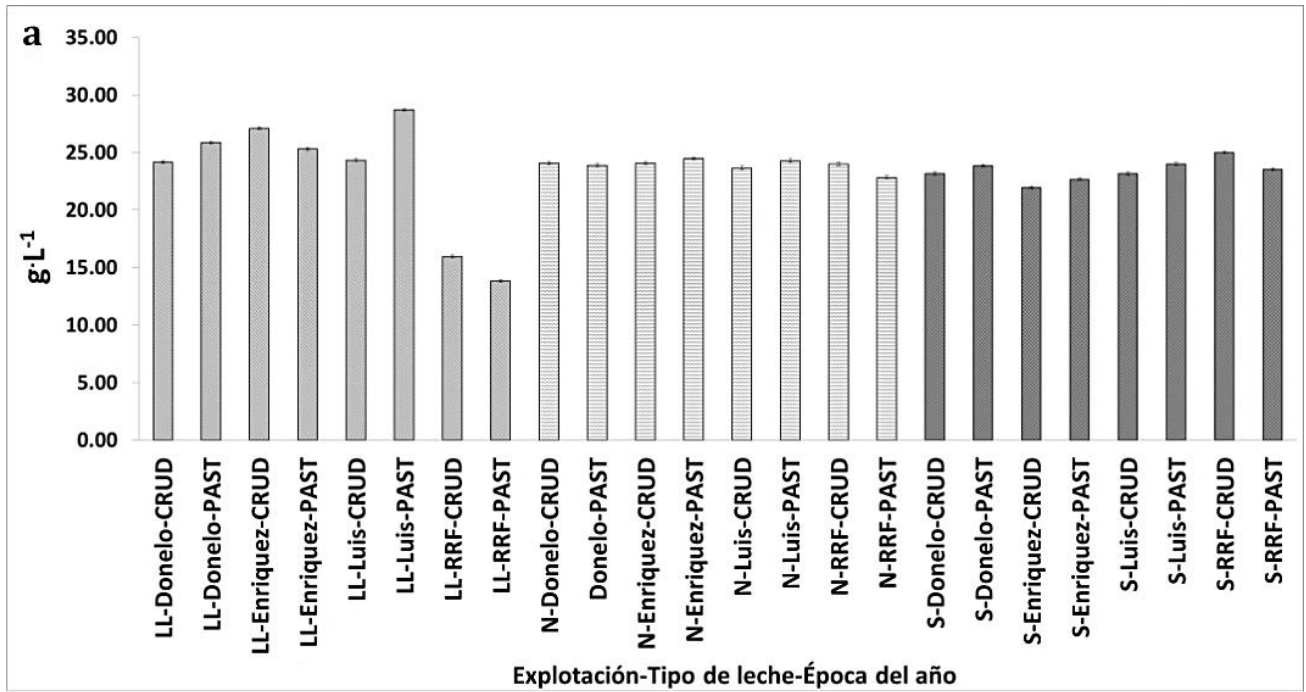


1

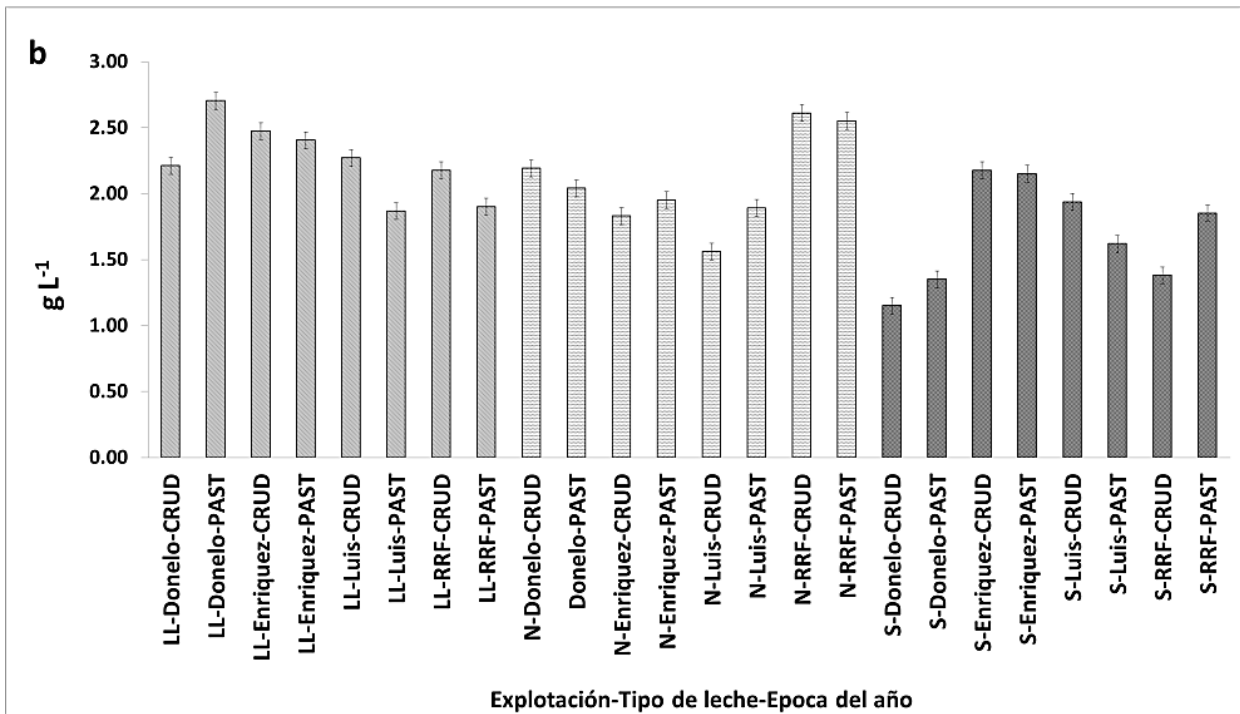
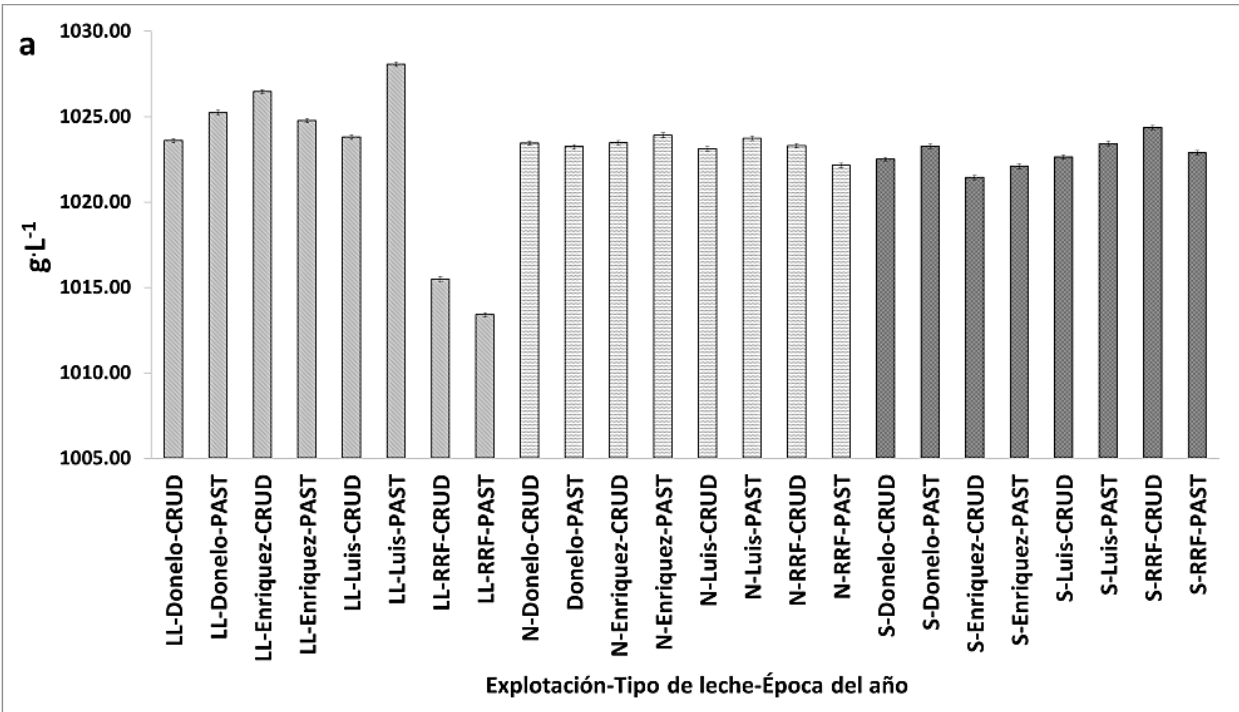
2 **Figura 4.2.** Contenido nutrimental promedio de las leches en cada época.  
 3 GRA = Grasa; SNG =Solidos no grasos; PRO = Proteína; LAC = Lactosa.



1 **Figura 4.3.** (a) Grasa y b) SNG.  
 2 LL = época de lluvias; N = época de norte; S = época de secas.  
 3  
 4



1 **Figura 4.4** a) Proteína y b) Lactosa.  
 2 LL = época de lluvias; N = época de norte; S = época de secas.  
 3  
 4



1 **Figura 4.5.** a) Densidad y b) Acidez.  
 2 LL = época de lluvias; N = época de norte; S = época de secas.



1 **Capítulo V. Typification of a goat fresh cheese of Mexico by path models**

2 **Tipificación de quesos frescos de cabra mediante modelos de rutas**

3 Emmanuel de Jesús RAMÍREZ-RIVERA<sup>1</sup>, José Manuel JUÁREZ-BARRIENTOS<sup>2</sup>, Jesús  
4 RODRÍGUEZ-MIRANDA<sup>1</sup>, Pablo DÍAZ-RIVERA<sup>1</sup>, Lorena Guadalupe RAMÓN-  
5 CANUL<sup>1</sup>, José Andrés HERRERA-CORREDOR<sup>3</sup>, María Isabel HERNÁNDEZ-  
6 SERRANO<sup>4</sup>, Erasmo HERMAN-LARA<sup>2\*</sup>

7 <sup>1</sup>Postgraduate College, Campus Veracruz. Veracruz, México. C.P. 91700.

8 <sup>2</sup>Technological Institute of Tuxtepec. Tuxtepec, Oaxaca, México. C.P. 68300.

9 <sup>3</sup>Postgraduate College, Campus Córdoba. Córdoba, México. C.P. 94500

10 <sup>4</sup>Technological University of the Center of Veracruz. Cuitláhuac, México. C.P. 94910.

11 \*Correspondence: [erasmo\\_hl@hotmail.com](mailto:erasmo_hl@hotmail.com)

12 **Abstract:** The purpose of this study was to typify the goat cheese and determine the  
13 relationship among climate factors, production systems, milk quality and its impact on the  
14 physicochemical, instrumental, sensory properties and consumer preference by path  
15 models. Using the Regression Partial Least Square technique coupled to Multiple Factor  
16 Analysis, two models were established. These models showed that the production system  
17 affected directly on the physicochemical quality and indirectly on instrumental and sensory  
18 parameters, which explained the preference and classification of the cheeses. With the  
19 proposed methodology is expected to generate useful information enabling to establish the  
20 potential of goat fresh cheese produced in a specific geographic zone as distinctive brand.

21 **Key words:** Cheese, physicochemical analysis, sensorial characterization, consumer  
22 attitudes, path models

23 **Resumen:** El propósito de este estudio fue tipificar los quesos de cabra y determinar las  
24 relaciones entre los factores climáticos, sistema de producción, calidad de la leche y el  
25 impacto de las propiedades fisicoquímicas, instrumentales y sensoriales en la preferencia de  
26 los consumidores mediante modelos de ruta. Se usó la técnica Regresión de Mínimos  
27 Cuadrados Parciales acoplado Análisis Factorial Múltiple, dos modelos fueron establecidos.  
28 Los modelos mostraron que el sistema de producción afecta directamente la calidad  
29 fisicoquímica e indirectamente los parámetros instrumentales y sensoriales, quienes

1 explicaron la preferencia de los consumidores. Con esta propuesta metodológica se espera  
2 generar información útil que permita establecer el potencial de los quesos de cabra  
3 producidos en la zona geográfica especificada como un sello distintivo.

4 **Palabras claves:** Queso, Análisis fisicoquímicos, caracterización sensorial, actitudes de  
5 consumo, modelos de camino

## 6 **5.1. Introduction**

7 Traditional cheeses linked to a territory are the result of processing techniques where the  
8 collective knowledge arises from the physical-biological and human factors (1) and their  
9 interaction (2). To achieve its typicity is important, to allow a legal protection to develop its  
10 market (3). The typicity is established by integration of information ranging from the milk  
11 production system, milk characteristics, cheese-processing parameters and  
12 physicochemical, microbiological and sensory characteristics (1). Some artisanal cheeses  
13 made with goat milk are part of the cultural heritage and represent an important nutritional  
14 alternative (4). Considering the importance of these typical products, several researches  
15 focused on establish their typicity (4 - 7). Such studies are complex, however, is possible  
16 explain and quantify the relations of variables through the path models using Regression  
17 Partial Least Square Path analysis technique (PLS) (8). In the central mountain area of  
18 Veracruz in Mexico, fresh goat milk cheese represents the main source of income for some  
19 families, so there interest in obtaining a collective trademark, however, no information is  
20 available to establish their typicity. The aim of this research was to establish the typicity  
21 and determine the relationship among climate factors, production systems, milk quality and  
22 its impact on the physicochemical, instrumental, sensory properties and consumer  
23 preference by path models.

## 24 **5.2. Materials and methods**

### 25 5.2.1. Study area and climatic conditions (CC)

26 Four goat production units (GPU) were studied in the central mountain area of the State of  
27 Veracruz, Mexico. The GPU information of different municipalities with respect to altitude  
28 (ALT) in meters above sea level (masl), average temperature (AT) in °C, annual pluvial  
29 precipitation (APP) in mm, production system (PS) semi-stabulated (SST) or stabulated  
30 (ST), and feeding (FD) is shown in Figure 5.1.

1 5.2.2. Cheese making process

2 Raw milk was received in cheese dairies, filtered and pasteurized. Lyophilized lactic  
3 cultures of *Lactococcus lactis* and *Lactococcus cremoris* were added at 37 °C, the milk was  
4 curdled with calf liquid rennet (30 mL/100 L milk), the curd was cut with a knife, pressed  
5 into plastic molds during 7 h (1 kg 2 kg<sup>-1</sup> of force), hold in a brine (28% salt) and stored at  
6 room temperature (25 ± 2 °C) for two days.

7 5.2.3. Sampling

8 The milk used to elaborate the goat fresh cheese was obtained from goats of Alpine and  
9 Saanen breed milked manually. Twelve milk samples of 500 mL from the storage tank,  
10 after pasteurization was taken using borosilicate sterile glass bottles. Twenty cheese  
11 samples of one kg were collected in sterile bags. Samples stored at 4 ± 1 °C were  
12 transported to the laboratory in 2 ± 0.25 h for further analysis (9).

13 5.2.4. Chemical composition of milk

14 Fat, protein, lactose, non-fat solids (NFS) contents, density and cryoscopy in milk at 20 ±  
15 0.5 °C was tested with an equipment Lactoscan S (Milkotronic Ltd., Nova Zagora,  
16 Bulgaria). Acidity (g L<sup>-1</sup> of lactic acid) was determined (10).

17 5.2.5. Microbiological analysis of milk

18 Milk samples of 10 mL in 90 mL of sterile peptone were homogenized for one minute at  
19 265 rpm in a homogenizer Stomacher™ model 400 Circulator (Seward Limited, West  
20 Sussex, United Kingdom). Aerobic mesophilic bacteria (AM), total coliform (TC) and  
21 *Escherichia coli* (EC) plate count, *Staphylococcus aureus* (SA) (10), *Salmonella ssp.* (SS)  
22 (11) and *Brucella melitensis* (BM) (12) were determined. The results were transformed to  
23 log<sub>10</sub> scale for subsequent analyses.

24 5.2.6. Chemical composition of cheese

25 Fat, moisture, protein and ash content were determined (10). The pH, with a potentiometer  
26 Hanna HI 98230 (Hanna Instruments, Padova, Italy) and water activity (a<sub>w</sub>) with a pawkit  
27 equipment (Decagon Devices, Inc, Pullman, Washington, USA) were determined.

28 5.2.7. Microbiological analysis of cheese

29 Cheese samples of 10 g in 90 mL of sterile peptone were homogenized for one minute at  
30 265 rpm in a homogenizer Stomacher™. The AM, TC, EC, SA, fungi count (10) and SS

1 (11) were determined. The results were transformed to  $\log_{10}$  scale for use in subsequent  
2 analyses.

### 3 5.2.8. Instrumental texture analysis of cheese

4 Hardness, cohesiveness, adhesiveness, gumminess, chewiness and elasticity on cheese  
5 cylindrical samples of 3.0 cm in diameter and 5.0 cm in height were determined. The  
6 samples were taken at 1.0 cm from the surface to reduce the dryness effect (3). A  
7 texturometer TA-XT (Estable Micro Systems, Vienna Court, UK) with a load cell of 5 kg,  
8 with a speed of  $1 \text{ mm s}^{-1}$  using an aluminum disk 75 mm in diameter (P/75) was used.

### 9 5.2.9. Color analysis of cheese

10 A colorimeter UltraScan™ Vis, (Hunter Associates Laboratory Inc., Virginia, USA), was  
11 used to measure the color parameters. The CIELAB coordinates ( $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$ ) were  
12 determined. The Chromaticity ( $C^*$ ) and Hue angle ( $h^\circ$ ) were calculated.

### 13 5.2.10. Sensory characterization of cheese

14 A panel of six judges was trained to evaluate the attributes: White color (WHCO), porous  
15 surface (POSU), presence of serum (PSER), firmness to the touch (FITO), creamy to the  
16 touch (CRTO), citrus odor (CIOD), serum odor (SEOD), salty (SALT), acid (ACID),  
17 firmness in mouth (FIMO), goat aroma (GOAR), milk aroma (MILA), citrus aroma  
18 (CIAR), serum aftertaste (SEAF), milk aftertaste (MIAF), fat aftertaste (FTAF), goat  
19 aftertaste (GOAF). An unstructured scale from zero to nine, where 0= low intensity and 9=  
20 high intensity was used (13).

### 21 5.2.11. Consumer study

22 A study of consumers at the market for organic products in the city of Coatepec, Veracruz,  
23 Mexico was conducted. Eighty consumers were selected (38 men and 42 women, between  
24 27-54 years) to determine preferences. A hedonic scale of nine-point, where 1 = disgusts  
25 me extremely and 9 = I like extremely was used (4).

### 26 2.12. Statistical analysis

27 The effect of GPU on the milk and cheese characteristics was determined by general lineal  
28 models of the statistical software SAS version 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, North  
29 Carolina, USA). Attributes sensory data by analysis of variance (ANOVA) to three factors  
30 (Product, Judge, Repeat) with interaction (Product x Judge) were evaluated (7). Results of

1 the consumer study by two factors ANOVA (Consumer and Product) were evaluated and  
2 grouped by the technique of Ascending Hierarchical Classification (AHC) with the Ward  
3 method. The interactions between constructs using the path modeling by Regression PLS  
4 coupled to Multiple Factor Analysis (MFA) were established. In the path models the  
5 variables of CC (altitude, precipitation and temperature), PS (ST, SST), feeding type, milk  
6 composition (MILC), cheese composition (CHC), instrumental parameters (INS) (color and  
7 texture), sensorial attributes (SEN) and consumer groups were included for shaping of the  
8 constructs. The variables with correlation  $> 0.70$  were including in MFA, considering CC  
9 and PS as supplementary variables. Validation of models was evaluated by correlation  
10 between each variable and its construct, and the convergent validity of each construct by  
11 analysis of extracted variance; evaluation of structural model through  $\beta$  and  $R^2$ : path and  
12 determination coefficients respectively; determination of the goodness of fit between  
13 measurement model and structural model (8). The AFM, AHC and PLS were determined  
14 using the XLSTAT 2009 software (Addinsoft, New York, USA).

### 15 **5.3. Results and Discussion**

#### 16 5.3.1. Chemical composition of milk

17 The chemical components analyzed showed differences ( $P < 0.05$ ) among milks (Table 1).  
18 The milk of Coatepec showed values highest for fat, protein, lactose and density, as well as  
19 values lower of cryoscopy. The milk of Tatatila showed values lower of protein, lactose,  
20 NFS and density, and values highest of cryoscopy. The elevated fat content could be related  
21 to high fiber content in the diet of goats and the essential oils in orange peels (15). The low  
22 solids content in the milk of Tatatila are related with a deficient feeding (16) and could  
23 even signal a possible adulteration by water addition (15).

#### 24 5.3.2. Microbiological analysis of milk

25 Significant differences ( $P < 0.05$ ) were observed among the milks of different dairies for all  
26 microbiological values (Table 5.1). The AM in the milk of Coacoatzintla exceed the  
27 regulatory limit of  $4.47 \text{ Log CFU mL}^{-1}$  (17). For TC count, the milks of Coacoatzintla and  
28 Perote exceed the limit of  $1.00 \text{ Log CFU mL}^{-1}$  (18). None milk presents EC, SA, SS and  
29 BM. The AM and TC counts may be related with inappropriate sanitary management, post-  
30 pasteurization contamination (19). The absence of EC, SA, y SS may be due to the

1 pasteurization of milk (19) and the absence of BM is consistent with the low prevalence  
2 reported for the municipalities of Perote and Jalancingo (20).

### 3 5.3.3. Chemical composition of cheese

4 Table 2 shows significant differences ( $P < 0.05$ ) with respect to chemical composition.  
5 Perote cheeses had highest fat content and lowest moisture content while Tatatila cheeses  
6 had the lowest values of fat and highest protein content that the rest of the cheeses.  $a_w$  value  
7 was highest in the cheeses of Coatepec however, not significant differences were found  
8 among the cheeses studied. pH value was highest in the cheeses of Perote and Tatatila. The  
9 protein, fat, moisture contents and pH values observed were within the range reported in  
10 cheeses of goats supplemented with oils of *Cnidioscolus quercifolius*, *Sesamum indicum* L.  
11 and *Ricinus communis* L. (5). The variability in composition has been linked to milk  
12 composition and cheese-processing conditions (3).

### 13 5.3.4. Microbiological analysis of cheese

14 Microbiological counts of the cheeses are presented in Table 5.2. Coacoatzintla cheeses  
15 exceeded the maximum value of  $4.47 \text{ Log CFU g}^{-1}$  established for AM at the quality  
16 standard. Coatepec and Perote cheeses exceeded the regulatory maximum value for fungi  
17 counts of  $2.69 \text{ Log CFU g}^{-1}$  (18). High levels of AM could be related to the microbiological  
18 quality of milk and sanitation during cheese making (4). The presence of TC, EC, SA and  
19 SS was not detected, may be due to competition with the starter culture (21).

### 20 5.3.5. Instrumental texture analysis of cheese

21 Significant differences ( $P < 0.05$ ) in texture of the cheeses were found except in  
22 cohesiveness and elasticity for Coacoatzintla, Perote and Tatila (Table 5.3). The cheeses of  
23 Perote and Coatepec were the hardest, most gummy and more chewable, with lower values  
24 of adhesiveness. The cheeses of Coatepec were more elastic and cohesive. High hardness  
25 values in the cheeses of Coatepec and Perote could be due at low moisture content caused  
26 by syneresis (22). Some features of texture in the cheeses of Coatepec can be related to an  
27 increase in the solubility of the casein micelles and decrease of calcium in the whey during  
28 the curd, which generates greater malleability (5). The cheeses of Perote and Coatepec  
29 showed high values for gumminess and chewiness with significant differences ( $P < 0.05$ ) in  
30 relation to the chesses of Tatatila and Coacoatzintla, this effect is consistent with the

1 reported in other studies (23). High cohesiveness in all chesses studied is related to the fiber  
2 and oil in the diet of goats (5).

### 3 5.3.6. Color analysis of cheese

4 The color parameters are shown in Table 5.3. The cheeses of Coatepec and Coacoatzintla  
5 showed the highest  $L^*$  values ( $P < 0.05$ ), this was due to greater refraction of light by water  
6 contained since these cheeses had high values of moisture content (14). The Hue angles  
7 ranged of  $79.81 - 85.62^\circ$  indicated a tonality close to light yellow ( $90^\circ$ ) with differences all  
8 chesses studied, except those of Coatepec and Tatatila. Saturation ( $C^*$ ), which ranged of  
9  $10.09 - 13.27$  did not present significant differences between them except the cheese of  
10 Perote. The color of the cheeses was similar to reported in other studies (13). The yellow  
11 tonality ( $b^*$ ) in the cheeses of Perote, Tatatila and Coatepec may be is related to the fat-  
12 soluble vitamins, retinol,  $\beta$ -carotene and essential oils contained in feeding goats (24).

### 13 5.3.7. Sensory characterization of cheese

14 The ANOVA with interaction of three factors revealed significant differences ( $P < 0.05$ )  
15 among the cheeses for all attributes. The judge-repetition interaction showed that the panel  
16 was consensual in the evaluation of the attributes. Figure 5.2 showed that the cheeses of  
17 Coacoatzintla and Tatatila had higher intensities on the attributes WHCO, PSER, SEOD,  
18 SALT, SEAF, GOAR, GOAF and FTAF, overall. The cheeses of Coatepec and Perote  
19 showed higher intensities on the attributes CRTO, CIOD, ACID, CIAR, MILA, FITO and  
20 FIMO, overall. These results showed that the cheeses from milk of grazing systems  
21 exhibited greater diversity of odors and aromas, which is consistent with the observations  
22 reported in Domiati cheese (6).

### 23 5.3.8. Consumer study

24 Four groups of consumers integrated by 26, 11, 24 and 24 individuals were identified. The  
25 consumer factor showed no significant differences among chesses, however, differences in  
26 the product factor ( $P < 0.05$ ) were observed in assigning ratings. The cheeses of: Tatatila  
27 were evaluated with 7.0 (like moderately), Coatepec 6.1 and Perote 6.0 (I like slightly and  
28 moderately). The cheeses of Coacoatzintla were qualified with an average of 4.3 placing  
29 them between "I dislike slightly and I am indifferent". The values were similar to the  
30 reported in other studies of fresh goat cheese (7).

### 1 3.9. Typification of the cheese by path models

2 The interpretation of path models is shown in Figure 5.3a and 5.3b. The CC, PS, MILC,  
3 CHC, INS y SEN constructs presented discriminant validity because more than 50% of its  
4 variance was obtained from their own variables. The  $R^2$  and  $\beta$  values meet minimum values  
5 between 0.1 and 0.3 therefore models have explanatory power (25). The goodness of fit  
6 (0.64 and 0.70) indicated a good fit of the models (8). The CC construct had a greater  
7 impact on PS (Correlation= 0.64,  $\beta_{12}$ = 0.64 and Correlation= 0.33,  $\beta_{12}$ = 0.33) than on  
8 MILC (Correlation = 0.35,  $\beta_{13}$ = -0.79 and Correlation = 0.16,  $\beta_{13}$ = 0.49) which it has been  
9 reported previously (26). The PS construct exhibits greater influence on the CHC construct  
10 (Correlation= 0.81,  $\beta_{24}$ = 0.92 and Correlation= 0.72,  $\beta_{24}$ = -0.23) compared to the MILC-  
11 CHC route (Correlation= 0.36,  $\beta_{34}$ = 0.49 and Correlation= -0.99,  $\beta_{34}$ = -1.17). The CHC  
12 construct influenced the INS constructs (Correlation= 0.71,  $\beta_{46}$ = 0.71 and Correlation= -  
13 0.60,  $\beta_{46}$ = -0.60) and SEN (Correlation= 0.86,  $\beta_{45}$ = 0.33 and Correlation= 0.63,  $\beta_{45}$ = 1.14).  
14 The INS construct was associated with variables of the SEN construct (Correlation= 0.97,  
15  $\beta_{56}$ = 0.74 and Correlation= 0.16,  $\beta_{56}$ = 0.85). The route among the INS-Consumers Class  
16 (Correlation= -0.62,  $\beta_{67}$ = 2.65 and Correlation= 0.96,  $\beta_{68}$ = 0.63; Correlation= -0.73,  $\beta_{67}$ = -  
17 0.80 and Correlation= 0.28,  $\beta_{68}$ = 0.12), respectively and SEN-Consumers Class constructs  
18 (Correlation= -0.78,  $\beta_{57}$ = -3.33 and Correlation= 0.95,  $\beta_{58}$ = 0.33; Correlation= 0.29,  $\beta_{57}$ =  
19 0.42 and Correlation= 0.97,  $\beta_{58}$ = 0.95) explained the preference. The model 1 (Figure 3a)  
20 showed that the PS-SST (0.93) with feed of Star grass and King grass (0.78)  
21 (Coacoatzintla) generated cheeses with high moisture (0.99), which influenced  $L^*$ (0.99),  
22 elasticity (0.80), WHCO (0.81), POSU (0.80), PSER (0.84), CRTO (0.70), MILA (0.99),  
23 SEAF (0.78) and MIAF (0.81). The preference of consumers of the class four ( $\beta_{68}$ = 0.63  
24 and  $\beta_{58}$ = 0.33) was explained by the INS ( $L^*$  and elasticity) and SEN (WHCO, POSU,  
25 PSER, CRTO, MILA, SEAF and MIAF) parameters. In the same model, PS-ST (-0.93) and  
26 feed with alfalfa and corn stover (-0.70) (Perote) generated cheeses with high contents of  
27 fat (-0.72) influencing on FITO (-0.77), FIMO (-0.76),  $b^*$  (-0.72) and  $C^*$  (Correlation= -  
28 0.72). The preference of class two was explained by texture parameters (Correlation= -0.78,  
29  $\beta_{57}$ = -3.33) and tonality (Correlation= -0.62,  $\beta_{67}$ =2.65). The second model (Figure 3b)  
30 showed that PS-ST (Perote and Coatepec) with feed of alfalfa and corn stover (-0.64) and



1 morera and orange peels (-0.47) (Correlation= -0.60,  $\beta_{46}$ = -0.60) generated cheeses with  
2 high hardness, gumminess and chewiness, which explains the preference of the class three  
3 (Correlation=0.28,  $\beta_{68}$ = 0.12). It is also noted that PS-SST (Tatatila) (0.97) and feed based  
4 on bellotas and Kikuyo grass (0.74) generated cheeses with high protein content (1.00), low  
5 adhesiveness (-0.89) INS (Correlation= - 0.60,  $\beta_{46}$ = -0.60) and SEN attributes (Correlation=  
6 0.63,  $\beta_{45}$ = 1.14) GOAR (0.94), FTAF (0.95) and GOAF (0.91). The adhesiveness and  
7 sensory attributes explained the preference of the class number one and three. The  
8 preference of consumers for cheeses with GOAR has been reported (7). With the  
9 information obtained through the perspective of typicity and the use of path modeling it  
10 was possible to establish that the agro-ecological conditions and production system  
11 influenced on the characteristics of these cheeses. The preferred cheeses by consumers  
12 were obtained from the semi-stabled system and they were distinguished for being softer,  
13 adhesive with high brightness and a slightly yellow, besides presenting greater intensity in  
14 presence of serum, goat aroma and fat aftertaste. With the proposed methodology is  
15 expected to supply handling of a large number of variables and parameters involved with  
16 typicity and to generate information for establishing the potential of cheeses associated to a  
17 specific territory.

#### 18 **5.4. References**

- 19 1. Scintu M, Piredda G. Typicity and biodiversity of goat and sheep milks products.  
20 Small Rumin Res 2007; 68: 221-231.
- 21 2. Micari P, Sarullo V, Sidari R, Caridi A. Physico-chemical and hygienic  
22 characteristics of the calabrian raw milk cheese, caprino d'aspromonte. Turk J Vet  
23 Anim Sci 2007; 31: 55-60.
- 24 3. Hernández-Morales C, Hernández MA, Aguirre ME, Villegas GA. Physicochemical,  
25 microbiological, textural and sensory characterization of Mexican Añejo cheese. Int J  
26 Dairy Technol 2010; 63: 552-560.
- 27 4. Queiroga R, Guerra ICD, Oliveira CD, Oliveira MD, Souza ED. Processing and  
28 physico-chemical, microbiological and sensorial characterization of spicy "tipo minas  
29 frescal" goat milk cheese. Rev Ciênc Agron 2009; 40: 363-372 (article in Portuguese  
30 with an English abstract).

- 1 5. Lacerda MEJ, Egypto Q, Nunes MA, Delmondes BMA, Malveria B, Dos Santos SS,  
2 Suely-Madruga M. Sensory profile and physicochemical parameters of cheese from  
3 dairy goats fed vegetable oils in the semiarid region of Brazil. *Small Rumin Res*  
4 2013; 113: 211-218.
- 5 6. Soryal K, Zeng S, Min B, Hart S, Beyene F. Effect of feeding system on composition  
6 of goat milk and yield of Domiati cheese. *Small Rumin Res* 2004; 54: 12-129.
- 7 7. Ryffel S, Piccinali P, Bütikofer U. Sensory descriptive analysis and consumer  
8 acceptability of selected Swiss goat and sheep cheese. *Small Rumin Res* 2008; 79:  
9 80-86.
- 10 8. Tenenhaus M, Vinzi E, Chatelin M, Lauro C. PLS path modeling. *Comput Stat Data*  
11 *Anal* 2005; 48: 159-205.
- 12 9. NOM-109-SSA1. Norma Oficial Mexicana. Toma, manejo y transporte de muestras  
13 de alimentos para análisis microbiológico. DF, México: Secretaría de Salubridad y  
14 Asistencia; 1994.
- 15 10. AOAC. Official Methods of Analysis. 18th ed. Washington, DC, USA:  
16 Association of Official Analytical Chemists International; 2000.
- 17 11. NOM-114-SSA1 Norma oficial Mexicana. Determinación de Salmonella en  
18 alimentos. DF, México: Secretaría de Salubridad y Asistencia; 1994.
- 19 12. NOM-041-ZOO. Norma Oficial Mexicana. Campaña nacional contra Brucelosis. DF,  
20 México: Secretaría de Salubridad y Asistencia; 1995.
- 21 13. Delgado FJ, González J, Cava R, Ramírez R. Changes in microbiology, proteolysis,  
22 texture and sensory characteristics of raw goat milk cheese treated by high-pressure at  
23 different stages of maturation. *LWT-Food Sci Technol* 2012; 48: 268-275.
- 24 14. Chen SX, Wang JZ, Van Kessel JS, Ren FZ, Zeng SS. Effect of somatic cell count in  
25 goat milk on yield, sensory quality, and fatty acid profile of semisoft cheese. *J Dairy*  
26 *Sci* 2010; 93: 1345-1354.
- 27 15. Park YM, Juárez M, Ramos M, Haenlein GFW. Physico-chemical characteristics of  
28 goat and sheep milk. *Small Rumin Res* 2007; 68: 88-113.

- 1 16. Inglingstad RA, Steinshamn H, Dagnachew BS, Valentin B, Criscione A, Rukke EO,  
2 Devold TG, Skeie SB, Vegarud GE. Grazing season and forage type influence goat  
3 milk composition and rennet coagulation properties. *J Dairy Sci* 2014; 97: 3800-3814.
- 4 17. NOM-091-SSA. Norma Oficial Mexicana. Leche. Especificaciones Sanitarias. DF,  
5 México: Secretaría de Salubridad y Asistencia; 1995.
- 6 18. NOM-243-SSA1. Norma Oficial Mexicana. Leche. Especificaciones sanitarias. DF,  
7 México: Secretaría de Salubridad y Asistencia; 2010.
- 8 19. Keizo YA, Scatamburlo MT, Quintana C, Konrad B, Augusto NL. Long cold storage  
9 influences the microbiological quality of raw goat milk. *Small Rumin Res* 2013; 113:  
10 205-210.
- 11 20. Martinez-Herrera DI, Morales-Morales JA, Peniche-Cardena AE, Molina-Sánchez B,  
12 Rodriguez-Chesani MA, Loeza Limón R, Robledo Salinas ML, Moralez-Alvarez JF,  
13 Flores-Castro R. Use of RB51 vaccine for small ruminant Brucellosis prevention, in  
14 Veracruz, México. *Int J Dairy Sci* 2010; 5: 10-17.
- 15 21. Kousta M, Matargas M, Skandamis P, Drosinos EH. Prevalence and source of chees  
16 contamination with pathogens at farm and processing levels. *Food Control* 2010; 21:  
17 805-815.
- 18 22. Gomes OM, Fernandez E, Ramos ER, Leite E. Technological, physicochemical and  
19 sensory characteristics of a Brazilian semi-hard goat cheese (coalho) with added  
20 probiotic lactic acid bacteria. *Sci Agric* 2012; 69: 370-379.
- 21 23. Theophilou P, Andrew WE. Effects of fat on the properties of halloumi cheese. *Int J*  
22 *Dairy Technol* 2007; 60: 1-4.
- 23 24. Martin B, Verdier MI, Buchin S, Hurtaud C, Coulon B. How do the nature of forages  
24 and pasture diversity influence the sensory quality of dairy livestock products. *Anim*  
25 *Sci* 2005; 81: 205-212.
- 26 25. Wetzels M, Odekerken-Schröder G, Oppen CV. Using PLS path modeling for  
27 assessing hierarchical construct models: guidelines and empirical illustration. *Mis*  
28 *Quart* 2009; 33: 177-195.

1 26. Marami MMR, Hense A, Rahmani E, Ploeger A. A pilot investigation of the  
2 relationship between climate variability and milk compounds under the bootstrap  
3 technique. *Foods* 2015; 4: 420-439.  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30

**Table 5.1.** Chemical composition (%), density ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ), cryoscopy ( $^{\circ}\text{C}$ ) and microbiological count ( $\text{Log CFU mL}^{-1}$ ) of milk in different cheese dairies.

Parameter	Coacoatzintla	Coatepec	Perote	Tatatila
Fat	$3.46 \pm 0.01^a$	$5.82 \pm 0.02^d$	$3.56 \pm 0.01^b$	$5.26 \pm 0.01^c$
Protein	$2.47 \pm 0^c$	$2.59 \pm 0.01^d$	$2.39 \pm 0.1^b$	$1.38 \pm 0.01^a$
Lactose	$4.04 \pm 0.01^b$	$4.54 \pm 0.01^d$	$4.15 \pm 0.01^c$	$2.71 \pm 0.01^a$
NFS	$7.23 \pm 0.01^a$	$7.91 \pm 0.02^b$	$7.41 \pm 0.01^c$	$4.56 \pm 0.01^d$
Density	$1024.1 \pm 0.03^b$	$1025.2 \pm 0.05^d$	$1024.7 \pm 0.04^c$	$1013.3 \pm 0.01^a$
Cryoscopy	$-0.490 \pm 0.01^c$	$-0.570 \pm 0.00^a$	$-0.500 \pm 0.00^b$	$-0.320 \pm 0.00^d$
Acidity	$2.33 \pm 0.00^a$	$2.71 \pm 0.07^b$	$2.40 \pm 0.11^a$	$1.90 \pm 0.05^c$
AM	$4.72 \pm 0.01^c$	$1 \pm 0.00^a$	$3.53 \pm 0.08^b$	$1 \pm 0.00^a$
TC	$3.38 \pm 0.12^b$	$1 \pm 0.00^a$	$4.63 \pm 0.04^c$	$1 \pm 0.00^a$
EC	ND	ND	ND	ND
SA	ND	ND	ND	ND
SS	ND	ND	ND	ND
BM	Negative	Negative	Negative	Negative

NFS: Non-fat solids AM: aerobic mesophilic, TC: total coliform, EC: *Escherichia coli*, SA: *Staphylococcus aureus*, SS: *Salmonella ssp.*, BM: *Brucella melitensis*, ND: Not detected. <sup>a, b, c, d</sup> Superscripts corresponding with homogenous group given by LSD Tukey test ( $P < 0.05$ ).

**Table 5.2.** Chemical composition (%),  $a_w$ , pH and microbiological count (Log CFU  $g^{-1}$ ) of the fresh cheeses made in different cheese dairies.

Parameter	Coacoatzintla	Coatepec	Perote	Tatatila
Fat	20.57 ± 0.42 <sup>b</sup>	18.73 ± 0.25 <sup>a</sup>	22.07 ± 0.2 <sup>c</sup>	18.67 ± 0.23 <sup>a</sup>
Protein	22.23 ± 0.22 <sup>b</sup>	21.66 ± 0.16 <sup>a</sup>	22.65 ± 0.13 <sup>c</sup>	25.93 ± 0.16 <sup>d</sup>
Moisture	50.19 ± 3.70 <sup>b</sup>	47.04 ± 1.40 <sup>b</sup>	39.90 ± 4.00 <sup>a</sup>	47.40 ± 0.36 <sup>b</sup>
Ash	5.01 ± 0.10 <sup>a</sup>	2.42 ± 0.08 <sup>b</sup>	4.83 ± 0.17 <sup>a</sup>	3.54 ± 0.05 <sup>c</sup>
$a_w$	0.92 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.95 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.92 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.93 ± 0.01 <sup>a</sup>
pH	6.36 ± 0.01 <sup>a</sup>	6.33 ± 0.01 <sup>b</sup>	6.38 ± 0.02 <sup>c</sup>	6.38 ± 0.01 <sup>c</sup>
AM	4.84 ± 0.04 <sup>a</sup>	3.08 ± 0.03 <sup>b</sup>	3.85 ± 0.06 <sup>c</sup>	4.20 ± 0.05 <sup>d</sup>
TC	ND	ND	ND	ND
EC	ND	ND	ND	ND
SA	ND	ND	ND	ND
Fungi	1.15 ± 1.62 <sup>a</sup>	3.05 ± 0.08 <sup>a</sup>	3.60 ± 0.13 <sup>a</sup>	2.23 ± 0.33 <sup>a</sup>
SS	ND	ND	ND	ND

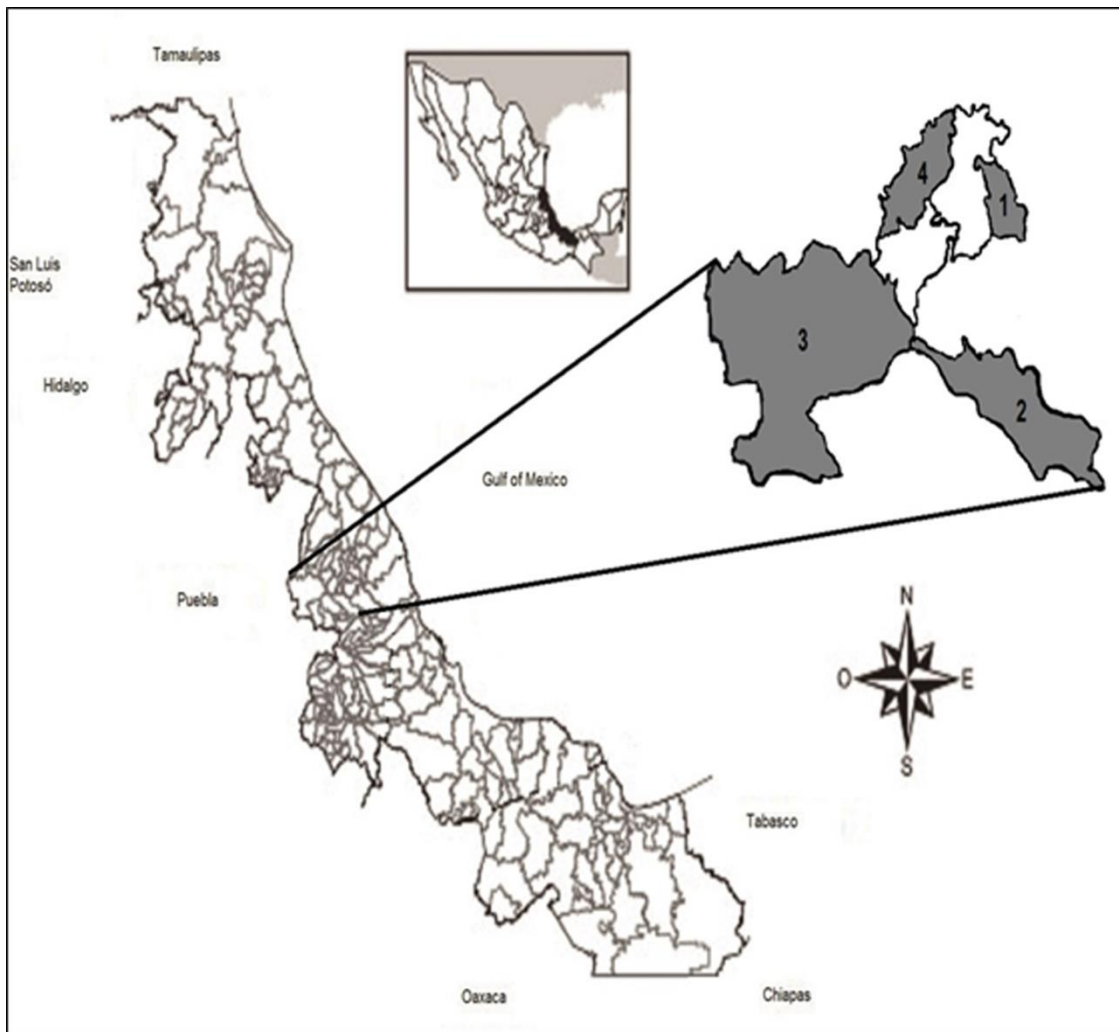
$a_w$ : Water activity, AM: aerobic mesophilic, TC: total coliform, EC: *Escherichia coli*, SA: *Staphylococcus aureus*, SS: *Salmonella ssp.*, BM: *Brucella melitensis*, ND: Not detected. <sup>a, b, c, d</sup> Superscripts corresponding with homogenous group given by LSD Tukey test (P < 0.05).

**Table 5.3.** Texture and color parameters for the fresh goat cheeses made in different dairies.

Parameter	Coacoatzintla	Coatepec	Perote	Tatatila
Hardness	8.81 ± 0.46 <sup>a</sup>	45.58 ± 4.90 <sup>b</sup>	48.42 ± 9.00 <sup>b</sup>	8.33 ± 0.55 <sup>a</sup>
Cohesiveness	10.31 ± 0.08 <sup>a</sup>	12.79 ± 0.08 <sup>b</sup>	10.64 ± 0.12 <sup>a</sup>	10.46 ± 0.12 <sup>a</sup>
Adhesiveness	-0.24 ± 0.17 <sup>b</sup>	-1.15 ± 0.27 <sup>a</sup>	-1.43 ± 0.61 <sup>a</sup>	-0.67 ± 0.31 <sup>ab</sup>
Gumminess	1.03 ± 0.20 <sup>a</sup>	6.05 ± 0.60 <sup>b</sup>	5.57 ± 1.10 <sup>b</sup>	1.02 ± 0.30 <sup>a</sup>
Chewiness	88.55 ± 3.59 <sup>a</sup>	582.27 ± 65.20 <sup>b</sup>	515.54 ± 99.00 <sup>b</sup>	87.19 ± 6.65 <sup>a</sup>
Elasticity	1.04 ± 0.09 <sup>a</sup>	1.35 ± 0.27 <sup>b</sup>	1.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	1.05 ± 0.06 <sup>a</sup>
L*	89.57 ± 2.80 <sup>b</sup>	93.70 ± 0.90 <sup>c</sup>	82.75 ± 2.50 <sup>a</sup>	85.06 ± 1.20 <sup>a</sup>
a*	-1.33 ± 0.20 <sup>b</sup>	-2.02 ± 0.10 <sup>a</sup>	-0.74 ± 0.80 <sup>b</sup>	-2.38 ± 0.40 <sup>a</sup>
b*	9.99 ± 1.00 <sup>a</sup>	11.23 ± 0.70 <sup>ab</sup>	13.22 ± 2.60 <sup>b</sup>	11.46 ± 1.20 <sup>ab</sup>
C*	10.09 ± 1.70 <sup>a</sup>	11.41 ± 0.20 <sup>ab</sup>	13.27 ± 2.50 <sup>b</sup>	11.70 ± 1.30 <sup>ab</sup>
h°	82.30 ± 2.30 <sup>b</sup>	79.81 ± 1.10 <sup>a</sup>	85.62 ± 2.80 <sup>c</sup>	78.34 ± 0.80 <sup>a</sup>

<sup>a, b, c</sup> Superscripts corresponding with homogenous group given by LSD Tukey test (P < 0.05).

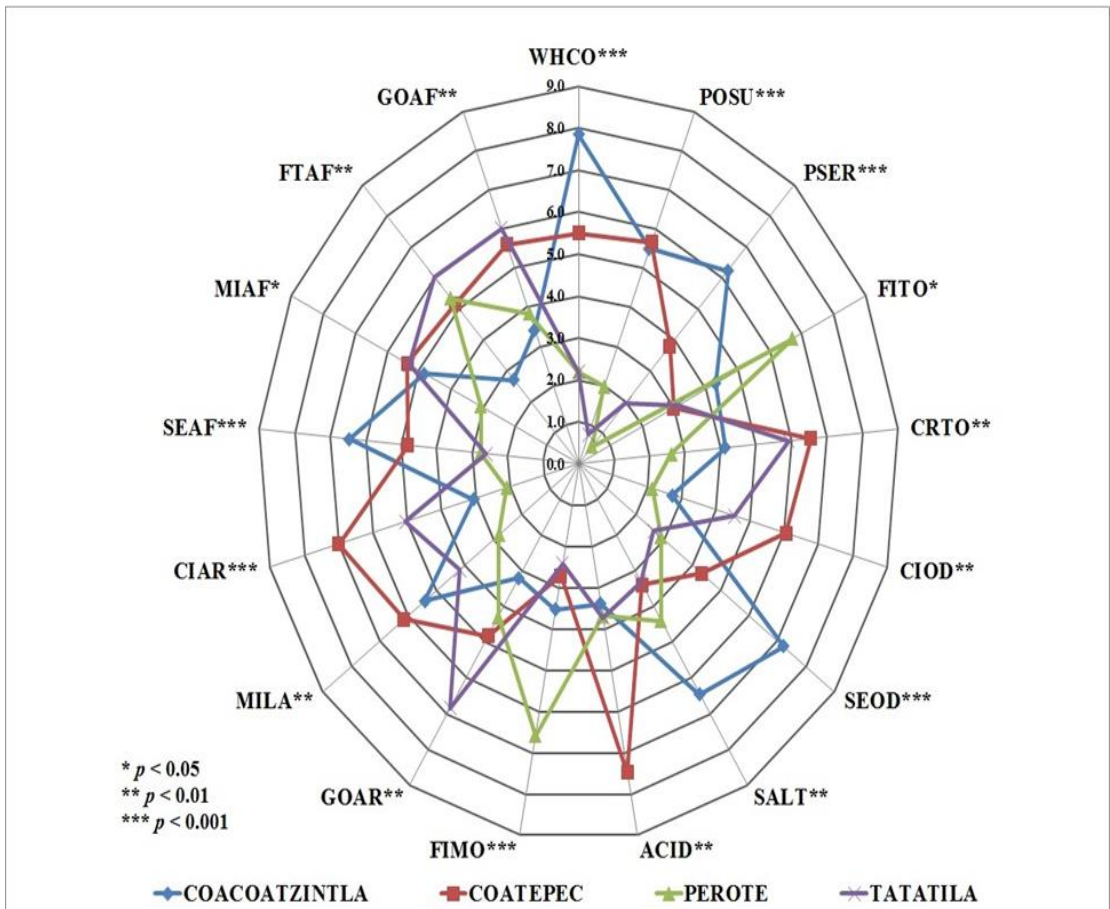
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8



1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10

**Figure 5.1.** Geographical delimitation of the study area.  
 1) Cocoatzintla, ALT: 1430 masl, AT: 12.5 °C, APP: 1780 mm, PS: SST, FD: Star grass (*Cynodon plectostachyus*), King grass (*Saccharum sinense*); 2) Coatepec, ALT: 1208 masl, AT: 18 °C, APP: 1500 mm, PS: ST, FD: Morera (*Morus alba*), orange peels (*Citrus sinensis*). 3) Perote, ALT 2400 masl, AT: 12 °C, APP: 494 mm, PS: ST, FD: alfalfa (*Medicago sativa*), corn stover (*Zea mays*). 4) Tatatila, ALT: 1867 masl, AT: 20 °C, APP: 1346 mm, PS: SST, FD: bellotas (*Quercus ilex*), Kikuyo grass (*Pennisetum clandestinum*).

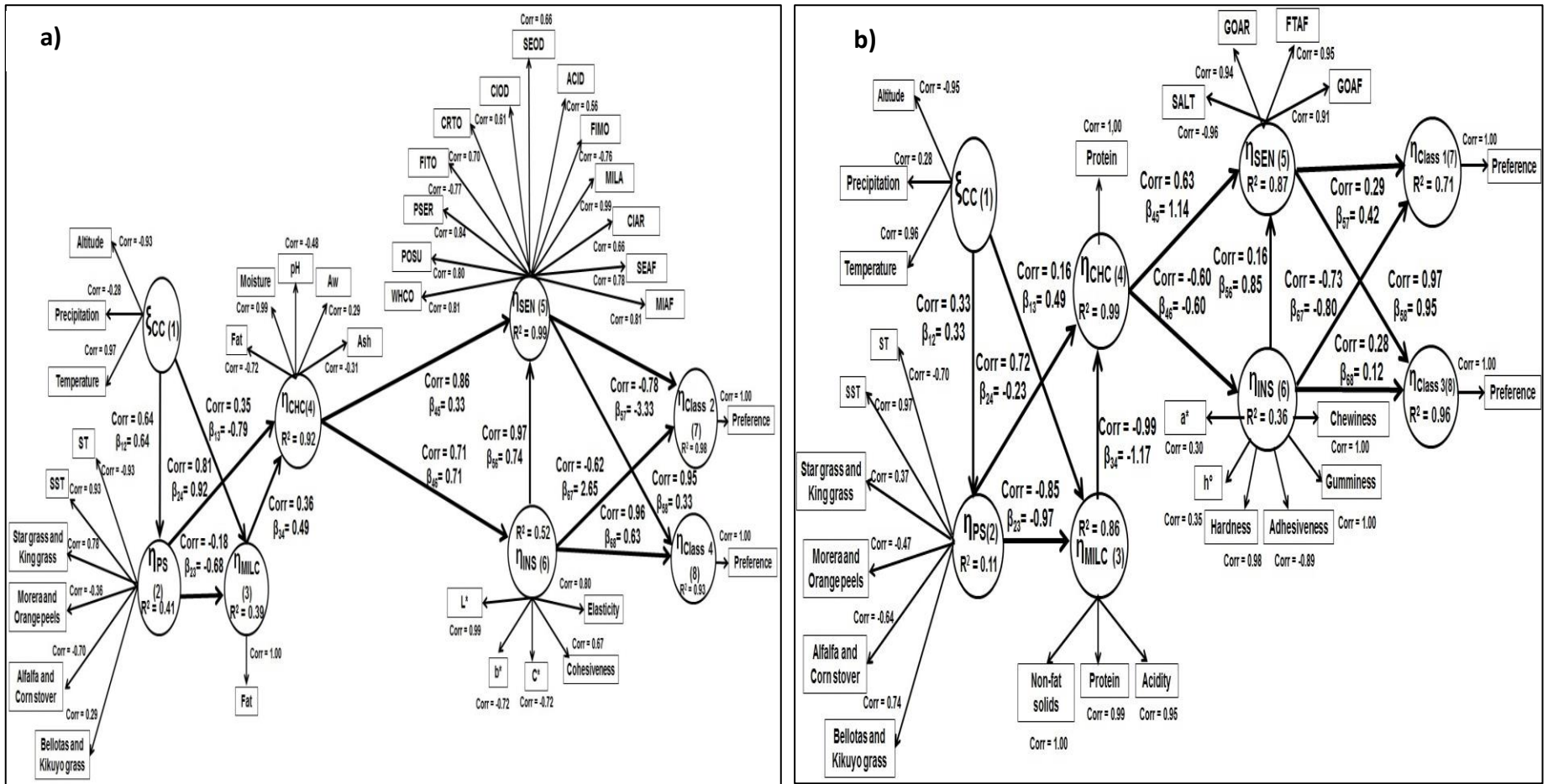




1  
2  
3  
4  
5  
6  
7

**Figure 5.2.** Sensory profile of fresh goat cheese of the central mountain area of the state of Veracruz, Mexico.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19



**Figure 5.3.** a) Typing model of fresh goat cheese for consumer classes 2 and 4 (main factor one MFA), b) Typing model of fresh goat cheese for consumer classes 1 and 3 (main factor two MFA).



1 textura, sensoriales y la preferencia de los consumidores. El PLS-path modeling confirmó  
2 la hipótesis y evidenció que la alimentación diversificada de los sistemas semi-intensivos  
3 genera una gran diversidad de olores y aromas típicos de los quesos, esto contribuyó a la  
4 preferencia de 55.3% de los consumidores. Se concluye que el tipo de manejo y  
5 alimentación de las cabras influye en los aspectos analíticos, sensoriales y trasciende en la  
6 preferencia de los consumidores, aunado a esto, los quesos analizados muestran similitudes  
7 a otros, que cuentan con un distintivo legal, lo que evidencia su potencial para ser  
8 protegidos por un sello de calidad.

9 **Palabras claves:** Análisis fisicoquímico, caracterización sensorial, instrumental, modelos  
10 causales, preferencia.

11 **Abstrac:** The central mountainous region of the state of Veracruz is considered producer  
12 ripened goat cheeses territory, and although demand in local markets, trademark and lack  
13 scientific evidence of their quality. The aim of the study was to establish ripened cheeses of  
14 this region, by concatenating and influence of agro-ecological factors, production system  
15 and quality of milk on their physicochemical properties, including color, texture, sensory  
16 characteristics of cheeses and preference consumers. The hypothesis of this study was that  
17 the agro-ecological conditions and goat cheeses generate management with particular  
18 characteristics. Goat cheese with seven weeks of ripening were analyzed. The analytical  
19 determinations were: microbiological counts, physicochemical characteristics, color,  
20 texture, sensory characterization and analysis of 76 consumer preference. Two completely  
21 randomized design with factorial arrangements of two and three factors were used and the  
22 technique of Partial Least Squares Regression (PLS-path modeling) coupled to Multiple  
23 Factorial Analysis. Microbiological analyzes indicated that the cheeses are safe for  
24 consumers. Analysis of Variance showed differences ( $P < 0.05$ ) in physicochemical  
25 variables, color, texture, sensory and consumer preference. The PLS-path modeling  
26 confirmed the hypothesis and showed that the diversified supply of semi-intensive systems  
27 generates a wide variety of scents and aromas typical of cheeses, this contributed to the  
28 preference of 55.3% of consumers. It is concluded that the type of management and feeding  
29 of goats influences analytical, sensory aspects and transcends the preference of consumers,

1 coupled with this; cheeses analyzed show similarities to others who have a legal distinctive,  
2 evidence its potential to be protected by a seal of quality.

3 **Key words:** Physicochemical analysis, sensory characterization, instrumental, path models,  
4 preference

### 5 **6.1. Introducción**

6 Los quesos artesanales de cabra son considerados parte del patrimonio cultural y su  
7 proceso de tipificación consiste en el análisis de aspectos sociales y tecnológicos  
8 involucrados en su elaboración (1). La tipificación involucra el estudio de esos diferentes  
9 aspectos y su influencia en el queso; con este enfoque, quesos de cabra han sido tipificados  
10 en Brasil (2), Egipto (3), España (4 - 6), Francia (7) y Turquía (8). La región montañosa  
11 central del estado de Veracruz, México, presenta condiciones climáticas y de vegetación  
12 que son aptas para el desarrollo de Sistemas de Producción Caprinos (SPC) intensivos y  
13 semi-intensivos con el objetivo de producir a escala pequeña quesos madurados artesanales.

14 Estos quesos madurados tienen una considerable demanda a nivel local, sin embargo,  
15 carecen de una Marca comercial (MC) que los proteja y valore (1), por tal motivo, es  
16 importante tipificar estos quesos, con el fin de generar información valiosa para los  
17 productores de estos alimentos, desde una perspectiva integral, que permita comprender las  
18 diferentes interacciones de los factores climáticos, tipo de manejo, alimentación y  
19 características de la leche sobre la calidad final del queso y la preferencia del consumidor  
20 (9 - 10). No se encontró ningún caso de aplicación de este tipo de análisis a quesos  
21 artesanales mexicanos. Debido a la complejidad de este estudio, la técnica multivariada  
22 Regresión de Mínimos Cuadrado Parciales (PLS path modeling) permitiría explicar la  
23 calidad final de los quesos y la preferencia de los consumidores en función de las  
24 interacciones consideradas en este estudio (11). En base a lo anterior, se deriva la siguiente  
25 hipótesis, las condiciones agroecológicas de la zona montañosa central del estado de  
26 Veracruz permiten generar quesos artesanales de cabra con características particulares. El  
27 objetivo de este estudio fue tipificar los quesos madurados de la zona montañosa central del  
28 estado de Veracruz, considerando la influencia de factores agroecológicos, sistema de  
29 producción caprino y calidad de la leche en las características de los quesos artesanales y la  
30 preferencia del consumidor.

1 **6.2. Materiales y métodos**

2 6.2.1. Delimitación de la zona de estudio y descripción de los Sistemas de Producción  
3 Caprinos

4 En este estudio se consideraron los Sistemas de Producción Caprino del Sistema Producto  
5 Especie Caprinos A.C. (SIPECAV) ubicados en la zona montañosa central y el altiplano de  
6 Veracruz en donde la vegetación dominante es bosque mesófilo de montaña, bosques de  
7 oyamel, pino y matorral xerófilo (12 - 13). En el Cuadro 6.1 muestra las condiciones  
8 agroecológicas y el tipo de alimentación de las cabras por SPC.

9 6.2.2. Manufactura de los quesos artesanales

10 Los quesos se elaboraron con leche de cabras Alpinas y Sannen ordeñadas manualmente. La  
11 leche se filtró, pasteurizó (63 °C/30 min) y se enfrió a 37 °C. Seguidamente se agregó cuajo  
12 comercial en una proporción de 30 mL/100 L de leche, después de 45 min, la cuajada se  
13 cortó y moldeó en aros de PVC, posteriormente se prensó utilizando una fuerza de dos kg de  
14 fuerza / Kg queso durante siete h. Después de este tiempo, los quesos se sumergieron en  
15 salmuera (28% de sal) y se almacenaron a temperatura ambiente durante dos días.  
16 Finalmente se inocularon con la cepa *Penicillium candidum* y se almacenaron durante siete  
17 semanas en cavas con condiciones de temperatura y humedad relativa de  $18 \pm 2$  °C y 80-  
18 85%, respectivamente.

19 6.2.3. Análisis microbiológicos de leches pasteurizadas y quesos madurados

20 La recolección de las leches pasteurizadas y los quesos se realizó en los meses de septiembre  
21 y octubre de 2014, respectivamente, siguiendo el protocolo de transportación de acuerdo a  
22 (14). En las leches pasteurizadas se determinaron los conteos de mesófilos aerobios (MA)  
23 método 966.23; coliformes totales (CT) y *Escherichia coli* (*E. coli*) método 991.14;  
24 *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) método 2003.08 de acuerdo a los procedimientos  
25 descritos en (16); mientras que *Salmonella* ssp. y Brucelosis (*B. melitenses*) se realizaron de  
26 acuerdo a 17 y 18, respectivamente. En los quesos se realizaron las determinaciones antes  
27 mencionadas excepto *B. melitenses*. Los resultados fueron transformados a escala  
28 logarítmica ( $\log_{10}$ ).

29 6.2.4. Análisis fisicoquímicos de leches pasteurizadas y quesos madurados

1 En la leche pasteurizada se obtuvieron los porcentajes (%) de proteína, grasa, lactosa, agua  
2 añadida, sólidos no grasos (SNG), sales, punto crioscópico (°C), conductividad (mS cm<sup>-3</sup>) y  
3 densidad (kg m<sup>-3</sup>) mediante un Lactoscan S (Milkotronic Ltd., Nova Zagora, Bulgaria). La  
4 acidez titulable (g L<sup>-1</sup> de ácido láctico) fue determinada por el método AOAC 947.05.

5 En el queso se obtuvieron los porcentajes de proteína (16, 920.123); grasa (16, 933.05);  
6 humedad (16, 948.12) y ceniza (16, 935.42). El pH se midió con un potenciómetro Hanna  
7 modelo HI 98230 (Hanna Instruments, Italia) y la actividad de agua (Aw) se determinó con  
8 un equipo pawkit (Decagon Devices, Inc). Las determinaciones fisicoquímicas se realizaron  
9 por triplicado.

#### 10 6.2.5. Color y textura de los quesos madurados

11 Los parámetros de color L\* (luminosidad), a\* (rojo-verde) y b\* (amarillo-azul) se  
12 obtuvieron con un colorímetro UltraScan™ Vis, (Hunter Associates Laboratory Inc.,  
13 Virginia, USA) y se calcularon los valores de cromaticidad (C\*) y el ángulo Hue (H°) de  
14 acuerdo a lo propuesto por (4). Los quesos se analizaron por triplicado, en tres puntos  
15 diferentes de la superficie. El perfil de textura de los quesos se realizó utilizando un equipo  
16 TA-XT plus (Stable Microsystems, Haslemere, Surrey, RU). Los quesos fueron  
17 fraccionados en cilindros de 3 cm de Ø y 5 cm de alto. La prueba consistió en dos ciclos  
18 sucesivos de compresión axial (25% de la altura) de la sonda sin carga y se obtuvieron los  
19 valores de dureza (N), fracturabilidad (N), cohesividad, adhesividad (Nm), gomosidad (N),  
20 elasticidad y masticabilidad (4). Estas pruebas se realizaron por quintuplicado.

#### 21 6.2.6. Caracterización sensorial de los quesos madurados

22 El panel estuvo conformado por seis estudiantes del Colegio de Postgraduados Campus  
23 Veracruz con edades entre 25-32 años, que fueron entrenados para la evaluación de  
24 productos lácteos. Los quesos fueron cortados en cilindros de 1.5 cm de Ø x 3 cm de  
25 espesor y codificados con tres dígitos al azar. Las muestras se sirvieron y evaluaron de  
26 manera monádico secuencial, utilizando un diseño cuadrado latino balanceado,  
27 realizándose una evaluación por duplicado (19). Los atributos sensoriales evaluados fueron:  
28 color amarillo (CAMA), dureza en tacto (DUR-T), arenoso al tacto (AREN-T), olor a cabra  
29 (O-CABR), olor a leche (O-LECH), olor a fermentado (O-FERMER), olor cítrico (O-  
30 CITRI), olor a fruta (O-FRU), olor a madera húmeda (O-MADE), salado (SALA), acido

1 (ACID), arenoso en boca (AREN-B), aroma a cabra (A-CABR), aroma a fermentado (A-  
2 FERM), aroma hongo (A-HONG), aroma frutas (A-FRU), resabio seco (R-SEQUE). En  
3 cada atributo se evaluó la intensidad en una escala continua, de cero (débil intensidad) a  
4 nueve (fuerte intensidad) (12). A cada juez se les proporcionó pan blanco y agua para  
5 eliminar aromas (vía retronasal) y resabios de la muestra anterior (8).

#### 6 6.2.7. Estudio de consumidores

7 El estudio de preferencia se desarrolló en el mercado de productos orgánicos de la ciudad  
8 de Coatepec, Veracruz. La prueba se realizó en un día y tuvo una duración de cinco h,  
9 durante ese tiempo, 76 consumidores (41 mujeres y 35 hombres, y con edades entre 16-61  
10 años) determinaron su preferencia hacia los quesos, utilizando una escala hedónica de  
11 nueve puntos, donde uno corresponde a me disgusta extremadamente y nueve corresponde  
12 a me gusta extremadamente (19).

#### 13 6.2.8. Análisis estadísticos

##### 14 6.2.8.1 Análisis microbiológicos, fisicoquímicos, color y textura

15 Los datos microbiológicos, fisicoquímicos e instrumentales fueron analizados por  
16 estadística descriptiva (media y desviación estándar) y Análisis de Varianza (ANDEVA) de  
17 una vía y prueba de medias de Tukey (4).

##### 18 6.2.8.2. Caracterización sensorial de los quesos madurados y estudio de consumidores

19 Los datos de la caracterización sensorial fueron evaluados por un ANDEVA factorial a tres  
20 vías (Producto, Juez, Sesión) con interacción (Producto x Juez) para determinar el  
21 desempeño del panel (20). Los valores de preferencia fueron analizados mediante un  
22 ANDEVA con un diseño factorial a dos vías (Producto y Consumidor) y posteriormente  
23 fueron agrupados en clases homogéneas mediante la técnica Clasificación Jerárquica  
24 Ascendente (CJA) método de Ward (21).

##### 25 6.2.8.3. Tipificación de los quesos madurados mediante modelos causales

26 Se aplicó la técnica Regresión de Mínimos Cuadrado Parciales (PLS path modeling)  
27 acoplado a Análisis Factorial Múltiple (AFM) para analizar las interacciones entre factores  
28 o constructos de acuerdo a la metodología propuesta por (22). Los constructos (y sus  
29 variables) considerados fueron: las condiciones agroecológicas “CC” (altitud, precipitación  
30 y temperatura), Sistema de Producción Caprino “SIS” (tipo de sistema y tipo de



1 alimentación de las cabras), Leche (proteína, grasa, SNG y acidez), fisicoquímico del queso  
 2 “FQ” (proteína, grasa, humedad, ceniza, Aw y pH), instrumentales “INS” (L\*, a\*, b\*, C\* y  
 3 H°), sensoriales “SEN” (todos los atributos sensoriales) y las clases homogéneas de los  
 4 consumidores. Los criterios usados para la selección de las variables fueron: 1) Para el  
 5 constructo leche, las variables seleccionados fueron retenidas por su influencia en el  
 6 rendimiento del queso y 2) Para el resto de los constructos, sus variables fueron  
 7 seleccionados en función del valor de probabilidad ( $P \leq 0.05$ ) determinados por los  
 8 modelos de ANDEVA (9, 23). Posterior a la selección de las variables, se aplicó el AFM  
 9 para determinar las variables que van a conformar cada modelo causal en función de su  
 10 valor de correlación ( $r > 0.70$  (positivo ó negativo) con el factor principal uno y dos,  
 11 considerando las variables de los constructos CC y SIS como suplementarias. Las  
 12 ecuaciones de la uno a la ocho muestran las conexiones entre constructos en los modelos  
 13 causales:

$$14 \quad \xi_{CA} (1) = CA + 0 \quad (1)$$

$$15 \quad \eta_{SPC} (2) = \beta_{12} CA + Z_2 \quad (2)$$

$$16 \quad \eta_{LECHE} (3) = \beta_{13} CA + \beta_{23} SPC + Z_3 \quad (3)$$

$$17 \quad \eta_{FQ} (4) = \beta_{24} SPC + \beta_{34} LECHE + Z_4 \quad (4)$$

$$18 \quad \eta_{SEN} (5) = \beta_{45} FQ + \beta_{65} + Z_5 \quad (5)$$

$$19 \quad \eta_{INS} (6) = \beta_{46} FQ + Z_6 \quad (6)$$

$$20 \quad \eta_{CLASE} (7) = \beta_{57} SEN + \beta_{67} INS + Z_7 \quad (7)$$

$$21 \quad \eta_{CLASE} (8) = \beta_{58} SEN + \beta_{68} INS + Z_8 \quad (8)$$

22 Dónde:  $\xi$ ,  $\eta$ ,  $\beta$  y  $Z$  son las variables exógenas, endógenas, los coeficientes *path* o rutas y el  
 23 término de error, respectivamente; los números entre paréntesis indican el número de cada  
 24 constructo y los números ubicados al lado del coeficiente  $\beta$  indican la conexión entre  
 25 constructos. La validación de los modelos causales propuestos consistió en las siguientes  
 26 fases: 1) la evaluación del modelo de medida mediante los valores de correlación ( $r$ ) entre  
 27 la variable y el constructo, considerando que valores de  $r > 0.70$  (positiva ó negativa) son  
 28 variables importantes; 2) la validez convergente de cada constructo mediante el Análisis de  
 29 Varianza Extraído (AVE); 3) la evaluación del modelo estructural mediante los coeficientes

1  $\beta$ , la varianza explicada ( $R^2$ ) por constructo y la correlación ( $r$ ) entre constructos; 4) el  
2 índice de bondad de ajuste (GoF) entre el modelo de medida y el modelo estructural (11).  
3 Los ANDEVA se realizaron con el software STATGRAPHIC PLUS<sup>®</sup> versión 5.2  
4 (Statistical Graphics Corp., USA). El AFM, CJA y el PLS path modeling se efectuaron con  
5 el software XLSTAT, versión 2009 (Addinsoft, New York, NY, USA).

### 6 **6.3. Resultados y discusión**

#### 7 6.3.1. Análisis microbiológicos de leches pasteurizadas y quesos madurados

8 Diferencias ( $P < 0.05$ ) se observaron en los atributos MA y CT. Para MA, todas las muestras  
9 de leche estuvieron por debajo del valor permitido  $4.48 \text{ LogUFC m L}^{-1}$  ( $3 \times 10^4 \text{ UFC m L}^{-1}$ )  
10 señalado en la (24). En CT solamente las muestras BMJ y DHE ( $3.36$  y  $4.63 \text{ LogUFC m L}^{-1}$ ,  
11 respectivamente) rebasaron el límite máximo permitido  $1.04 \text{ LogUFC m L}^{-1}$  o  $10 \text{ UFC m L}^{-1}$   
12 indicado en la (25). No se encontró evidencia de *E. coli*, *S. aureus*, *Salmonella* spp. y *B.*  
13 *melitenses* (Cuadro 6.2). Los resultados mostrados son consistentes con (26) quienes  
14 reportaron que las leches de cabra producidas en zonas semi-áridas del estado de San Luis  
15 Potosí, México contienen cargas elevadas de MA ( $2$  a  $7.4 \text{ LogUFC m L}^{-1}$ ) y CT ( $2$  a  $7.54$   
16  $\text{LogUFC m L}^{-1}$ ). (27) analizó leche de cabra de las UPC de los municipios de Perote y  
17 Jalancingo, Veracruz, determinando una incidencia baja ( $0.5\%$ ) de *B. melitenses*. La  
18 prevalencia baja de MA y la ausencia de *E. coli*, *S. aureus*, *Salmonella* spp. y *B. melitenses*  
19 puede atribuirse a la eliminación de células viables por la pasteurización (28). Las cargas  
20 altas de CT indican deficiencias higiénicas en el proceso de producción y en etapas  
21 posteriores a la pasteurización de la leche (29). En el Cuadro 6.3 se muestra que la única  
22 incidencia microbiológica ( $P < 0.05$ ) se encontró en MA, siendo el queso DHE ( $4.61$   
23  $\text{LogUFC g}^{-1}$ ) el que superó el valor máximo permitido  $4.48 \text{ LogUFC g}^{-1}$  ( $3 \times 10^4 \text{ UFC g}^{-1}$ )  
24 indicado en la (25). La presencia nula de CT, *E.coli*, *S. aureus* y *S. spp* puede deberse a la  
25 interacción entre el pH ácido,  $A_w$  y la competencia con el cultivo láctico, que inhiben el  
26 desarrollo microbiano (28 y 30).

#### 27 6.3.2. Análisis fisicoquímicos de leches pasteurizadas y quesos madurados

28 Las muestras de leche de Coatepec (NOC y BMJ) presentaron los contenidos mayores ( $P <$   
29  $0.05$ ) en SNG, proteína y lactosa (Cuadro 6.4). La leche NOC también mostró contenidos  
30 altos ( $P < 0.05$ ) en grasa ( $5.82\%$ ), este resultado puede asociarse al uso del bagazo de

1 naranja en la dieta de las cabras, lo que incrementa el contenido de grasa en la leche (23).  
2 En contraparte, la leche LIG (Tatatila) mostró contenidos bajos ( $P < 0.05$ ) de proteína  
3 (1.38%), SNG (4.56%) y lactosa (2.71%). Los valores de grasa y lactosa obtenidos en este  
4 estudio son superiores a los reportados por (31) (3.8% de grasa y 4.1% de lactosa) y  
5 similares a los observados por (32) (4.1% de grasa y 4.3% de lactosa). Los contenidos de  
6 proteínas y SNG son comparables a los presentados por 3 y 23 de 2.9% y 7.83%,  
7 respectivamente. Respecto a la densidad, conductividad y punto crioscópico, todas las  
8 muestras con excepción de la muestra LIG, mostraron valores similares a los reportados  
9 por (31) de  $1028 \text{ kg m}^{-3}$  (densidad),  $4.3 \text{ mS cm}^{-3}$  (conductividad) y  $-0.540$  a  $-0.573 \text{ }^\circ\text{C}$   
10 (punto crioscópico). Los contenidos de sales y acidez titulable obtenidos fueron superiores  
11 a lo encontrado por (32) quienes reportaron valores de 0.5% y  $1.5 \text{ g L}^{-1}$  de sales y acidez,  
12 respectivamente. En el punto crioscópico, solamente la muestra LIG ( $-0.32 \text{ }^\circ\text{C}$ ) se ubica  
13 fuera del rango ( $0.540\text{--}0.573 \text{ }^\circ\text{C}$ ) reportado por (31), este efecto puede estar asociados al  
14 agua añadida a la leche (37.24%) que origina modificaciones en la densidad y en los  
15 contenidos de sales y lactosa; autores como Raynal-Ljutovac et al. (33) e Inglingstad et al.  
16 (34) comentan que las dietas de forrajes deficientes y los gastos energéticos de las cabras  
17 por el pastoreo pueden inducir cambios en la leche como en el punto crioscópico, contenido  
18 proteico, lactosa y SNG. En el Cuadro 6.5 se muestra que los quesos LIG y BMJ  
19 obtuvieron contenidos altos ( $P < 0.05$ ) de grasa (43.27%) y proteína (25.33%). El queso  
20 NOC obtuvo contenidos bajos ( $P < 0.05$ ) en humedad y ceniza (29.14 y 2.70%,  
21 respectivamente). Los valores más bajos ( $P < 0.05$ ) de  $A_w$  y pH se presentaron en los  
22 quesos BMJ y DHE. De manera general, los contenidos de grasa obtenidos en la presente  
23 investigación son superiores a los encontrados por (19) quienes reportaron contenidos de  
24 grasa de 24.9-26.9 % en queso con 60 días de maduración y elaborados con leche de cabras  
25 alimentadas con pulpa de naranja. Por su parte, Fresno et al. (35) encontraron que los  
26 quesos españoles con 60 días de maduración presentaron contenidos de humedad, grasa y  
27 proteína de 36.42, 51.10 y 34.46%, respectivamente. Guizani et al. (4) y Delgado et al. (36)  
28 reportaron valores de pH entre 4.95 y 4.8 en quesos de cabra madurados durante 30 y 60  
29 días, respectivamente. De acuerdo con Salvador et al. (19) la adición de pulpa de naranja en  
30 la dieta de las cabras está relacionada a quesos con contenido alto de grasa con  $A_w$  y pH

1 bajos, siendo la generación de ácido láctico a partir de lactosa lo que pudo generar el  
2 descenso del pH (4). Los contenidos de proteínas encontrados pudieron deberse a la  
3 alimentación diversificada de las cabras y a la concentración de nutrientes derivado de la  
4 deshidratación del queso durante la maduración (37). Los contenidos bajos de humedad y  
5  $A_w$  pudieron deberse al efecto de la sal, que ocasiona pérdida gradual en los parámetros  
6 antes mencionados (38).

### 7 6.3.3. Color y perfil textural de los quesos madurados

8 En el Cuadro 6.6 se muestra que los quesos NOC, DHE y LIG tuvieron los valores más altos  
9 ( $P < 0.05$ ) en  $a^*$  (-2.30 a -3.13),  $b^*$  (12.43 a 17.40),  $C^*$  (12.66 a 17.64) y  $H^\circ$  (75.85-81.04),  
10 en base a esto, los quesos antes mencionados se ubican dentro de la zona del color amarillo.  
11 Solamente el queso BMJ exhibió la luminosidad más alta ( $P < 0.05$ ).

12 Los incrementos de  $a^*$  y  $b^*$  pueden ser explicados por las diferentes reacciones bioquímicas  
13 como lipólisis y proteólisis durante la maduración, por la adición de aceites vegetales  
14 (bagazo de naranja) y la alimentación diversificada de las cabras (2). Los resultados  
15 obtenidos de color son similares a los reportados por (35) quienes obtuvieron valores de  $a^*$   
16 (-2.28),  $b^*$  (11.89),  $C^*$  (12.13) y  $H^\circ$  (87.42). (39) reportaron rangos de -2.9 a -2.3 ( $a^*$ ) y 8.98  
17 a 16.10 ( $b^*$ ) en queso Tulum elaborado con leche pasteurizada de cabra. El valor alto de  $L^*$   
18 del queso BMJ puede deberse al contenido elevado de humedad (19), el valor de  
19 luminosidad ( $L^*$ ) de este queso es similar al valor de  $L^*$  (95.98) de los quesos Ibores con 60  
20 días de maduración (4). El perfil de textura indicó que el queso NOC obtuvo los valores  
21 más altos ( $P < 0.05$ ) en dureza, fracturabilidad, cohesividad, gomosidad y masticabilidad;  
22 mientras que los quesos BMJ, DHE y LIG mostraron similitudes ( $P > 0.05$ ) en gomosidad y  
23 masticabilidad (Cuadro 6.7). Los valores de dureza, fracturabilidad y cohesividad en este  
24 estudio, son similares a los quesos con 60 y 90 días de maduración analizados por (35), los  
25 cuales, reportaron rangos entre 120.11-165.73, 61.58-74.71 y 0.11 para los parámetros antes  
26 mencionados. Las diferencias en dureza, cohesividad, gomosidad, elasticidad y  
27 masticabilidad pueden ser ocasionados por diversos factores: 1) pérdida gradual de la  
28 humedad durante la maduración y ruptura de la red de caseína; 2) la textura plástica de los  
29 quesos ocasionado por el pH alto y 3) los porcentajes altos de grasa ocasionados por los  
30 contenidos altos de fibra y bagazo de naranja en la dieta de las cabras (2, 4 y 19).

#### 1 6.3.4. Caracterización sensorial de los quesos madurados

2 El ANDEVA a tres vías con interacción (Producto x Juez) evidenció un desempeño  
3 correcto del panel, que mostró la habilidad de discriminación (factor producto) entre los  
4 quesos ( $P < 0.05$ ) acorde al vocabulario sensorial evaluado; concordancia ( $P > 0.05$ ) en la  
5 evaluación de los atributos (factor juez) DUR-T, AREN-T, O-CAB, O-MADE, SALA y A-  
6 CAB y entre sesiones (factor sesión); consenso (interacción Producto x Juez) en el  
7 posicionamiento similar ( $P > 0.05$ ) de los quesos sobre la escala de intensidad para los  
8 atributos DUR-T, AREN-T, O-MADE, AREN-B y A-CAB. El queso NOC mostró la  
9 intensidad más alta ( $P < 0.05$ ) en los atributos CAMA, O-CITRI, ACID y A-FERM. El  
10 queso BMJ se percibió ( $P < 0.05$ ) como DUR-T, AREN-T, O-CAB, O-MADEH, SALA,  
11 A-CAB, A-HONG y R-SEQUE. El queso LIG se caracterizó ( $P < 0.05$ ) por los atributos O-  
12 LECH, O-FRU y A-FRU y el queso DHE mostró intensidades intermedias en todos los  
13 atributos evaluados (Figura 6.1). En el caso del atributo CAMA del queso NOC este pudo  
14 ser generado por la adición de aceites vegetales y el bagazo de naranja (2). Los atributos de  
15 DUR-T y AREN-T pudieron generarse por la eliminación de la humedad durante el proceso  
16 de maduración. El atributo O-CABR ha sido relacionado con ácidos carboxílicos  
17 decanoico, hexanoico y octanoico (cáprico, caproico y caprílico) generados por la  
18 maduración (5). Los ésteres como el ácido octanóico, ácido decanoico, la cetona 2-  
19 heptanona, el alcohol 2-heptanol están identificados como los responsables de los atributos  
20 O-FRU, A-FRU, O-MADEH y A-HONG, respectivamente (41). El O-LECH está asociado  
21 a la lactona  $\gamma$ -Dodecalactona (8). El atributo ACID pudo generarse por la fermentación de  
22 la lactosa, compuestos derivados de la lipólisis como el ácido 3-metilbutanoico, y por el uso  
23 de bagazo de naranja (19). El atributo SALA pudo deberse a la liberación de péptidos por la  
24 proteólisis, esto causa una percepción baja de la humedad y aumento en la percepción del  
25 salado (38). Por lo tanto, los quesos elaborados en SPC semi-intensivos exhiben mayor  
26 diversidad sensorial de olores y aromas a comparación de los quesos elaborados en los SPC  
27 intensivos. Esto también fue observado por Soryal et al. (3) quienes determinaron diversos  
28 olores y aromas en quesos Domiati elaborados con la leche de cabra en pastoreo.

#### 29 6.3.5. Evaluación por consumidores

1 Las puntuaciones de preferencia, otorgados a los quesos, fueron similares ( $P > 0.05$ ) y  
2 oscilaron entre 6.7 a 7.1, ubicándolos entre “me gusta ligeramente” y “me gusta  
3 moderadamente” de acuerdo a la escala hedónica. (20) y (19) reportaron valores de  
4 preferencia entre 6.3 a 6.8 en quesos semi-maduros y quesos de cabras alimentadas con  
5 pulpa de naranja. Las diferencias ( $P < 0.05$ ) de calificaciones entre las personas permitió  
6 identificar cuatro clases de consumidores: clase 1 (25 personas), clase 2 (18 personas),  
7 clase 3 (16 personas) y clase 4 (17 personas).

#### 8 6.3.6. Tipificación de los quesos madurados mediante modelos causales

9 En función a la evaluación del modelo de medida, de acuerdo al AFM, determinó que las  
10 variables acidez, pH y  $A_w$  del modelo causal uno (Figura 6.2) y la variable AREN-B del  
11 modelo dos (Figura 6.3) debido a los coeficientes bajos de  $r < 0.70$  no fueran consideradas  
12 para explicar las interrelaciones. Los valores de AVE de los constructos CA, SIS, Leche,  
13 FQ, INS y SEN, en el primero modelo fueron 0.80, 0.51, 0.50, 0.58, 0.80 y 0.98 y en el  
14 segundo modelo fueron 0.76, 0.54, 0.99, 0.73, 0.83 y 0.78; esto indica que más del 50% de  
15 la varianza del constructo se explica por las variables retenidas (42). En la evaluación del  
16 modelo estructural se determinó que los  $R^2$  y coeficientes  $\beta$ , de ambos modelos, cumplen  
17 con los valores mínimos de 0.1 y 0.2, respectivamente, esto indica que los constructos  
18 tienen poder explicativo. Los valores de bondad de ajuste (GoF) 0.66 y 0.68 indicaron un  
19 buen ajuste de los modelos propuestos (11 y 42). Los valores  $\beta$  del primer modelo (Figura  
20 6.2) mostraron que la ruta SIS-FQ ( $r = -0.61$ ,  $\beta_{24} = -0.93$ ) es más importante en  
21 comparación a la ruta indirecta SIS-Leche ( $r = -0.54$ ,  $\beta_{23} = -0.09$ ) y Leche-FQ ( $r = -0.07$ ,  
22  $\beta_{34} = -0.58$ ). Por lo tanto, el SPC semi-intensivo (-0.93) y con alimentación diversificado  
23 bellota, pasto Kikuyo y nativo (-0.62) se relacionó con quesos con contenidos altos de  
24 ceniza (0.95) y humedad (1), siendo la humedad la que se relacionó negativamente en todos  
25 los otros parámetros INS ( $r = -0.87$ ,  $\beta_{46} = -0.87$ ). Este resultado concuerda con Chacón-  
26 Villalobos et al. (32) quienes mencionaron que los contenidos altos de humedad están  
27 relacionados quesos que exhiben luminosidad alta y bajos valores de color ( $b^*$  y  $C^*$ ). En el  
28 caso de los parámetros de textura, Fresno et al. (35) determinaron que las proteínas van  
29 perdiendo libertad de movimiento debido a la pérdida de humedad durante la maduración  
30 ocasionando valores altos de dureza, fracturabilidad, gomosidad y masticabilidad. Por lo

1 tanto, la ruta INS-Clase 2 ( $r = 0.57$ ,  $\beta_{67} = 0.38$ ) indicó que el 23.7% de los consumidores  
2 prefieren el queso NOC por su color amarillo ( $b^*$  y  $C^*$ ), dureza, fracturabilidad,  
3 gomosidad, masticabilidad y características sensoriales (ruta SEN-Clase 2,  $r = -0.57$ ,  $\beta_{57} = -$   
4  $0.38$ ) por el A-FERM ( $-0.98$ ). En el caso de los consumidores de la clase 4 (22.4%)  
5 prefieren el queso BMJ debido a la característica sensorial A-CAB (ruta SEN-Clase,  $r =$   
6  $0.68$ ,  $\beta_{58} = 0.24$ ). En la Figura 6.3 el valor de  $\beta$  evidenció que la ruta CA-SIS ( $r = 0.48$ ,  $\beta_{12}$   
7  $= 0.48$ ) es más importante que la ruta CA- Leche ( $r = -0.40$ ,  $\beta_{13} = -0.65$ ), este efecto  
8 concuerda con (43) quienes encontraron correlaciones negativas y bajas ( $-0.035$ ,  $-0.082$ )  
9 entre parámetros agroecológicos y la composición de la leche. El valor de  $\beta$  y  $r$  de las rutas  
10 SIS-leche ( $r = 0.2$ ,  $\beta_{23} = 0.53$ ) y SIS-FQ ( $r = -0.37$ ,  $\beta_{24} = -0.53$ ) muestran influencia baja, de  
11 manera directa, del constructo SIS en los constructos leche y FQ caso contrario de la ruta  
12 Leche-FQ ( $r = 0.72$ ,  $\beta_{34} = 0.86$ ) donde queda marcada la influencia de la leche sobre las  
13 características fisicoquímicas del queso. La ruta indirecta SIS-Leche-FQ indica la  
14 influencia del tipo de sistema y alimentación caprino en los aspectos fisicoquímicos de los  
15 quesos, este resultado concuerda con Bergamaschi et al. (10) quienes determinaron que el  
16 tipo de sistema lechero influye en las características químicas de los quesos. El constructo  
17 FQ influyó positivamente en los constructos INS ( $r = 0.88$ ,  $\beta_{46} = 0.88$ ) y SEN ( $r = 0.98$ ,  $\beta_{45} =$   
18  $0.72$ ). De manera específica, este modelo muestra que los SPC semi-estabulado ( $-0.97$ ) con  
19 alimentación diversificada, bejucos y pasto King grass ( $-0.99$ ) producen leche con altos  
20 contenidos de SNG y proteína, los cuales se ven reflejados en el contenido proteico del  
21 queso. El contenido proteico del queso ( $0.99$ ) se relaciona con los parámetros (INS)  $L^*$   
22 ( $0.95$ ),  $a^*$  ( $0.89$ ) y  $H^\circ$  ( $0.97$ ), esta relación se debe a que las reacciones de proteólisis y  
23 oscurecimiento, generados por la maduración, pueden contribuir a la disminución de  $L^*$  y  
24 aumento de  $a^*$  (44), mientras que los quesos con altos contenidos de grasa ( $-0.70$ ) se  
25 relacionaron con el atributo sensorial CAMA ( $-0.81$ ), esta tonalidad puede deberse al efecto  
26 de la pulpa de naranja y la adición de aceites vegetales en la dieta de las cabras (2 y 19).  
27 Así mismo, la grasa también se relacionó con la cohesividad ( $-0.81$ ), esto se debe a la  
28 pérdida de algunos glóbulos de grasa, como producto de la lipólisis, lo que conduce a una  
29 pérdida de la plasticidad del queso. La relación inversa entre la cohesividad ( $-0.81$ ), los  
30 atributos sensoriales DUR-T ( $0.90$ ), AREN-T ( $0.76$ ) y el contenido de proteína ( $0.99$ ) pudo

1   deberse un reordenamiento de la textura de los quesos ocasionado por la unión entre los  
2   péptidos y polipéptidos derivados de la proteólisis durante la maduración (44). En los  
3   aspectos de preferencia, los consumidores de la clase 1 (32.9%) prefirieron quesos INS ( $r =$   
4    $0.90$ ,  $\beta_{67} = 0.53$ ) con valores bajos en  $L^*$  y con características SEN ( $r = 0.90$ ,  $\beta_{57} = 0.40$ ),  
5   DUR-T (0.90), AREN-T (0.76), O-CABR (0.92), O-MADEH (0.99), A-HONG (0.99),  
6   SALA (0.92) y R-SEQUE (0.99), todas las características antes mencionados son propias  
7   del queso BMJ, donde el atributo O-CAB pudo influir mayormente en la preferencia del  
8   consumidor (20). La clase 3 (21.1%) prefirieron los quesos INS ( $r = -0.61$ ,  $\beta_{68} = -1.04$ ) con  
9   cohesividad y SEN ( $r = -0.51$ ,  $\beta_{58} = -0.42$ ) con los atributos CAMA (-0.81), O-LECH (-  
10   0.80), O-FERME (-0.91), O-CITRI (-0.87), O-FRU (-0.94), ACID (-0.73) y A-FRU (-0.94),  
11   estas características son propias de los quesos provenientes de la alimentación diversificado  
12   (LIG) y uso de bagazo de naranja (NOC). En los quesos analizados se pudo constatar que el  
13   tipo de sistema de producción y la alimentación de las cabras tienen mayor influencia y  
14   determinan las características finales de los quesos madurados, siendo los quesos  
15   elaborados en sistemas semi-intensivos quienes muestran la mayor generación de los  
16   atributos sensoriales típicos de este tipo de quesos y que permitieron explicar la preferencia  
17   de más del 50% de los consumidores. Desde la perspectiva microbiológica los quesos  
18   artesanales evaluados son inocuos para consumo humano. Por lo tanto, los quesos  
19   evaluados muestran similitudes a quesos artesanales extranjeros que poseen un distintivo  
20   legal como Denominación de Origen con lo que se evidencia el potencial de los quesos  
21   madurados de cabra producidos en la zona montañosa central del estado de Veracruz,  
22   donde estos productos artesanales pueden ser candidatos para la obtención de algún sello de  
23   calidad que permita valorizarlos.

#### 24   **Agradecimientos**

25   Esta investigación fue apoyada por el Colegio de Postgraduados a través del Fideicomiso  
26   de Administración e Inversión No. 167304 y por el Consejo Nacional de Ciencia y  
27   Tecnología (CONACYT) institución financiadora de la beca doctoral del primer autor.

28  
29  
30



#### 6.4. Referencias

1. Villegas de Gante A. Los quesos mexicanos genuinos: contribución a su rescate a través de la vinculación universidad-productores. *Revista Claridades Agropecuarias* 2009; 191: 29-35.
2. Lacerda de Medeiros EJ, Egypto-Queiroga R, Nunes de Medeiros A, Delmondes-Bomfim MA, Malveria-Batista AS, Dos Santos-Félex SS, Suely-Madruga M. Sensory profile and physicochemical parameters of cheese from dairy goats fed vegetable oils in the semiarid region of Brazil. *Small Rumin Res* 2013; 113: 211-218.
3. Soryal K, Zeng S, Min B, Hart S, Beyene F. Effect of feeding system on composition of goat milk and yield of Domiati cheese. *Small Rumin Res* 20004; 54: 121-129.
4. Delgado FJ, González J, Cava C.R, Ramírez R. Proteolysis, texture and color of a raw goat milk cheese throughout the maturation. *Eur Food Res* 2011a; 233: 483-488.
5. Delgado FJ, González J, Cava CR, Ramírez R. Formation of the aroma of a raw goat milk cheese during maturation analysed by SPME-GC-MS. *Food Chem* 2011b; 129: 1156-1163.
6. Delgado FJ, González J, Cava CR, Ramírez R. Changes in microbiology, proteolysis, texture and sensory characteristics of raw goat milk cheese treated by high-pressure at different stages of maturation. *LWT-Food Sci Technol* 2012; 48: 268-275.
7. Raynal K, Le M, Gaborit P, and Barrucand P. French goat milk cheese: An overview on their and sensorial characteristics and their impacts on consumer's acceptance. *Small Rumin Res* 2011; 101: 64-72.
8. Hayaloglu A, Tolu C, Yasar K, Sahingil D. Volatiles and sensory evaluation of goat milk cheese Gokceada as affected by goat breeds (Gokceada and Turkish Saanen) and starter system during ripening. *J Dairy Sci* 2013; 96: 2765-2780.
9. Brunshwig G, Chevillot C, Sibra C, Michellin Y. Representation cartographique d'activités d'élevage: exemple d'élevage bovin laitier pour la production de fromages d'AOC dans le Massif central. *INRA Productions Animales* 2004; 17: 109-122.
10. Bergamaschi M, Aprea E, Betta E, Biasioli F, Cipolat-Gotet C, Cecchinato A, Bittante G, Gasperi F. Effects of dairy system herd within dairy system, and

- 1 individual cow characteristics on the volatile organic compound profile of ripened  
2 model cheeses. *J Dairy Sci* 2015; 98: 2183-2196.
- 3 11. Tenenhaus M, Vinzi VE, Chatelin YM, Lauro C. PLS Path Modeling. *Comput Data*  
4 *Stat Anal* 2005; 48: 159-205.
- 5 12. García, J., Castillo G, Mehltreter K, Martínez M, Vázquez G. Composición florística  
6 de un bosque mesófilo del centro de Veracruz, México. *Bol Soc Bot México* 2008;  
7 83:37-52.
- 8 13. Márquez W, Márquez J. Municipios con mayor biodiversidad en Veracruz. *Rev Mex*  
9 *de Cienc Forestales* 2009; 11:43-50.
- 10 14. NOM-109-SSA1. Norma Oficial Mexicana. Toma, manejo y transporte de muestras  
11 de alimentos para análisis microbiológico. DF, México: Secretaría de Salubridad y  
12 Asistencia; 1994.
- 13 15. INAFED. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno  
14 del estado de Veracruz. Enciclopedia de los Municipios de México.2005.
- 15 16. AOAC. Official Methods of Analysis. 18th ed. Washington, DC, USA: Association  
16 of Official Analytical Chemists International; 2000.
- 17 17. NOM-114-SSA1 Norma oficial Mexicana. Determinación de Salmonella en  
18 alimentos. DF, México: Secretaría de Salubridad y Asistencia; 1994.
- 19 18. NOM-041-ZOO. Norma Oficial Mexicana. Campaña nacional contra Brucelosis. DF,  
20 México: Secretaría de Salubridad y Asistencia; 1995.
- 21 19. Salvador A, Igual M, Contreras C, Martínez-Navarrete N, Del Mar-Camacho M.  
22 Effect of the inclusion of citrus pulp in the diet of goats on cheese characteristics.  
23 *Small Rumin Res* 2014; 121: 361-367.
- 24 20. Ryffel S, Piccinali P, Bütikofer U. Sensory descriptive analysis and consumer  
25 acceptability of selected Swiss goat and sheep cheese. *Small Rumin Res* 2008; 79:  
26 80-86.
- 27 21. Schmidt T., M. Schilling, J. Behrends, V. Battula, V. Jackson, R.K. Sekhon and T.  
28 Lawrence. Use of cluster analysis and preference mapping to evaluate consumer  
29 acceptability of choice and select bovine *M. longissimus Lumborum* steaks cooked to  
30 various end-point temperatures. *Meat Sci* 2010; 84: 46-53.

- 1 22. Pagès J, Tenenhaus M. Multiple factor analysis combined with PLS path modeling.  
2 Application to the analysis of relationships between physicochemical variables,  
3 sensory profiles and hedonic judgements. *Chemometr Intell Lab* 2001; 58: 261-273.
- 4 23. Salvador A, Martínez G. Factores que afectan la producción y composición de la  
5 leche de cabra: una revisión bibliográfica. *Rev Fac Cienc Vet*2007; 48: 61-76.
- 6 24. NOM-091-SSA. Norma Oficial Mexicana. Leche. Especificaciones Sanitarias. DF,  
7 México: Secretaría de Salubridad y Asistencia; 1995.
- 8 25. NOM-243-SSA1. Norma Oficial Mexicana. Leche. Especificaciones sanitarias. DF,  
9 México: Secretaría de Salubridad y Asistencia; 2010.
- 10 26. Gómez-Ruiz W, Pinos-Rodríguez JM, Aguirre-Rivera JA, García-López JC. Analysis  
11 of goat milk cheese in a desert rangeland of Mexico. *Pastor Res Policy Pract*2012;  
12 2:2-11.
- 13 27. Martínez HDI, Morales M JA, Peniche CAE., Molina S, Rodríguez C, Loeza L,  
14 Robledo S., Morales A., Flores-Castro F. Use of RB51 vaccine for small ruminant  
15 Brucellosis prevention, in Veracruz, México. *International J Dairy Sci* 2010; 5:10-17.
- 16 28. Kousta M, Matargas M, Skandamis P, Drosinos EH. Prevalence and source of chees  
17 contamination with pathogens at farm and processing levels. *Food Control* 2010; 21:  
18 805-815.
- 19 29. Yamazi AK, Scatamburlo MT, Quintana CV, Konrad BRC, Augusto LN. Long cold  
20 storage influences the microbiological quality of raw goat milk. *Small Rumin Res*  
21 2013; 113:205-210.
- 22 30. Durán L, Sánchez C, Palmero J, Chaparro L, García T, Sánchez E. Caracterización  
23 fisicoquímica y microbiológica de quesos de cabra en Carora, estado Lara,  
24 Venezuela. *Zootecnia Trop* 2010; 28:467-476.
- 25 31. Park YM, Juárez M, Ramos M, Haenlein GFW. Physico-chemical characteristics of  
26 goat and sheep milk. *Small Rumin Res* 2007; 68: 88-113.
- 27 32. Chacón-Villalobos A, Pineda-Castro M. Características químicas, físicas y  
28 sensoriales de un queso de cabra adaptado del tipo “Crottin de Chavignol”. *Agrom*  
29 *Mesoam* 2009; 20: 297-309.

- 1 33. Raynal-Ljutovac K, Gaborit P, Lauret A. The relationship between quality of goat  
2 milk, its technological properties and the quality of the final products. *Small Rumin*  
3 *Res* 2005; 60:167-177.
- 4 34. Inglingstad RA, Steinshamn H, Dagnachew BS, Valentin B, Criscione A, Rukke EO,  
5 Devold TG, Skeie SB, Vegarud GE. Grazing season and forage type influence goat  
6 milk composition and rennet coagulation properties. *J Dairy Sci* 2014; 97: 3800-3814.
- 7 35. Fresno M, Álvarez S. Chemical, textural and sensorial changes during the ripening of  
8 Majorero goat cheese. *Int J Dairy Technol* 2012; 65: 393-400.
- 9 36. Guizani N, Al-Attabi Z, Kasapis S, Mahgoub-Gaafar O. Ripening profile of semi-  
10 hard goat cheese made from pasturized milk. *International Journal of Int J Food Prop*  
11 2006; 9: 523-532.
- 12 37. Peláez P, Fresno M, Rodríguez E, Darías J, Díaz C. Chemometrics studies of fresh  
13 and semi-hard goat's cheese produced in Tenerife (Canary Islands). *Food Chem*  
14 2004; 88: 361-366.
- 15 38. Las Casas LCD, Cerqueria MM, Ferreira GE, Faria Jr L, Lee ND, Carmo SL Rosa  
16 AC. Microbiological, physical-chemical and sensory evaluation of a traditional  
17 Brazilian cheese during the ripening process. *World J. Microb Biot* 2008; 24: 2389-  
18 2395.
- 19 39. Sert D., N. Akin and A. Aktumsek. 2014. Lipolysis in Tulum cheese produced from  
20 raw and pasteurized goat's milk during ripening. *Small Rumin Res* 121:351-360.
- 21 40. Poveda J, Sánchez E, Pérez M, Cabezas L. Volatile composition, olfactometry profile  
22 and sensory evaluation of semi-hard Spanish goat cheese. *Dairy Sci Technol* 2008;  
23 88:355-367.
- 24 41. Espejel JE, Camarena D, Sandoval SA. Alimentos tradicionales en Sonora, México:  
25 factores que influyen en su consumo. *Revista INNOVAR Journal* 2014; 24: 127-139.
- 26 42. Echeverri J, Fernando L. Efecto meteorológico sobre la producción y calidad de la  
27 leche en dos municipios de Antioquia- Colombia. *Rev Lasallista Investig* 2009; 6: 50-  
28 57.

- 1 43. Tejada L, Abellán A, Cayuela JM, Martínez-Cacha A. Sensorial characteristics  
2 during ripening of Murcia al Vino goats milk cheese: the effect of the type of  
3 coagulant used and the size of the cheese. *J Sens Stud* 2006; 21: 333–347.
- 4 44. Karami M, Reza-Ehsani M, Ebrahimzadeh-Mousavi M, Rezaei K, Safari M.  
5 Microstructural changes in fat during the ripening of Iranian Ultrafiltered Feta  
6 cheese. *J Dairy Sci* 2008; 91:4147-4154.
- 7  
8  
9  
10  
11  
12

**Cuadro 6.1.** Procedencia de los quesos y condiciones agroecológicas de las explotaciones.

SPC y Municipio (Codificación del queso)	Precipitación promedio anual (mm)	Altitud (msnm)	°Temperatura promedio anual (°C)	Tipo de alimentación caprino
Dónelo <sup>□</sup> Coatepec (NOC)	1,500	1,208	18	Morera ( <i>Morus alba</i> ), bagazo de naranja ( <i>Citrus sinensis</i> ), Pasto Taiwan <i>Pennisetum purpurem</i> .
Don Luis <sup>•</sup> , Coatepec (BMJ)	1,500	1,239	18	Diversificado, bejuco ( <i>Cissu verticillata</i> y King grass ( <i>Saccharum sinense</i> ).
Enríquez <sup>□</sup> , Perote (DHE)	493.6	2,400	12	Alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> ) y rastrojo de maíz ( <i>Zae mays</i> ).
Rincón del Rio Frio, Tatatila <sup>•</sup> (LIG)	1,346	1,867	20	Bellotas ( <i>Quercus ilex</i> ), pastos Kikuyo ( <i>Pennisetum clandestinum</i> ) y Lolio ( <i>Lolium multiflorum</i> )

□ Sistema Intensivo con alimentación específica y cabras estabuladas; • Sistema semi-intensivo (con alimentación diversificada y cabras en pastoreo); ° INAFED, (15).

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9

**Cuadro 6.2.** Análisis microbiológicos de las leches pasteurizadas.

Leche	MA (LogUFC mL <sup>-1</sup> )	CT (LogUFC mL <sup>-1</sup> )	<i>E. Coli</i> (LogUFC mL <sup>-1</sup> )	<i>S. aureus</i> (LogUFC mL <sup>-1</sup> )	<i>Salmonella</i> spp. (LogUFC mL <sup>-1</sup> )	<i>B.</i> <i>Melitenses</i>
NOC	0 ± 0 <sup>b</sup>	0 ± 0 <sup>c</sup>	ND	0 ± 0 <sup>a</sup>	ND	Negativo
BMJ	3.60 ± 0 <sup>a</sup>	3.36 ± 0.05 <sup>b</sup>	ND	0 ± 0 <sup>a</sup>	ND	Negativo
DHE	3.53 ± 0.08 <sup>a</sup>	4.63 ± 0.04 <sup>a</sup>	ND	0 ± 0 <sup>a</sup>	ND	Negativo
LIG	0 ± 0 <sup>b</sup>	0 ± 0 <sup>c</sup>	ND	0 ± 0 <sup>a</sup>	ND	Negativo

Medias con distinta letra en columna son estadísticamente diferentes (Tukey,  $P \leq 0.05$ ).

± Desviación estándar; ND = No detectado.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19

1 **Cuadro 6.3.** Análisis microbiológico de los quesos madurados.

Queso	MA (LogUFC g <sup>-1</sup> )	CT (LogUFC g <sup>-1</sup> )	<i>E.colli</i> (LogUFC g <sup>-1</sup> )	<i>S.aureus</i> (LogUFC g <sup>-1</sup> )	<i>Salmonella</i> spp. (LogUFC g <sup>-1</sup> )
NOC	3.52 ± 0.11 <sup>d</sup>	0 ± 0 <sup>a</sup>	ND	0 ± 0 <sup>a</sup>	ND
BMJ	4.17 ± 0 <sup>b</sup>	0 ± 0 <sup>a</sup>	ND	0 ± 0 <sup>a</sup>	ND
DHE	4.61 ± 0 <sup>a</sup>	0 ± 0 <sup>a</sup>	ND	0 ± 0 <sup>a</sup>	ND
LIG	3.77 ± 0.06 <sup>c</sup>	0 ± 0 <sup>a</sup>	ND	0 ± 0 <sup>a</sup>	ND

2 Medias con distinta literal en columna son estadísticamente diferentes (Tukey, P ≤ 0.05).

3 ± Desviación estándar; ND = No detectado.

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22



1 **Cuadro 6.4.** Composición fisicoquímica de las leches pasteurizadas.

Leche	Grasa (%)	Densidad (kg m <sup>-3</sup> )	Conductividad (mS cm <sup>-3</sup> )	SNG (%)	Proteína (%)
NOC	5.82 ± 0.02 <sup>a</sup>	1025.23 ± 0.05 <sup>b</sup>	4.29 ± 0.04 <sup>b</sup>	7.91 ± 0.02 <sup>b</sup>	2.59 ± 0.01 <sup>b</sup>
BMJ	4.78 ± 0.07 <sup>c</sup>	1028.06 ± 0.02 <sup>a</sup>	4.04 ± 0.01 <sup>d</sup>	8.51 ± 0.01 <sup>a</sup>	2.87 ± 0 <sup>a</sup>
DHE	3.56 ± 0.01 <sup>d</sup>	1024.76 ± 0.04 <sup>c</sup>	4.18 ± 0.01 <sup>c</sup>	7.41 ± 0.01 <sup>c</sup>	2.39 ± 0.1 <sup>c</sup>
LIG	5.26 ± 0.01 <sup>d</sup>	1013.39 ± 0.01 <sup>d</sup>	4.64 ± 0.02 <sup>a</sup>	4.56 ± 0.01 <sup>d</sup>	1.38 ± 0.01 <sup>d</sup>
Leche	Agua añadida (%)	Lactosa (%)	Punto crioscópico (°C)	Sales (%)	Acidez (g L <sup>-1</sup> )
NOC	0 ± 0 <sup>c</sup>	4.54 b ± 0.01 <sup>b</sup>	-0.57 ± 0 <sup>c</sup>	0.75 ± 0.01 <sup>b</sup>	2.71 ± 0.07 <sup>a</sup>
BMJ	0 ± 0 <sup>c</sup>	4.81 ± 0.01 <sup>a</sup>	-0.61 ± 0 <sup>d</sup>	0.81 ± 0 <sup>a</sup>	1.86 ± 0.09 <sup>c</sup>
DHE	2.53 ± 0 <sup>b</sup>	4.15 ± 0.01 <sup>c</sup>	-0.50 ± 0 <sup>b</sup>	0.70 ± 0 <sup>c</sup>	2.40 ± 0.11 <sup>b</sup>
LIG	37.24 ± 0.11 <sup>a</sup>	2.71 ± 0.01 <sup>d</sup>	-0.32 ± 0 <sup>a</sup>	0.44 ± 0 <sup>d</sup>	1.90c ± 0.05 <sup>c</sup>

2 Medias con distinta literal en columna son estadísticamente diferentes (Tukey, P ≤ 0.05).

3 ± Desviación estándar; ND = No detectado.

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

1 **Cuadro 6.5.** Composición fisicoquímica de los quesos madurados.

Queso	Grasa (%)	Proteína (%)	Humedad (%)	Ceniza (%)	Aw	pH
NOC	39.57 ± 0.42 <sup>b</sup>	15.78 ± 0.37 <sup>c</sup>	29.14 ± 0.55 <sup>c</sup>	2.70 ± 0.10 <sup>c</sup>	0.93 a ± 0.01	4.92 ± 0.01 <sup>a</sup>
BMJ	38.87 ± 0.50 <sup>c</sup>	25.33 ± 0.35 <sup>a</sup>	32.37 ± 0.51 <sup>b</sup>	3.27 ± 0.06 <sup>b</sup>	0.91 b ± 0.01	4.71 ± 0.02 <sup>c</sup>
DHE	39.10 ± 0.20 <sup>bc</sup>	18.97 ± 0.15 <sup>b</sup>	31.97 ± 0.90 <sup>b</sup>	3.17 ± 0.12 <sup>b</sup>	0.91 b ± 0.01	4.7 ± 0.01 <sup>c</sup>
LIG	43.27 ± 0.06 <sup>a</sup>	15.41 ± 0.2 <sup>c</sup>	37.0 ± 0.20 <sup>a</sup>	3.57 ± 0.06 <sup>a</sup>	0.92 b ± 0.01	4.78 ± 0.01 <sup>b</sup>

2 Medias con distinta letra en columna son estadísticamente diferentes (Tukey,  $P \leq 0.05$ ).  
 3 ± Desviación estándar; ND = No detectado.

4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24

1 **Cuadro 6.6.** Parámetros de color de los quesos madurados de cabra.

Queso	L* 0-100	a*Rojo-Verde	b* Amarillo-Azul	C*	H°
NOC	87.58 ± 0.88 <sup>b</sup>	-2.91 ± 0.1 <sup>c</sup>	17.40 ± 0.3 <sup>a</sup>	17.64 ± 0.3 <sup>a</sup>	80.51 ± 0.2 <sup>b</sup>
BMJ	91.28 ± 1.04 <sup>a</sup>	-0.45 ± 0.5 <sup>a</sup>	12.66 ± 0.7 <sup>c</sup>	12.66 ± 0.7 <sup>c</sup>	87.31 ± 1.5 <sup>a</sup>
DHE	82.26 ± 2.9 <sup>c</sup>	-2.30 ± 0.4 <sup>a</sup>	14.50 ± 0.7 <sup>b</sup>	14.76 ± 0.7 <sup>b</sup>	81.04 ± 1.7 <sup>b</sup>
LIG	81.11 ± 2.2 <sup>c</sup>	-3.13 ± 0.5 <sup>a</sup>	12.43 ± 1.6 <sup>c</sup>	12.82 ± 1.7 <sup>c</sup>	75.85 ± 1.5 <sup>c</sup>

2 Medias con distinta literal en columna son estadísticamente diferentes (Tukey, P ≤ 0.05).

3 ± Desviación estándar; ND = No detectado.

4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25

1 **Cuadro 6.7.** Perfil de textura de los quesos madurados.

Queso	Dureza (N)	Fracturabilidad (N)	Cohesión	Adhesividad (Nm)	Gomosidad (N)	Elasticidad	Masticabilidad
NOC	153.05 ± 8.5 <sup>a</sup>	76.53 ± 4.2 <sup>a</sup>	0.51 ± 0.02 <sup>a</sup>	-0.70 ± 0.3 <sup>a</sup>	77.75 ± 1.2 <sup>a</sup>	1 ± 0 <sup>a</sup>	77.75 ± 1.2 <sup>a</sup>
BMJ	130.89 ± 3.4 <sup>b</sup>	65.45 ± 1.7 <sup>b</sup>	0.20 ± 0.1 <sup>c</sup>	-1.96 ± 0.8 <sup>a</sup>	26.04 ± 12.6 <sup>c</sup>	1 ± 0 <sup>a</sup>	26.04 ± 12 <sup>c</sup>
DHE	98.71 ± 3.6 <sup>c</sup>	49.35 ± 1.8 <sup>c</sup>	0.44 ± 0 <sup>b</sup>	-1.37 ± 0.9 <sup>a</sup>	43.29 ± 1.1 <sup>b</sup>	1 ± 0 <sup>a</sup>	43.29 ± 1.1 <sup>b</sup>
LIG	79.54 ± 5.7 <sup>d</sup>	39.77 ± 2.8 <sup>d</sup>	0.47 ± 0.06 <sup>b</sup>	-1.61 ± 0.5 <sup>a</sup>	37.38 ± 7.1 <sup>bc</sup>	1 ± 0 <sup>a</sup>	37.38 ± 7.1 <sup>bc</sup>

2 Medias con distinta letra en columna son estadísticamente diferentes (Tukey,  $P \leq 0.05$ ).

3 ± Desviación estándar; ND = No detectado.

4

5

6

7

8

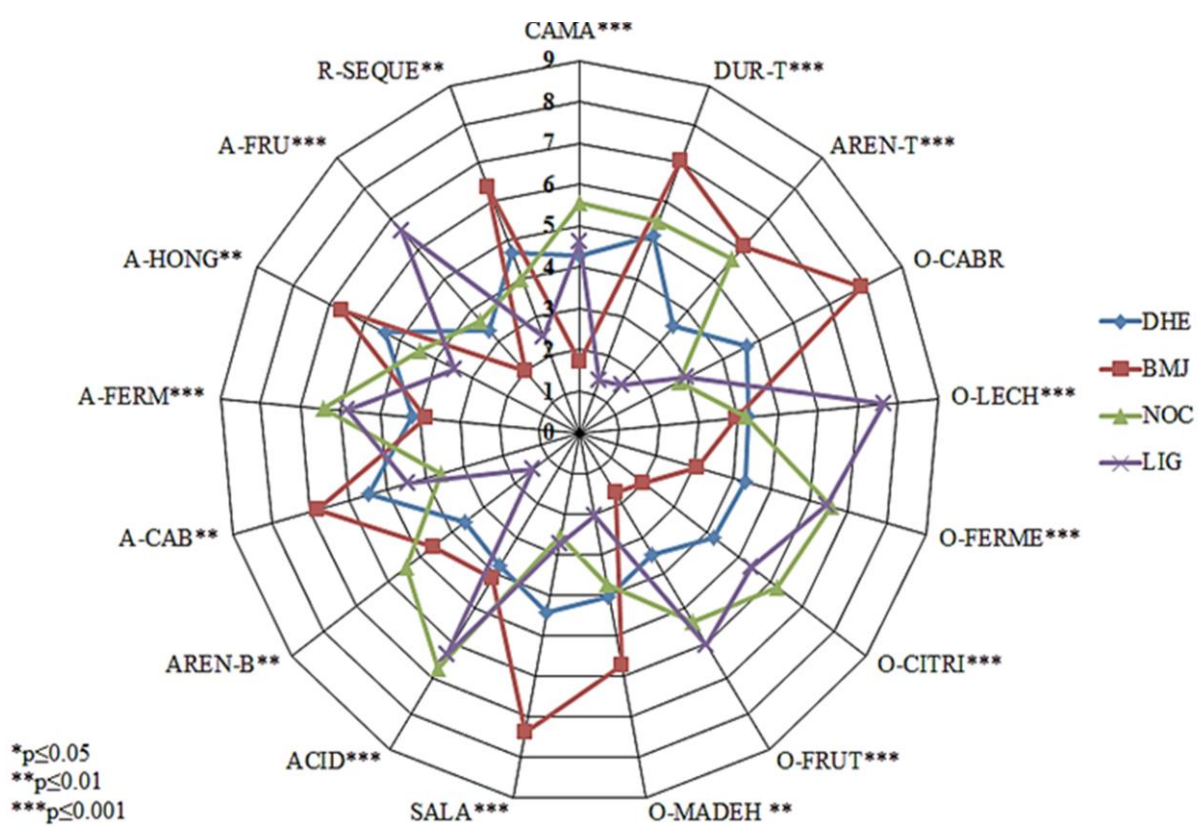
9

10

11

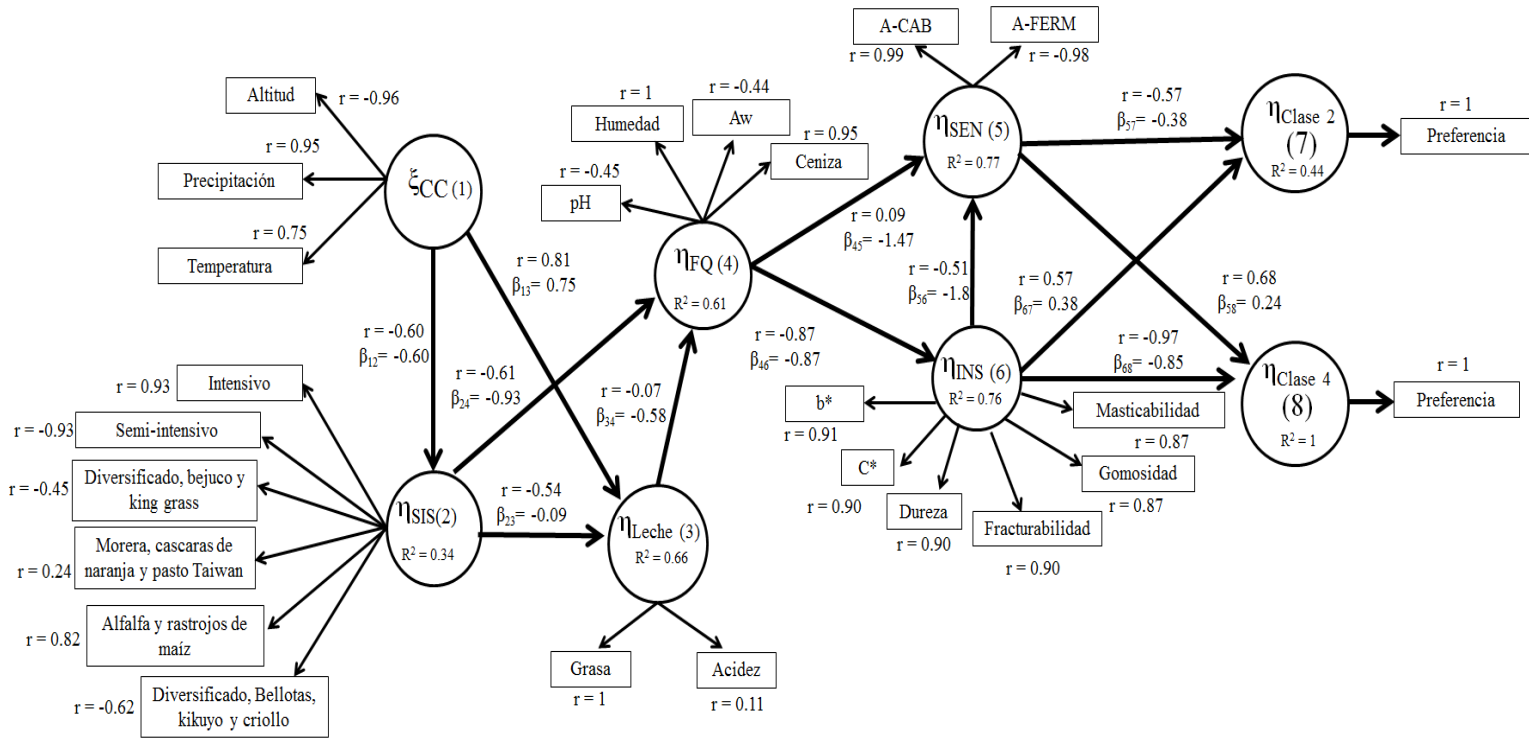
12

13



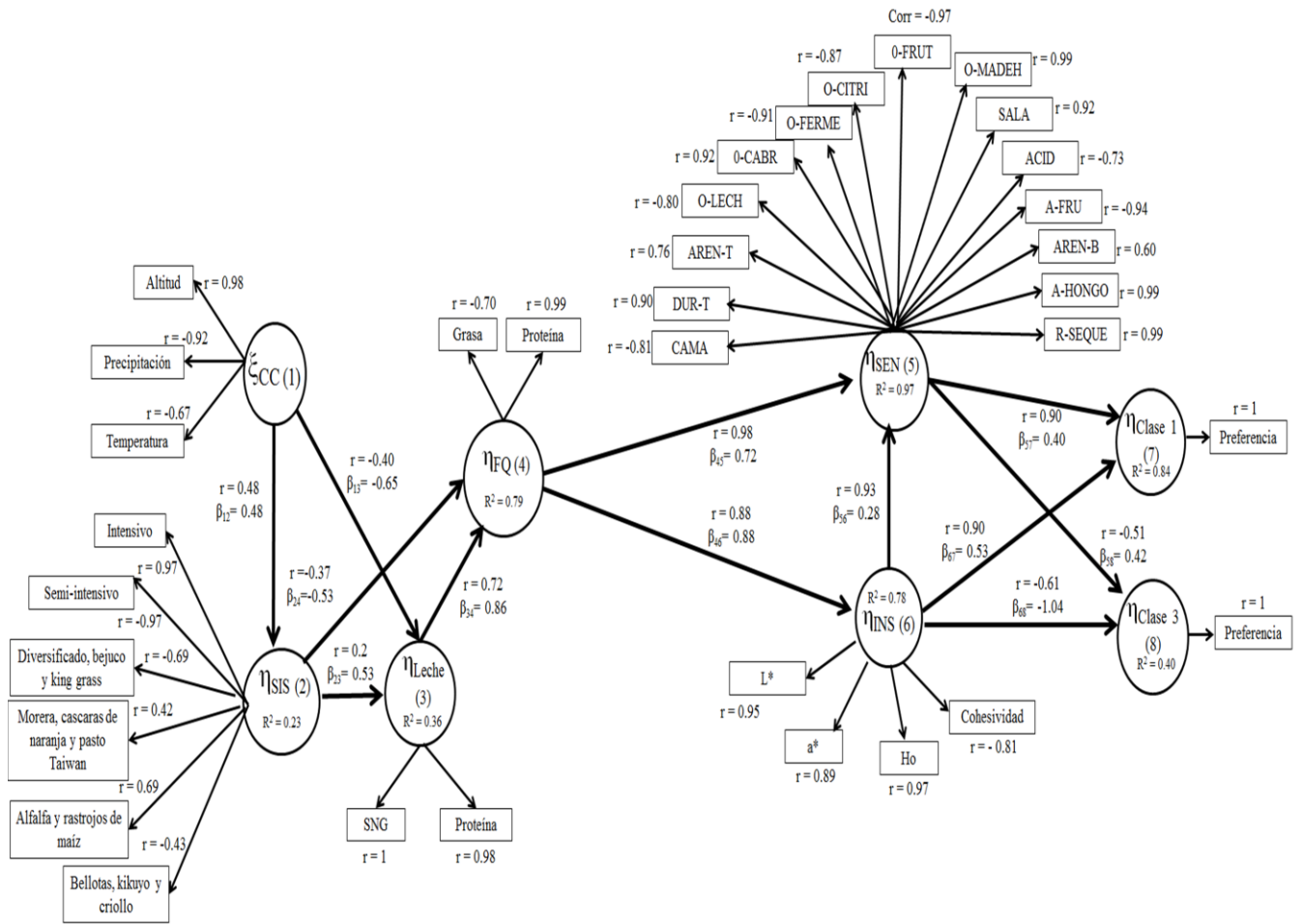
**Figura 6.1.** Perfil sensorial de queso madurado de cabra.

1  
2  
3  
4



5 **Figura 6.2.** Modelo causal uno de queso madurado de cabra respecto al componente  
6 principal uno del AFM.  
7

1



**Figura 6.3.** Modelo causal dos de queso madurado de cabra respecto al componente principal dos del AFM.

2  
3  
4  
5  
6  
7





1 Mn, Se and Zn) and other elements were determined (Ni and Sr) by Microwave Plasma-  
2 Atomic Emission Spectroscopy (MP-AES). The results were evaluated by Analysis of  
3 Variance and Canonical Discriminant Analysis techniques. The results showed differences  
4 ( $P < 0.05$ ) in the contents of elements evaluated between fresh and ripened cheeses. The  
5 content of heavy metals Al, As and Pb exceeded the limits permitted by international and  
6 Mexican standards. The concentration major, essential elements and other elements are  
7 consistent with other research. The geographical origin of the cheeses of Veracruz was  
8 determined using nine elements (Al, K, Mg, Mn, Na, Pb, Se, Sr, and Zn) and a correct  
9 classification rate of 100%.

10 **Key words:** Heavy metals, essential elements, major elements, MP-AES

### 11 **7.1. Introducción**

12 La producción de leche de cabra a nivel mundial es menor en comparación con la  
13 producción de leche bovina (1). Los productos elaborados a base de leche de cabra, como  
14 los quesos, son considerados una fuente excelente de proteínas, lípidos, vitaminas, así como  
15 de elementos minerales (2 -3). Este último componente tiene una gran importancia por dos  
16 razones, la primera se debe a que pueden ser vistos como parte importante para el correcto  
17 funcionamiento metabólico del organismo y el segundo está orientado a los efectos nocivos  
18 generados por el consumo de metales pesados como Al, As, Cd, Pb (4). En este sentido,  
19 Moreno-Rojas et al. (5), Elbarbary y Hamouda (6) e Ibrahim y Mehanna (7) mencionan que  
20 las personas que consumen quesos artesanales con contenidos altos de metales pesados  
21 pueden presentar cuadros clínicos como lesiones neurológicas, toxicidad cardiovascular,  
22 inestabilidad del sistema nervioso central, efectos gastrointestinales, vómitos, interferencia  
23 con sistemas enzimáticos responsables de la síntesis del grupo hemo en los eritrocitos y  
24 efectos posteriores durante el embarazo, lactancia y osteoporosis; esto como respuesta a la  
25 acumulación de Pb en los huesos. Sin embargo, el contenido de los elementos (traza o  
26 metálicos) en quesos artesanales de cabra puede verse modificado por diversos factores  
27 como las condiciones agro-climáticas, la composición de la dieta de las cabras, el genotipo  
28 de los animales, el uso de químicos aplicados a la agricultura, las proximidades a centros  
29 urbanos e industrias y el uso de equipos para la elaboración de los quesos (8 -11). Cabe  
30 mencionar que el análisis multi-elementos en quesos artesanales de cabra también ha

1 permitido el desarrollo del enfoque de Origen Geográfico (OG) en estos alimentos. Este  
2 tipo de enfoque es un tópico importante dentro del contexto de seguridad alimentaria,  
3 calidad, trazabilidad y protección del consumidor (3, 12). Este enfoque ha sido aplicado en  
4 diversos quesos de España con Denominación de Origen (3, 13 - 16), Egipto (10) y  
5 Eslovenia (12). En México, principalmente en la zona montañosa central y el altiplano del  
6 estado de Veracruz, la producción de leche de cabra oscila entre 20,351 l día<sup>-1</sup> y está  
7 destinada para la elaboración de quesos artesanales de cabra frescos y madurados (17).  
8 Estos productos son considerados representativos de esta zona debido al alto potencial de  
9 comercialización, lo que representa fuentes de empleo para los principales actores sociales  
10 involucrados en su elaboración (18). Sin embargo, estos quesos artesanales no han sido  
11 analizados desde la perspectiva de análisis multi-elementos y el enfoque de OG. En base a  
12 lo anterior, el objetivo del presente estudio fue realizar un análisis multi-elementos en  
13 quesos artesanales frescos y madurados de cabra producidos en localidades o municipios de  
14 Veracruz para cuantificar los tipos de elementos presentes y la corroboración de su Origen  
15 Geográfico.

## 16 **7.2. Materiales y métodos**

### 17 7.2.1. Muestras: Origen de las muestras y procesamiento de los quesos

18 Se analizaron un total de ocho quesos artesanales, cuatro frescos y cuatro madurados  
19 elaborados en Unidades de Producción Caprinas (UPC) originarias de los municipios o  
20 localidades de Pacho Viejo, Coatepec, Perote y Tatatila. Estos lugares se localizan en la  
21 región geográfica central montañosa y el altiplano de Veracruz. Las etapas de manufactura  
22 de los quesos artesanales son las siguientes: 1) la leche de cabra después del ordeño fue  
23 sometida a un tratamiento térmico (pasteurización) a 63 °C por 30 min y posteriormente  
24 enfriada a 37 °C; 2) Se añadió cuajo comercial en proporción de 30 mL100 l<sup>-1</sup>; transcurrido  
25 un tiempo de 45 min, se realizó el corte de la cuajada; 3) la cuajada fue moldeada en  
26 cilindros de cloruro de polivinilo (PVC) y posteriormente se usó una prensa de madera para  
27 ejercer a cada molde una presión de 2 kg de fuerza kg<sup>-1</sup> de queso durante un tiempo de 7 h;  
28 4) finalmente, los quesos se sumergieron en una solución de salmuera (28% de NaCl) y  
29 puestos a temperatura ambiente (25 °C ± 2 °C) durante dos días para obtener los quesos  
30 frescos. Para la obtención de los quesos madurados se inoculó *Penicillium candidum* en los

1 quesos frescos y posteriormente se almacenaron en cavas por un tiempo de siete semanas a  
2 una temperatura de  $16 \pm 2$  °C y humedad de 80-85%.

### 3 7.2.2. Preparación de la muestra y procedimiento analítico

4 El método de digestión para la obtención de los elementos se realizó por vía seca; para tal  
5 efecto, dos gramos de cada queso fueron calcinados a 550 °C en una mufla por un tiempo  
6 de 5 h (método 935.42, 19). Los reactivos empleados en la digestión para la mineralización  
7 fueron HCl y HNO<sub>3</sub> (65%) grado suprapuro de la marca Merck (Darmstadt, Germany).  
8 Posteriormente, las cenizas fueron disueltas con 4 ml de HCl 3M y aforadas a 25 ml con  
9 HNO<sub>3</sub> al 1%. Las concentraciones de metales pesados (Al, As, Cd y Pb), elementos  
10 mayoritarios (Ca, K, Na y Mg), esenciales (Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Se y Zn) y otros elementos  
11 (Ni y Sr) fueron analizados mediante un equipo Espectrómetro de Emisión Atómica de  
12 Plasma inducido por Microondas (MP-AES) modelo 4200MP-AES y acoplado a un  
13 generador de nitrógeno PEAK GENIUS 3055 (Agilent Technologies, New Castle,  
14 Delawere, USA). El equipo MP-AES se utilizó bajo las condiciones de operación (flujo de  
15 nebulizador y las longitudes de onda por elemento) indicadas en el Cuadro 7.1. Las curvas  
16 de calibración se realizaron con soluciones multi-elementos Al, As, Cd, Co, Cu, Cr, Mn,  
17 Ni, Pb, Sr, Se y Zn ( $100 \text{ mg L}^{-1}$ ) y Ca, Fe, K, Mg y Na ( $500 \text{ mg L}^{-1}$ ) de la marca Agilent,  
18 Technologies (New Castle, Delawere, USA). Las soluciones multi-elementos se diluyeron  
19 en un rango concentraciones de  $0.1\text{-}5 \text{ mg L}^{-1}$  para Al, As, Cd, Co, Cu, Cr, Mn, Ni, Pb, Sr,  
20 Se y Zn y  $0.1\text{-}10 \text{ mg L}^{-1}$  para Ca, Fe, Mg y Na. Los valores de coeficiente de correlación de  
21 las curvas por elemento fueron de 0.99. Las determinaciones de cada elemento fueron  
22 realizadas seis veces para tener resultados reproducibles y confiables.

### 23 7.2.3. Análisis estadístico

24 El análisis preliminar de los datos consistió en la aplicación de un Análisis de varianza  
25 (ANDEVA) de una vía (tipo de queso) para cada elemento evaluado y seguido de una  
26 prueba *post hoc* de Tukey's para probar la significancia de las diferencias entre las  
27 muestras. Posteriormente, se realizó un Análisis Canónico Discriminante (ACD), método  
28 *paso a paso*, por variable cualitativa considerada (Tipo de queso, fresco y madurado) para  
29 evaluar la diferenciación de los quesos en función del perfil de multi-elementos y obtener  
30 los elementos que contribuyen a definir los quesos frescos y madurados de la zona

1 geográfica de estudio. La significancia estadística de las funciones discriminantes fue  
2 evaluada por la prueba de Lambda de Wilk's ( $\lambda$ ); asimismo, se determinó el porcentaje (%)  
3 de muestras clasificadas correctamente y una validación cruzada (3, 10, 13, 16). Las  
4 pruebas de ANDEVA y Tukey's se realizaron con el software STATGRAPHIC PLUS®  
5 versión 5.2 (Statistical Graphics Corp, USA). Las pruebas ACD se efectuó mediante el  
6 procedimiento *Proc candisc* del software SAS® versión 9.4 (2002-2012) (SAS Institute  
7 Inc., Cary, NC, USA).

### 8 **7.3. Resultados y discusión**

#### 9 7.3.1. Análisis preliminar: Análisis por tipo de elementos

10 Las concentraciones de los elementos determinados en los quesos artesanales se muestran  
11 en el Cuadro 7.2. El resultado de ANDEVA mostró que solamente ocho elementos (Pb, Al,  
12 Zn, Se, Sr, Mn, Na y K) cuantificados mostraron diferencias significativas entre los quesos  
13 frescos y madurados ( $P < 0.05$ ); mientras que los elementos Cd, Co y Ni resultaron no  
14 detectables en los quesos de estudio, debido probablemente, a que se encontraban por  
15 debajo de los límites de detección establecidos en el procedimiento analítico (5). Los  
16 quesos madurados presentaron concentraciones mayores ( $P < 0.05$ ) de los minerales Pb, Al,  
17 Mn, Mg, Na y K; este efecto puede deberse a los cambios en las fracciones proteica, o al  
18 efecto de deshidratación ocurrido durante el proceso de maduración; ambos efectos  
19 pudieron ocasionar una concentración mayor de los elementos (13). Las concentraciones  
20 mayores presentes en los quesos madurados, pueden ser asociadas con la retención de dicho  
21 elemento en las redes de caseínas (20). Los contenidos mayores de Zn en los quesos frescos  
22 pueden deberse a la asociación de dicho elemento con las albúminas y otras proteínas del  
23 suero (13). Los contenidos encontrados de los metales pesados As y Pb, exceden los límites  
24 máximos permitidos de  $0.2 \text{ mg kg}^{-1}$  (As) y  $0.020\text{-}0.5 \text{ mg kg}^{-1}$  (Pb) indicados en las normas  
25 internacionales CODEX-STAN 193, (21), Commission Regulation (EC)-1881, (22) y NOM-  
26 243-SSA-1, (23). Esta misma situación ha sido reportada por (2) quien reportó valores de  
27 Pb en un rango de  $0.31\text{-}1.2 \text{ mg kg}^{-1}$  en diferentes quesos artesanales de Turquía. Asimismo,  
28 Shahbazi et al. (24) reportaron valores de  $0.0145 \text{ mg kg}^{-1}$  de Pb en quesos elaborados en  
29 diferentes regiones de Irán. Las altas concentraciones de Pb y As, pueden deberse a los  
30 niveles de contaminación ambiental presentes en la zona urbana aledaña a los sitios de

1 producción de los quesos artesanales (9). En contraste, los contenidos de Al obtenidos están  
2 por debajo de los límites detectados por (7) quienes reportaron valores de  $8.20 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  en  
3 quesos de cabra Domiati de Egipto. La detección de Al en los quesos artesanales de este  
4 estudio, puede ser asociado con el contacto directo del alimento y los utensilios usados  
5 durante su procesamiento (1). Además, la detección de contenidos altos de elementos  
6 mayores pudieron deberse al uso del método de salado por inmersión (salmuera al 28%)  
7 aplicada en la producción de los quesos en estudio; este método de salado causa una  
8 difusión del NaCl dentro de la matriz del queso, lo que favorece la liberación de agua y  
9 mayor concentración de estos elementos (16). Solamente los elementos Ca y Mg fueron  
10 similares ( $P < 0.05$ ) entre ambos tipos de quesos; este efecto también fue observado por  
11 (20, 25) en quesos de cabra frescos y madurados. Los valores obtenidos de los elementos  
12 mayores se encuentran dentro de los rangos reportados en otras investigaciones; Moreno-  
13 Rojas et al. (3) obtuvieron concentraciones en el orden de 1,536-9,389; 920-1,291; 174-826  
14 y 1,002-8,927  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  para Ca, K, Mg y Na, respectivamente, en 22 diferentes quesos  
15 artesanales con Denominación de Origen (DO) de España. Osorio et al. (10) evaluaron  
16 quesos de Egipto y encontraron rangos de concentraciones entre 6,583-7,569; 1,152-2,039;  
17 236-350 y 7952-16,193  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  para Ca, K, Mg y Na, respectivamente. Las  
18 concentraciones de Cu, Fe, y Zn encontradas en esta investigación son superiores a los  
19 encontrados por (4); estos autores determinaron concentraciones de Cu, Fe y Zn en quesos  
20 Tulum de la ciudad de Kargi Distrito de Corum, Turquía y reportaron valores de  $\text{Cu} = 0.29$ ;  
21  $\text{Fe} = 0.20$  y  $\text{Zn} = 0.28 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  en quesos frescos; mientras que en los quesos madurados  
22 dichos niveles se encontraron en  $\text{Cu} = 0.39$ ,  $\text{Fe} = 0.41$  y  $\text{Zn} = 0.33 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Los valores de  
23 Se de esta investigación son bajos comparados con los obtenidos por (20) quienes  
24 reportaron 72.9 y 152  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  en quesos frescos y madurados de las Islas Canarias, España.  
25 Los valores de Cr y Mn son mayores y menores, respectivamente, a los reportados por  
26 Mostafa (26) quienes encontraron concentraciones de 0.026 y 1.39  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  de Cr y Mn en  
27 quesos Domiati de Egipto. De acuerdo con los valores encontrados de los elementos  
28 esenciales, Bou-Khouzam et al. (27) y Kirdar et al. (4) mencionaron que la ingesta diaria de  
29 Cu, Fe, Mn, Zn en adultos debe estar en un rango de 3-5; 8-15; 2-5 y 11( $\text{mg}\cdot\text{dia}^{-1}$ ),  
30 respectivamente, en el caso de Cr y Se la ingesta diaria recomendada de 0.04 y 0.055 mg

1 dia<sup>-1</sup>, respectivamente (28). De acuerdo con los datos obtenidos, un adulto sano puede  
2 cubrir parte de sus requerimientos diarios de los minerales esenciales mediante el consumo  
3 de estos quesos artesanales (4). En el caso de otros elementos como el Sr, los valores  
4 encontrados son bajos con los reportados por Ibrahim y Mehanna (7) de 13 mg kg<sup>-1</sup>; Osorio  
5 et al. (10) obtuvieron concentraciones de Sr entre 6.74-25.15 mg kg<sup>-1</sup>. La presencia de Sr en  
6 los quesos de estudio puede relacionarse con la contaminación química, debido al uso de  
7 fertilizantes agrícolas, ya que diferentes elementos como el Sr y Pb son arrastrados (o  
8 dispersados) por diferentes medios como el viento, polvo o agua al forraje para las cabras  
9 (1, 7). Asimismo, las diferencias en las concentraciones de todos los elementos analizados  
10 respecto a otras investigaciones puede deberse a factores como la época de elaboración de  
11 los quesos, factores genéticos, diferencias regionales, el tipo de alimentación de las cabras y  
12 los contenidos de proteína y grasa de la leche producida (1, 11).

### 13 7.3.2. Análisis Canónico Discriminante (ACD): Origen Geográfico por tipo de quesos, 14 quesos frescos y madurados

15 Los resultados del ACD determinaron diferencias entre quesos frescos y madurados; esto  
16 quedó confirmado por el valor de Mahalanobis = 220.43 (P < 0.001) que demuestra lo antes  
17 mencionado. Los porcentajes de clasificación y validación cruzada de los quesos fue del  
18 100% (Cuadro 7.3). Los resultados del análisis paso a paso (*stepwise*) indicaron que solo  
19 nueve elementos (Al, K, Mg, Mn, Na, Pb, Se, Sr y Zn) de 17 elementos, permiten  
20 diferenciar de manera general ambos tipos de quesos. Los elementos seleccionados  
21 muestran una concordancia alta con la selección de elementos en quesos artesanales de  
22 cabra y usando la misma técnica de selección (*stepwise*). Coincidiendo con lo anterior,  
23 Peláez-Puerto et al. (13) determinaron los elementos Na, Zn y Se cómo marcadores de  
24 origen de los quesos de cabra producidos en las Islas Canarias. Asimismo, Almanera et al.  
25 (14) concluyeron que los elementos Ca, Cu, K, Fe, Na, P y Zn son indicadores de  
26 originalidad de los quesos de cabra Majorero de España. También Moreno-Rojas et al. (3,  
27 16) señalaron que algunos elementos como K, Mg, Mn, Na y Zn permiten distinguir  
28 diferentes quesos producidos del norte y sur de España, respecto a otros quesos elaborados  
29 en otras zonas geográficas. Mientras, Osorio et al. (10) demostraron que solamente tres  
30 elementos (K, Mn y Sr) resultaron marcadores de autenticidad en el queso de Halloumi

1 procedente de Egipto. Necemer et al. (12) encontraron que los elementos P, S, K, Cl, Ca y  
2 Zn como elementos distintivos de origen geográfico de quesos de vaca, cabra y oveja  
3 producidos en Eslovenia. La Figura 7.1a presenta las dos primeras funciones canónicas que  
4 explican el 92.45% de la varianza entre tipos de manera significativa ( $\lambda$  de Wilk's  $< 0.3$ ,  $P$   
5  $< 0.0001$ ). Mediante la primera función canónica discriminante, opone a los quesos frescos  
6 Tatatila y Coatepec contra los quesos Pacho Viejo y Perote indicando una clara separación  
7 de los cuatro lugares productores de quesos fresco de cabra. La confirmación de dicha  
8 separación quedó confirmada por los valores de distancia de Mahalanobis Tatatila-  
9 Coatepec (17,102,  $P < 0.0001$ ), Tatatila-Pacho Viejo (22,711,  $P < 0.0001$ ), Tatatila-Perote  
10 (22,829,  $P < 0.0001$ ), Coatepec-Pacho Viejo (20,571,  $P < 0.0001$ ) y Coatepec-Perote  
11 (17,102,  $P < 0.0001$ ). Comparando los quesos madurados, la Figura 7.1b muestra las  
12 primeras dos funciones canónicas discriminantes significativas ( $\lambda$  de Wilk's  $< 0.3$ ,  $P <$   
13  $0.0001$ ) que explican el 94.61 y 3.15% de la varianza; asimismo, se observa una  
14 diferenciación clara entre los diferentes lugares productores de quesos madurados.  
15 Mediante la primera función canónica, los quesos madurados producidos en Tatatila se  
16 diferencian al resto de los quesos madurados. Esta diferenciación quedó confirmada por las  
17 distancia de Mahalanobis: Coatepec-Tatatila (5,539,  $P < 0.0001$ ), Pacho Viejo-Tatatila  
18 (6,678,  $P < 0.0001$ ), Perote-Tatatila (4,189,  $P < 0.0001$ ), Coatepec-Pacho Viejo (308.77,  $P$   
19  $< 0.0001$ ), Coatepec-Perote (155.04,  $P < 0.0001$ ) y Pacho Viejo-Perote (399.80,  $P <$   
20  $0.0001$ ). Los resultados del procedimiento *stepwise* mostraron que los elementos Al, Ca,  
21 Cu, Fe, K, Mn, Mg, Na, Pb, Se, Sr y Zn son considerados como marcadores de autenticidad  
22 de los quesos frescos, mientras que los elementos Al, Ca, Cu, Cr, K, Mg, Mn, Se, Sr y Zn  
23 permiten diferenciar entre los quesos madurados artesanales de cabra analizados del estado  
24 de Veracruz. Estos resultados son consistentes con lo reportado por Peláez-Puerto et al.  
25 (13), quienes concluyeron que el grupo de elementos conformados por Ca, Cu, Fe, K, Mg y  
26 Zn, así como el grupo de elementos Ca, Fe, Mg, Se y Zn fueron considerados como  
27 marcadores de autenticidad de quesos frescos y madurados de las Islas Canarias. Asimismo,  
28 Ledesma et al. (15) analizaron los quesos Palmeros (con Denominación de Origen  
29 Protegida) frescos y madurados e identificaron los elementos Ca y P (en quesos frescos) así  
30 como Ca, Na, Mg, Cu, Se y Zn (quesos madurados) como indicadores de autenticidad. Para

1 ambos tipos de quesos, se obtuvo un porcentaje de clasificación del 100% y la validación  
2 cruzada determinó que ningún queso fue removido de su grupo inicial. Mediante este  
3 estudio se identificó la existencia de algunos metales pesados como As y Pb en estos  
4 quesos, que aun en concentraciones bajas, estos metales representan un riesgo potencial  
5 para los consumidores. Este resultado resalta la importancia de realizar otros estudios que  
6 permitan determinar la fuente de origen de estos metales y considerar estrategias para  
7 minimizar sus niveles en estos productos. En el aspecto nutricional, se determina que el  
8 consumo de esos quesos artesanales, contribuye de manera importante a cubrir los  
9 requerimientos necesarios para el consumidor en los elementos esenciales cuantificados.  
10 Respecto a la determinación de origen geográfica de los quesos artesanales, el Análisis  
11 Canónico Discriminante mostró que nueve elementos pueden ser considerados como  
12 marcadores de autenticidad de los quesos artesanales de cabra del estado de Veracruz, en  
13 donde los elementos Al, Ca, Cu, Fe, K, Mn, Mg, Na, Pb, Se, Sr y Zn asociados con los  
14 quesos frescos y los elementos Al, Ca, Cu, Cr, K, Mg, Mn, Se, Sr y Zn asociados con los  
15 quesos madurados, los cuales permiten diferenciar entre estos tipos de quesos. De manera  
16 particular el ACD de los quesos frescos, permitió diferenciar los quesos elaborados en  
17 Pacho Viejo y Perote contra los quesos de Coatepec y Tatatila asimismo los quesos  
18 madurados de Tatatila demostraron mayores diferencias al resto de los quesos. Los  
19 resultados mostrados contribuyen a respaldar a los productores de estos quesos con la  
20 posibilidad de conseguir un sello de calidad como una Marca Colectiva o la Denominación  
21 de Origen, y con ello proteger, revalorizar y promover estos productos locales.

## 22 **Agradecimientos**

23 Al Fideicomiso de Administración e Inversión No. 167304 y al Consejo Nacional de  
24 Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca mixta doctoral del primer autor. Al Instituto  
25 Tecnológico de Mérida y a la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma  
26 de Yucatán por el apoyo efectuado para las determinaciones multi-elementos.

## 27 **7.4. Referencias**

- 28 1. Güller, Z. 2007. Levels of 24 minerals in local goat milk, its strained yogurth and  
29 salted yogurth (tzulu yogurt). *Small Rumin Res* 71: 130-137.



- 1 2. Mendil D. Mineral and trace metal levels in some cheese collected from Turkey.  
2 Food Chem 2006; 96: 532–537.
- 3 3. Moreno-Rojas R., Sánchez-Segarra PJ, Cámara-Martos F, and Amaro-López M.  
4 Multivariate analysis techniques as tools for categorization of Southern Spanish  
5 cheeses: nutritional composition and mineral content. Eu Food Res 2010; 231: 841-  
6 851
- 7 4. Sevgi-Kirdar S, Kose S, Gun I, Ocak E, Kursun O. Do consumption of Kargi Tulum  
8 cheese meet daily requirements for minerals and trace elements?. Mljekarstvo 2015;  
9 65: 203-209.
- 10 5. Elbarbary HA, Hamouda AF. Variations in some heavy metals level during  
11 processing of soft cheese. Food Measure 2013; 7: 194-198.
- 12 6. Ibrahim E, Mehanna NM. Determination of some minerals and trace elements content  
13 in domiati cheese by ICP-MS after microwave digestion. Indian J Dairy Sci 2015; 68:  
14 334-340.
- 15 7. ElSayed-Elham, M, Bradran-Saana M, Mostafa-Amr A, Hamed Ahmed M.  
16 Evaluation of the factors influencing the content and retention of selected heavy metals  
17 in milk and some dairy products. Int J Dairy Sci 2011; 6: 305-313.
- 18 8. Kodrik L, Wagner L, Imre K., Polyak KF, Beyensei F, Husveth, F. The effect of  
19 highway on heavy metal content of cow milk and cheese. Hung J Ind Chem 2001; 39:  
20 15-19.
- 21 9. Osorio MT, Koidis A, Photis P. Major trace elements in the milk and Halloimi cheese  
22 as marker for the authentication of goat feeding regimes and geographical origin. Int J  
23 Dairy Technol 2015; 68: 573-581.
- 24 10. Ozbek N, Akman S. Microwave plasma atomic emission spectrometric determination  
25 of Ca, K, and Mg in various cheese varieties. Food Chem 2016; 192: 295-298.
- 26 11. Necemer M, Potocnik D, Ogrinic N. Discrimination between Slovenian cow, goat and  
27 sheep milk and cheese according to geographical origin using a combination of  
28 elemental content and stable isotope data. J Food Comp Anal 2016; 52: 16-23.

- 1 12. Peláez-Puerto P, Fresno-Baquero M, Rodríguez-Rodríguez E, Darías-Martín J,  
2 Díaz-Romero C. Chemometric studies of fresh and semi-hrd goat´s cheese produced  
3 in Tenerife (Canary Island). *Food Chem* 2004; 88: 361-366.
- 4 13. Almanera FJ, Álvarez S, Darías J, Rodríguez E, Díaz C, Fresno, M. Efecto de la  
5 maduración en la composición mineral de los quesos de cabra majorera. *Arch Zootec*  
6 2007; 56: 667-671.
- 7 14. Ledesma L, Fresno M, Álvarez S, Darías J, Rodríguez E, Díaz C. Cambios de la  
8 composición mineral de quesos de cabra en función de la dieta y el cuajo usado. *Arch*  
9 *Zootec* 2007; 56: 719-723.
- 10 15. Ledesma L, Fresno M, Álvarez S, Darías J, Rodríguez E, Díaz C. Cambios de la  
11 composición mineral de quesos de cabra en función de la dieta y el cuajo usado. *Arch*  
12 *Zootec* 2007; 56: 719-723.
- 13 16. Moreno-Rojas R, Cámara-Martos F, Sánchez-Segarra PJ, Amaro-López M. Influence  
14 of manufacturing conditions and discrimination of Northern Spanish cheeses using  
15 multi-element analysis. *Int J Dairy Technol* 2012; 64: 594-602.
- 16 17. INEGI. Censos Agropecuarios. 2007.  
17 <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/agro/default.aspx>, Accessed 24  
18 April 2016.
- 19 18. Ramírez-Rivera EJ, Juárez-Barrientos JM, Rodríguez-Miranda J, Díaz-Rivera P,  
20 Ramón-Canul LG, Herrera-Corredor JA, Hernández-Serrano MI, Herman-Lara E.  
21 Typification of a goat fresh cheese of Mexico by path models. *Turk J Vet Anim Sci*  
22 2016: doi: 10.3906/vet-1605-66.
- 23 19. AOAC. *Official Methods of Analysis*. 18th ed. Washington, DC, USA:  
24 Association of Official Analytical Chemists International; 2000.
- 25 20. Herrera-García MI, Peláez-Puerto P, Fresno-Baquero M, Rodríguez-Rodríguez E,  
26 Darías-Martín J, Díaz-Romero C. Mineral and trace element concentrations of dairy  
27 products from goat´s milk produced in Tenerife (canary Island). *Int Dairy J* 2006; 16:  
28 182-185
- 29 21. CODEX-STAN 193. Norma general del CODEX para los contaminantes y las toxinas  
30 presentes en los alimentos y piensos; 1995.

- 1 22. Commission Regulation (EC)-1881. Setting maximum levels for certain contaminants  
2 in foodstuffs; 2006.
- 3 23. NOM-243-SSA1. Norma Oficial Mexicana. Leche. Especificaciones sanitarias. DF,  
4 México: Secretaría de Salubridad y Asistencia; 2010.
- 5 24. Shahbazi Y, Ahmadi F, Fakhari F. Voltammetric determination of Pb, Cd, Zn, Cu and  
6 Se in milk and dairy products collected from Iran: An emphasis on permissible limits  
7 and risk assessment of exposure to heavy metals. *Food Chem* 2016; 192: 1060-1067.
- 8 25. González-Martin I, Hernández-Hierro JM, Revilla I, Vivar-Quintana A, Lobos-  
9 Ortega I, González Pérez C. Changes in the mineral in cheese of different  
10 composition during 6 months of ripening. *Czech J. Food Sci* 2009; 27: S114-S118.
- 11 26. Mostafa MBM, Okasha AA, Abou-Zied NA, Kawady EAM. Prevalence of heavy  
12 metals pollution in milk and some dairy products in some governorates of Egypt. In:  
13 11th Egyptian Conference. Cairo, Egypt: Dairy Scie Techn; 2010. pp . 309-319,
- 14 27. Bou-Khouzam R, Pohl P, Lobinski, R. Bioaccessibility of essential elements from  
15 White cheese, bread, fruit and vegetables. *Talanta* 2011; 86: 425-428.
- 16 28. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for  
17 Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids. National Academy Press,  
18 Washington, DC. 2000.

19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30

1 **Cuadro 7.1.** Condiciones de operación del equipo MP-AES.

Tipo de elemento	Flujo del nebulizador mL min <sup>-1</sup>	Longitud de onda (nm)
Pesados		
Pb	0.40	405.781
As	0.55	193.695
Cd	0.55	228.802
Al	1	396.152
Mayores		
Ca	0.55	393.366
Mg	0.75	285.293
K	0.95	766.491
Na	0.90	588.995
Esenciales		
Co	0.70	340.512
Cu	0.70	324.754
Cr	0.95	425.433
Fe	1	371.933
Mn	0.95	403.076
Se	0.55	196.026
Zn	0.45	213.857
Otros elementos		
Ni	0.70	352.454
Sr	0.55	407.771

2

1 **Cuadro 7.2.** Valores promedios por elemento y tipo de quesos (mg kg<sup>-1</sup> base húmeda).

Tipo de elemento	Fresco	Madurado	P
Pesados			
Pb	2.42 ± 0.78 <sup>b</sup>	3.39 ± 0.49 <sup>a</sup>	***
As	0.53 ± 0.75 <sup>a</sup>	0.68 ± 0.51 <sup>a</sup>	ns
Cd	N.D.	N.D.	-
Al	2.16 ± 1.58 <sup>b</sup>	4.01 ± 3.10 <sup>a</sup>	**
Mayores			
Ca	6,916.15 ± 940.91 <sup>a</sup>	6,453.13 ± 1494.48 <sup>a</sup>	-
Mg	361.46 ± 61.78 <sup>a</sup>	405.21 ± 104.58 <sup>a</sup>	-
K	1,118.23 ± 292.27 <sup>b</sup>	1,456.25 ± 595.13 <sup>a</sup>	**
Na	5,421.88 ± 3032.10 <sup>b</sup>	6,787.50 ± 1320.15 <sup>a</sup>	*
Esenciales			
Co	N.D.	N.D.	-
Cu	1.91 ± 0.40 <sup>a</sup>	2.12 ± 0.37 <sup>a</sup>	-
Cr	0.06 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.06 ± 0.02 <sup>a</sup>	-
Fe	115.63 ± 8.45 <sup>a</sup>	114.58 ± 4.76 <sup>a</sup>	-
Mn	0.28 ± 0.07 <sup>b</sup>	0.45 ± 0.23 <sup>a</sup>	**
Se	9.15 ± 2.79 <sup>b</sup>	11.99 ± 1.81 <sup>a</sup>	***
Zn	19.04 ± 1.69 <sup>a</sup>	15.44 ± 4.36 <sup>b</sup>	**
Otros elementos			
Ni	N.D.	N.D.	-
Sr	4.22 ± 0.93 <sup>a</sup>	2.79 ± 0.50 <sup>b</sup>	***

2 P: probabilidad, N.D. no detectado, ns no significativo, Literales en filas indican  
3 diferencia, \* P < 0.05; \*\* P < 0.01; \*\*\* P < 0.001.

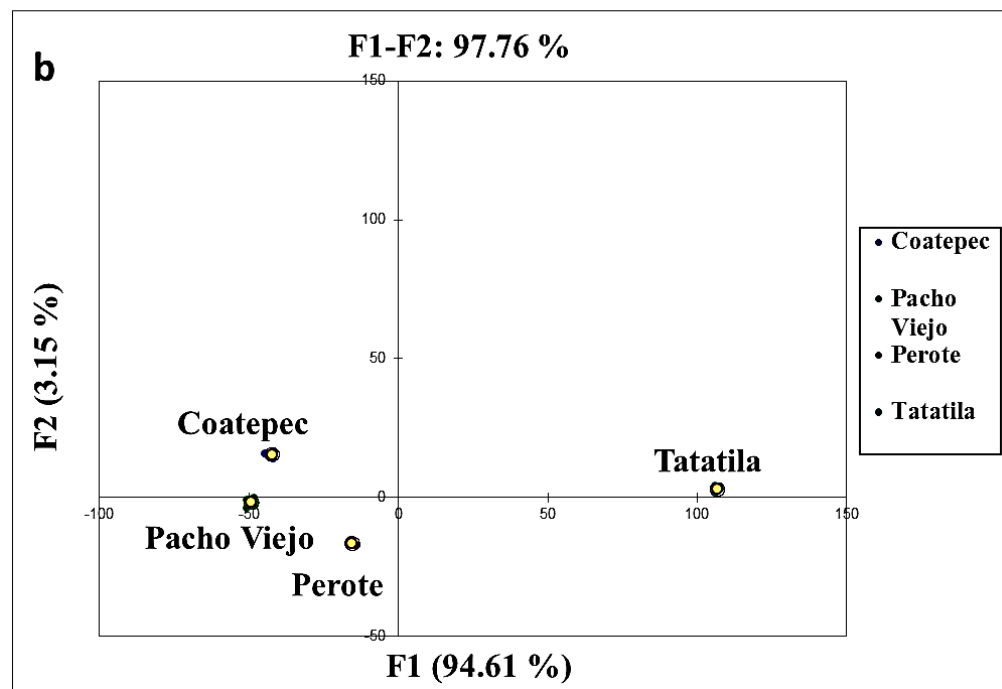
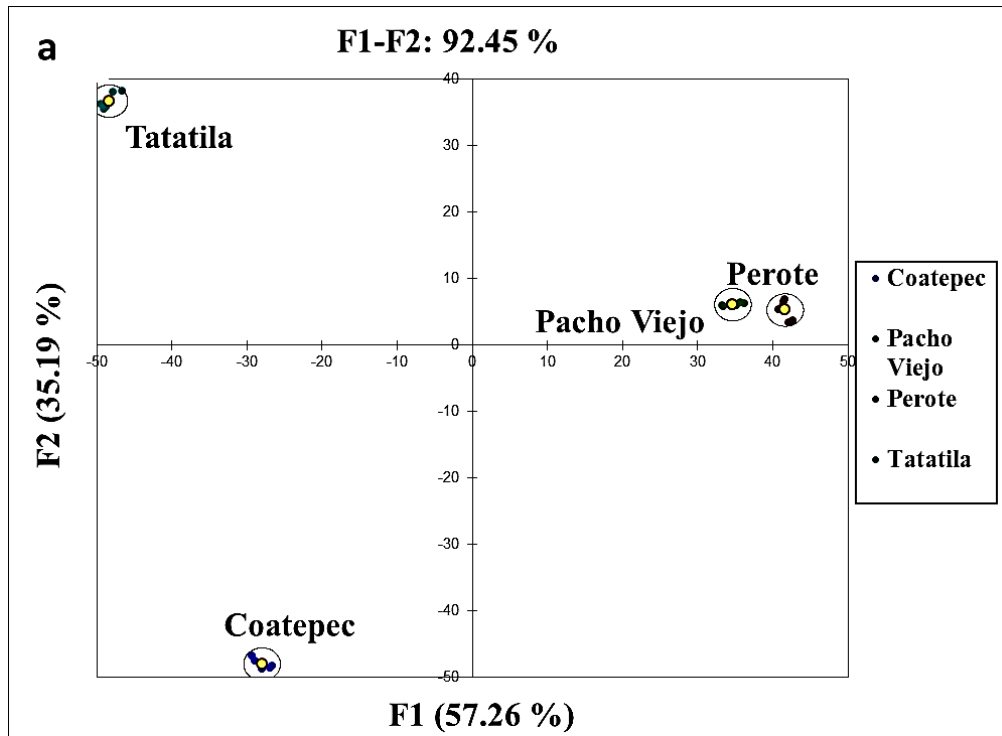
4

5

1 **Cuadro 7.3.** Resultados de la clasificación y validación cruzada para la variable cualitativa  
 2 Tipo de quesos.

		Tipo de queso	Fresco	Madurado	Total
Grupo inicial	Cantidad	Fresco	24	0	24
		Madurado	0	24	24
	% Clasificación	Fresco	100	0	100
		Madurado	0	100	100
	Cantidad	Fresco	24	0	24
		Madurado	0	24	25
Validación cruzada	% Clasificación	Fresco	100	0	100
		Madurado	0	100	100

3  
 4  
 5  
 6  
 7  
 8  
 9  
 10  
 11  
 12



1  
 2 **Figura 7.1.** a) Análisis Canónico Discriminante de quesos frescos, b) Análisis Canónico  
 3 Discriminante de quesos madurados.  
 4

1 **Capítulo VIII. Caracterización microestructural de quesos artesanales de cabra**  
2 **mediante análisis de imagen**

3 **Microstructural characterization of artisanal goat cheeses by image analysis**

4 Emmanuel de Jesús RAMÍREZ-RIVERA<sup>1</sup>, Pablo DÍAZ-RIVERA<sup>1</sup>, Víctor Manuel Toledo-  
5 López<sup>2</sup>, José Andrés HERRERA-CORREDOR<sup>3</sup>, Erasmo HERMAN-LARA<sup>2\*</sup>

6 <sup>1</sup>Colegio de Postgraduados Campus Veracruz. Veracruz, Veracruz, México. C.P. 91690.

7 <sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Mérida. Mérida, Yucatán, México. C.P. 97118.

8 <sup>3</sup>Colegio de Postgraduados Campus Córdoba. Córdoba, Veracruz, México. C.P. 94500.

9 <sup>4</sup>Instituto Tecnológico de Tuxtepec. Tuxtepec, Oaxaca, México. C.P. 68300.

10 \*Autor para correspondencia: [erasmo\\_hl@hotmail.com](mailto:erasmo_hl@hotmail.com)

11 **Resumen:** El objetivo del estudio fue caracterizar microestructuralmente los quesos  
12 artesanales de cabra frescos y madurados del estado de Veracruz. Se utilizó el Microscopio  
13 Electrónico de Barrido y Análisis de Imagen para el estudio de la microestructura de los  
14 quesos. Se cuantificó la morfología global, la forma de los poros, la granulometría y la  
15 tortuosidad para determinar su correlación con los contenidos de proteína, grasa, humedad  
16 y pH. La microestructura de los quesos frescos se caracterizó por aglutinados de grasa y  
17 redes de proteínas. Los quesos madurados exhibieron principalmente cristales de lactosa.  
18 Se encontraron diferencias en parámetros de forma de los poros (número de poros,  
19 porosidad) y la tortuosidad reveló la complejidad de las microestructuras analizadas. Lo  
20 anterior fue explicado por la correlación entre los parámetros microestructurales y los  
21 contenidos de grasa, humedad y pH.

22 **Palabras claves:** Correlaciones, forma de poros, granulometría, morfología global,  
23 tortuosidad.

24 **Abstract:** The aim of the study was to characterize microstructural fresh goat cheeses and  
25 ripened state of Veracruz. Scanning Electron Microscopy and Image Analysis was used to  
26 study the microstructure of cheese. Global morphology, pore shape, grain size and  
27 tortuosity is quantitated to determine its correlation with the contents of protein, fat,  
28 moisture and pH. The microstructure of the fresh cheese is characterized by agglomerated  
29 fat and protein networks. Ripened cheeses exhibited mainly lactose crystals. Differences in  
30 parameters pore shape (number of pores, porosity) were found and tortuosity revealed the



1 complexity of the microstructures analyzed. This was explained by the correlation between  
2 the microstructural parameters and content of fat, moisture and pH.

3 **Key words:** Correlations, pore shape, granulometry, global morphology, tortuosity.

#### 4 **8.1. Introducción**

5 En México, la producción de quesos representan un tercio del valor del producto interno  
6 bruto (PIB) de los derivados lácteos y el 13.3% del PIB total del sector lácteo, siendo este  
7 sector quien contribuye con el 18.5% del PIB de la industria alimentaria y aporta el 0.6%  
8 del PIB del país (1). En el estado de Veracruz, la producción de leche de cabra es de  
9 aproximadamente 20,351 L día<sup>-1</sup>, las cuales, son producidas por aproximadamente 5987  
10 unidades de producción caprino (UPC), de la cuales el 90% se concentran principalmente  
11 en lugares como Coatepec, Pacho Viejo, Xico, Perote, y Tatatila (1). La producción de la  
12 leche de cabra en los lugares antes mencionados tiene como finalidad la producción de  
13 quesos artesanales, este alimento es considerado representativo de la región montañosa  
14 central del estado de Veracruz, ya que las características sensoriales originadas por el  
15 anclaje territorial (conocimiento de los productores y el proceso de elaboración)  
16 contribuyen con su demanda en los mercados a nivel local y estatal. Lo anterior representa  
17 una fuente de ingresos económicos para los productores de estos quesos (2). Por lo anterior,  
18 las características microestructurales de los quesos artesanales juegan un papel  
19 determinante en las características fisicoquímicas y sensoriales generadas durante el  
20 proceso de elaboración (3 - 4). Las técnicas de microscopia Electrónico de Transmisión  
21 (MET), Electrónico de Barrido (MEB) y Confocal Láser de Barrido (MCLB) han sido  
22 aplicados para analizar y explicar el impacto de las etapas de la elaboración de los quesos  
23 (pasteurización, salado, prensado y maduración) en la microestructura final de quesos de  
24 cabra (3, 5 - 7), oveja (8) y vaca (9). Sin embargo estas técnicas por si solas reflejan  
25 aspectos cualitativos como formas, poros y complejidades de la red de proteína, los cuales  
26 pueden ser cuantificados mediante técnicas de análisis de imagen (5). Los trabajos de  
27 Impoco et al. (11 - 12); Leiva et al. (12); Rovira et al. (5 - 6) y Silva et al. (4) han aplicado  
28 la micrometría (microscopia y análisis de imagen) para la cuantificación de parámetros  
29 microestructurales (número de poros, porosidad, tamaño de agregados, tortuosidad, entre  
30 otros) en quesos artesanales y prototipos. Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue

1 caracterizar la microestructura de los quesos artesanales frescos y madurados de cabra del  
2 estado de Veracruz, México.

## 3 **8.2. Materiales y métodos**

### 4 8.2.1. Proceso artesanal de los quesos de cabra

5 Se analizaron un total de cuatro quesos frescos y cuatro quesos madurados de cabra que  
6 fueron elaborados en diferentes unidades de producción caprinas (UPC) ubicadas en  
7 Coatepec, Pacho Viejo, Perote y Tatatila, en el estado de Veracruz, respectivamente. Las  
8 etapas de elaboración de los quesos fueron: 1) tratamiento térmico de la leche a 63 °C por  
9 30 min; 2) enfriamiento a 37 °C; 3) adición del cuajo comercial en una proporción de 30  
10 mL:100 l<sup>-1</sup>; 4) corte de la cuajada a los 45 min; 5) moldeado de la cuajada en cilindros de  
11 cloruro de polivinilo (PVC); 6) prensado a 2 kg de fuerza kg<sup>-1</sup> de queso durante un lapso  
12 de 7 h; 7) salado de los quesos por inmersión en salmuera (28% de NaCl); 8) reposo a  
13 temperatura ambiente (25 °C ± 2 °C) por dos días. Los quesos madurados se obtuvieron  
14 mediante la inoculación de *Penicillium candidum* en quesos frescos y un posterior  
15 almacenamiento en cavas improvisadas por siete semanas a temperatura de 16 ± 2 °C y  
16 humedad 80 - 85%.

### 17 8.2.3. Microscopio electrónico de barrido

18 La microestructura de los quesos artesanales fue analizada mediante la técnica del  
19 Microscopio Electrónico de Barrido. Para tal efecto, de cada queso se obtuvieron muestras  
20 cilíndricas de 0.5 cm de diámetro; posteriormente a cada cilindro se realizó un corte de 1  
21 cm<sup>2</sup>. La fijación estos cortes se efectuaron de acuerdo con la técnica establecida por  
22 Lobatos-Calleros et al. (13) y modificada debido al contenido alto de grasa de los quesos;  
23 los cortes fueron fijados en una solución de glutaraldehído al 2.5% (p/v) en buffer de  
24 fosfatos (0.2 M, pH 7.2). Posteriormente los cortes fueron deshidratados en soluciones de  
25 etanol con concentraciones 30, 50, 70, 85, 96 y 100% y con un tiempo de 30 min en cada  
26 concentración. El secado de los cortes se realizó por punto crítico con CO<sub>2</sub> en un equipo de  
27 Secado a Punto Crítico (marca Tousimis, modelo Samdri<sup>®</sup>-795, Rockville MD, USA).  
28 Seguidamente, a cada corte se le colocó una cinta conductora de carbono de doble cara y se  
29 procedió a su metalización con baño de oro en un equipo de Metalizado (marca Denton  
30 Vacuum, modelo DESK III, Moorestown, NJ, USA). Los cortes metalizados fueron

1 observados en un MEB de alto vacío JEOL (marca Jeol, modelo 6360 LV, Akishima,  
2 Japón) a 20 KV y 1000X (10  $\mu\text{m}$ ). Se obtuvieron dos micrografías por cada queso de 8 bits  
3 y con dimensiones de 1280 x 960 píxeles.

#### 4 8.2.3. Tratamiento previo de las micrografías de los quesos

5 El tratamiento previo de las micrografías consistió: 1) Calibración de las micrografías de  
6 acuerdo a su magnificación; 2) Aplicación de los filtros Medio, Gaussiano y *Bandpass Filter*  
7 para la remoción de ruidos; 3) Segmentación o umbralización mediante el método Otsu.  
8 Este método permite identificar el valor de umbral con mejor capacidad de discriminación  
9 entre dos fases, debido a que minimiza la varianza intra-clase y maximiza la varianza entre  
10 clases, y ha sido principalmente usado para la segmentación de micrografías de productos  
11 lácteos (4, 10).

#### 12 8.2.4. Parámetros microestructurales: Morfología global y forma de los poros

13 Los parámetros de morfología global calculados fueron: Número de Poros, determinado  
14 como unidad estructural y definida como la cavidad libre entre los enlaces de las proteínas  
15 de la superficie; Porosidad ( $\epsilon$ ) definido como el porcentaje de área blanca respecto al área  
16 total de la imagen binaria (blanco y negro), Tamaño del poro ( $\mu\text{m}$ ), Perímetro del poro ( $P$ ,  
17  $\mu\text{m}$ ) y Área de distribución del poro ( $\mu\text{m}^2$ ) (5 – 6, 10). Los parámetros de forma del poro se  
18 determinaron de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

$$19 \text{ Factor Forma (FF)} = \frac{4\pi \cdot A}{P^2} \quad (1)$$

$$20 \text{ Redondez (Round)} = \frac{4A}{\pi D_{max}^2} \quad (2)$$

$$21 \text{ Cociente de aspecto (AR)} = \frac{D_{max}}{D_{min}} \quad (3)$$

$$22 \text{ Solidez (SOL)} = \frac{A}{A_{convexo}} \quad (4)$$

23 Donde A es el área neta del poro;  $A_{convexo}$  es el área del casco convexo,  $p$  es el perímetro del  
24 poro;  $D_{min}$  y  $D_{max}$  son las dimensiones mínimas y máximas del poro. Los parámetros FF,  
25 Round y AR se usaron para describir las características de los poros y la Solidez para  
26 determinar la consistencia de la matriz proteica (5, 12). Para tales efectos se consideraron  
27 poros  $\geq$  a cinco píxeles.

#### 28 8.2.5. Parámetros microestructurales: Granulometría y tortuosidad

1 El análisis de granulometría, consistió en la determinación del Tamaño de Partículas  
2 Agregadas (TPA) y la Inter-Distancia entre Partículas Agregadas (IN-D), los resultados se  
3 presentaron mediante curvas granulométricas realizadas con los procedimientos de abertura  
4 y cerradura (cuatro etapas de cada procedimiento), de acuerdo a (4): cada curva  
5 granulométrica es generada mediante la ecuación siguiente:

$$6 \quad g(i) = \frac{V(i)-V(i+1)}{V(inicial)-V(final)} \quad (5)$$

7 Donde  $V(i)$  es el número de pixeles después de cada etapa de abertura o clausura. La  
8 comparación de las curvas granulométricas de los quesos se obtuvo por el cálculo de la  
9 media geométrica; para esto, se aplicó la siguiente ecuación propuesta por Silva et al. (4):

$$10 \quad m = \exp \left( \sum_{i=1}^{imax} g(i) * \log(ti) \right) \quad (6)$$

11 Donde  $g(i)$  es el porcentaje de nivel de gris para cada etapa  $i$ ,  $ti$  es el tamaño de la estructura  
12 del elemento  $i$  en  $\mu\text{m}$  e  $imax$  es el número de etapas abertura/cerradura (14). También se  
13 obtuvo el valor de Tortuosidad ( $\tau$ ) por queso. Este parámetro se define como la relación de  
14 la ruta más corta entre los bordes opuestos de la imagen sobre la distancia Euclidiana entre  
15 las fronteras. El valor de este parámetro es  $\geq$  a 1.0 (15). Para esta determinación cada  
16 micrografía fue dividida en tres sub-imágenes para garantizar la reproducibilidad de los  
17 resultados (4). Las micrografías originales fueron convertidas en imágenes de tres-  
18 dimensiones (3D) para visualizar aspectos morfológicos o granulométricos (3, 16).

#### 19 8.2.6. Módulos computacionales para el análisis de las micrografías

20 El pretratamiento de las micrografías y la cuantificación de los diferentes parámetros se  
21 realizaron con los comandos BinariseSEM y ComputeStats del módulo PoreAnalysis de  
22 Impoco et al. (10). Los parámetros granulométricos y  $\tau$  fueron calculados con los módulos  
23 Granulometry y Geodesic, respectivamente, con previo etiquetado con el programa  
24 BinaryLabel\_class de Gabriel Landini (4, 14). Las imágenes en tres-dimensiones (3D) se  
25 realizaron con el modulo “Interactive 3D surface plot” y la herramienta “Spectrum LUT”  
26 (16). Todos los modulos fueron implementados en el programa ImageJ versión 1.51e  
27 (National Institute of Health, Bethesda, MD, USA, 2016).

#### 28 8.2.7. Análisis fisicoquímicos de los quesos

29 Se determinó por triplicado los siguientes análisis del químico proximal: proteína,  
30 humedad, lípidos por el método Gerber-Van Gulik (17) y el pH mediante un potenciómetro

1 (marca Hanna, modelo HI 98230, Italia) (18). Estas determinaciones se realizaron para  
2 establecer relaciones con los parámetros microestructurales.

### 3 8.2.8. Análisis estadístico

4 Se aplicó estadística descriptiva, análisis de varianza a una vía con un nivel de significancia  
5 de 0.05, prueba de comparación de medias de Tukey y la prueba de correlación de Pearson  
6 ( $r$ ) para la búsqueda de relaciones importantes entre los parámetros (6). Las pruebas  
7 estadísticas se realizaron con el programa STATGRAPHIC PLUS® versión 5.2 (Statistical  
8 Graphics Corp, USA).

## 9 **8.3. Resultados y discusión**

### 10 8.3.1. Microestructura y análisis de imagen de quesos frescos

11 La Figura 8.1 muestra que las microestructuras de los quesos frescos de Coatepec (A),  
12 Perote (C) y Tatatila (D) presentaron cavidades libres con diferentes tamaños, generados  
13 por las dispersiones heterogéneas de las partículas de caseína en la matriz proteica (PN). La  
14 microestructura del queso fresco de Coatepec está conformada principalmente por glóbulos  
15 de grasa (FG) y cristales de lactosa (LC) de forma piramidal específicamente en el queso  
16 fresco de Coatepec (Figura 8.1). Este resultado fue consistente con lo reportado por Pispone  
17 et al. (19) quienes observaron LC cortos en la estructura del queso *Riccotta* con pH= 6. La  
18 micrografía del queso de Pacho Viejo (Figura 8.1B) muestra la predominancia de grandes  
19 aglutinados de glóbulos de grasa (CFG) que puede ser asociado por el rompimiento de la  
20 membrana del glóbulo de grasa derivado del prensado y la acidificación. Lo anterior  
21 permitió la adsorción de las proteínas en la dispersión de los glóbulos de grasa (3). Las  
22 formas de los glóbulos de grasa encontrados en los quesos frescos de este estudio  
23 concordaron con las formas descritas por López et al. (20), donde indicaron formas de  
24 glóbulos de grasa individuales y aglutinados de grasa. Las microestructuras de los quesos  
25 frescos de cabra de este estudio fueron similares a la microestructura de los quesos de cabra  
26 de la Quebrada de Humahuaca, Argentina (7). El Cuadro 8.1 muestra los valores obtenidos  
27 de los parámetros de microestructura cuantificados y los análisis fisicoquímicos. Solamente  
28 se encontraron diferencias ( $P < 0.05$ ) en el número de poros. Los quesos Coatepec, Perote y  
29 Tatatila mostraron la mayor cantidad de este parámetro. Lo antes mencionado quedo  
30 confirmado en las imágenes binarias A', C' y D donde se muestran mayores cavidades

1 libres (espacios en blanco) a través de la matriz de proteína (áreas oscuras). La cantidad  
2 baja de poros del queso Coatepec se debe a que su microestructura presentó menores  
3 espacios libres (Figuras 8.1B' y 8.2B). La  $\epsilon$  de los quesos Coatepec, Perote y Tatatila (40,  
4 42 y 41%, respectivamente) fueron superiores ( $P < 0.05$ ) respecto a la  $\epsilon$  determinada en el  
5 queso de Pacho Viejo. Las diferencias de la  $\epsilon$  estuvieron influenciadas por el tamaño y el  
6 perímetro de los poros. En este sentido, los quesos de Coatepec, Perote y Tatatila quienes  
7 poseen en su estructura poros de menor tamaño (14.38, 12.49 y 10.53  $\mu\text{m}$ , respectivamente)  
8 con perímetros menores (21.38, 20.81 y 18.98  $\mu\text{m}$ , respectivamente) a comparación del  
9 queso de Pacho Viejo (Cuadro 8.1). A partir de los resultados anteriores se definió que las  
10 relaciones entre la  $\epsilon$ , tamaño del poro y perímetro del poro contribuyen significativamente a  
11 la generación de áreas pequeñas de distribución de los poros (5.38, 6.90 y 7  $\mu\text{m}^2$ ,  
12 respectivamente). Los resultados antes mencionados son confirmados por los valores de  
13 correlación ( $r_{\text{Poros-}\epsilon} = 1$ ,  $r_{\epsilon\text{-Tamaño del poro}} = -0.99$ ,  $r_{\epsilon\text{-Perímetro del poro}} = -0.89$  y  $r_{\epsilon\text{-Área de distribución del poro}} = -0.99$ ). Lo anterior, coincide con Rovira et al. (5), donde observaron un decremento en  
15 el número de poros,  $\epsilon$  y área de distribución de los poros en quesos de cabra de España.  
16 Estos autores argumentaron que los decrementos mencionados se relacionan con el efecto  
17 del corte de la cuajada, lo que generó un incremento de la coalición de las partículas de la  
18 cuajada y mayor firmeza de la matriz de proteína. En los parámetros de forma del poro, los  
19 valores de los parámetros Round y FF fueron similares ( $P > 0.05$ ) para todos los quesos  
20 (Cuadro 1). De acuerdo con los criterios de Impoco et al. (10) valores bajos de Round y FF  
21 indicaron que los poros poseen bordes irregulares y su forma es elíptica. Leiva et al. (12)  
22 indican que estas formas de poros son generados por los reacomodos y espaciamientos  
23 estructurales debido a la hidrólisis de las caseínas; sin embargo otros factores como la  
24 fuerza y tiempo de duración del prensado de los quesos también podría ser un factor  
25 importante que determina las características de los poros. Los valores de AR de los quesos  
26 de Coatepec, Perote y Tatatila fueron consistentes con lo reportado por Leiva et al. (12) en  
27 queso Chacón de la Provincia de Osorno, Chile. Estos autores reportaron valores entre 1.82  
28 - 2.20 de AR, donde argumentaron que los quesos con valores de  $AR < 5$  presentaron  
29 menores probabilidades de fractura debido a la mayor solidez de la matriz proteica (Cuadro  
30 8.1). Lo antes mencionado quedó confirmado por el  $r_{AR-SOL} = -0.95$  y puede atribuirse a la

1 degradación de la caseína  $\alpha_{S1}$  en el enlace phe23-phe24 (12). Los resultados de  
2 granulometría mostrados en las Figuras 8.3A y B demostraron que los quesos Coatepec,  
3 Perote y Tatatila se caracterizan por tener valores altos de TPA (170  $\mu\text{m}$ ), IN-D (230, 190 y  
4 230  $\mu\text{m}$ , respectivamente) y  $\tau$  (1.30, 1.50 y 1.46, respectivamente). Los valores de  
5 correlación  $r_{\text{TPA-IN-D}} = 0.78$  y  $r_{\text{TPA-}\tau} = 0.98$ , explican que a mayor tamaño de partículas  
6 agregadas, mayor es la distancia y complejidad de la microestructura del queso. Los valores  
7 de  $\tau$  altos están relacionados con los efectos de obstrucción que incrementan la longitud del  
8 camino de la difusión de moléculas, esto caracteriza la  $\tau$  de la matriz de los quesos (21). En  
9 este sentido también se observó que la  $\tau$  tiene una relación positiva con el número de poros  
10 ( $r_{\tau\text{-poros}} = 0.99$ ); esto indica que el tamaño del poro puede ser un factor determinante en la  
11 textura en estos quesos y en la liberación de macromoléculas como los compuestos  
12 volátiles. Los anterior es consistente con Silva et al. (21) en donde se explicó que los poros  
13 de mayor tamaño permitió la trasferencia de masa de moléculas de menor tamaño. De  
14 acuerdo con Silva et al. (4), las partículas agregadas de menor tamaño presentaron mayores  
15 interfaces de partículas agregadas en fase acuosa, esto explica los valores bajos  
16 granulométricos del queso de Pacho Viejo (Cuadro 8.1).

### 17 8.3.2. Microestructura y análisis de imagen de quesos madurados

18 Las Figura 8.4 A, B y D muestra la presencia de LC de diferente tamaño en los quesos de  
19 Coatepec, Pacho Viejo y Tatatila. La formación de los LC puede relacionarse con el  
20 impedimento del movimiento de los iones de  $\text{Ca}^{2+}$  y Lactato ocasionados por los glóbulos  
21 de grasa y las uniones agua-proteína (22). La forma piramidal con caras cónicas de los LC  
22 observados en este estudio podría estar influenciado por el pH bajo de los quesos (Cuadro  
23 8.2), este resultado concuerda con Pispone et al. (19) quienes obtuvieron LC de alta calidad  
24 en queso *Riccotta* con pH de 4. La microestructura del queso Perote (Figura 8.4C) se  
25 caracterizó por tener una red de proteínas (PN) más compacta, cavidades de menor tamaño,  
26 con incrustaciones de glóbulos de grasa (FG), aglutinados de glóbulos de grasa (CFG) fuera  
27 de la PN, escasos LC y algunas hebras (Strands) generadas por la interacción entre los  
28 glóbulos de grasa y las micelas de caseínas debido a la distancia menor entre ellos (9). Las  
29 estructuras compactas son el resultado de la pérdida gradual de la humedad en la superficie  
30 de los quesos que originaron la separación de las inclusiones de grasa por barreras

1 impermeables que impiden su fusión (8, 20). Hemmatian et al. (16) señalaron que el uso de  
2 NaCl genera un incremento de las interacciones hidrofóbicas entre las proteínas, esto  
3 contribuyó a la compactación de la red proteica. Considerando lo anterior, el método de  
4 salado aplicado en la elaboración de los quesos de esta investigación es probable que  
5 genere estas interacciones con mayor énfasis a comparación de otros tipos de salado. Los  
6 efectos del tiempo de maduración en los parámetros de microestructura cuantificados se  
7 muestran en el Cuadro 8.2. Se observó una reducción en el número de poros, siendo el  
8 queso de Pacho Viejo el que muestra el menor valor ( $P < 0.05$ ) de este parámetro, este  
9 efecto se relacionó con la pérdida de humedad ( $r_{\text{número de poros-Humedad}} = 0.75$ ). Chapeau et al.  
10 (23) también observaron este efecto e indicaron que el decremento del agua libre ocasionó  
11 un efecto de contracción en la red de proteínas que modificó el número de poros e  
12 incrementó la obstrucción de la difusión de moléculas. El aumento del número de poros de  
13 los quesos Perote y Tatatila es debido al incremento de la permeabilidad de la red de  
14 proteínas ocasionado en la etapa del corte de la cuajada (6). Los mayores porcentajes de  $\epsilon$ ,  
15 perímetro de los poros y área de distribución de los poros se obtuvieron en los quesos de  
16 Pacho Viejo, Perote y Tatatila. Las correlaciones  $r_{\epsilon-\text{Área de distribución}}$  y  $r_{\epsilon-\text{Perímetro de los poros}}$   
17 fueron 0.97 y 0.4, respectivamente. Esta tendencia también fue reportado por Rovira et al.  
18 (6) en queso de cabra de Murcia (España). Los poros ( $P < 0.05$ ) más grandes encontrados  
19 en el queso de Pacho Viejo ( $62.97 \mu\text{m}$ ) generaron una microestructura más abierta (Figura  
20 8.5B). Hemmatian et al. (16) mencionaron que el incremento del tamaño del poro en las  
21 primeras semanas de la maduración, se debe a los procesos de fermentación microbiana que  
22 contribuyeron al incremento de la rugosidad superficial de los quesos. Por su parte, Burgos  
23 et al. (7) indicaron que las estructuras abiertas en quesos de cabra también están  
24 relacionados positivamente con el incremento en la hidratación de la matriz de proteína,  
25 ocasionado por el tratamiento térmico de la leche en la pasteurización. Los valores del  
26 parámetro Redondez fueron similares ( $P > 0.05$ ) entre los quesos (Cuadro 8.2), estos  
27 valores concuerdan con los valores de esfericidad (0.33) en quesos de cabra reportados por  
28 El-Zeini, (24). Los valores bajos de FF determinaron que los poros tienden hacia una forma  
29 elíptica (Cuadro 8.2). El valor de AR del queso Pacho Viejo fue mayor ( $P < 0.05$ ) y por lo  
30 tanto la SOL de la matriz proteica es menor ( $r_{\text{ar-SOL}} = -0.88$ ), en contraste con el resto de los



1 quesos donde se observó un efecto contrario ( $AR < 5$  y mayor SOL). Lo anterior se observó  
2 en las Figuras 8.5 A, C y D donde se muestran áreas grandes de densidades de proteína que  
3 contribuyeron a la firmeza de estos quesos (25). Los TPA fueron superiores ( $P < 0.05$ ) en el  
4 queso de Pacho Viejo (210  $\mu\text{m}$ ) (Figura 8.6A), señalándose que sus agregados están  
5 conformados con poros de perímetros y tamaños grandes ( $r_{\text{TPA-Perímetro de poros}} = 0.85$  y  $r_{\text{TPA-}}$   
6  $\text{Tamaño de poros}} = 0.83$ ) que pueden contener glóbulos de grasa atrapados, esta relación fue  
7 inversa en el resto de los quesos. El queso de Tatatila presentó la menor IN-D (130  $\mu\text{m}$ ),  
8 este parámetro fue afectado por los contenidos de humedad ( $r_{\text{IN-D-Humedad}} = -0.79$ ) y grasa ( $r_{\text{IN-D-}}$   
9  $\text{Grasa}} = -0.99$ ) (Figura 8.6B). Estas relaciones determinaron que la pérdida de humedad  
10 durante la maduración generó una estructura compacta y mayor concentración de glóbulos  
11 de grasa con distancias cortas entre ellos. De igual manera, el contenido de grasa influyó en  
12 la  $\tau$  de los quesos ( $r_{\tau\text{-Grasa}} = 0.71$ ) generando incrementos de longitud del camino de difusión  
13 de moléculas debido a la complejidad de la microestructura, tal fue el caso de los quesos de  
14 Perote y Tatatila (Cuadro 8.2). Lo anterior coincide con Zong et al. (26) donde señalan que  
15 los reordenamientos de las estructuras de los quesos durante la maduración, conducen a la  
16 formación de partículas de gran tamaño, formación de hebras y cristales que generan  
17 estructuras débiles en los quesos. Este tipo de estructuras podrían ser la razón de la  
18 resistencia baja a la deformación de los quesos madurados. Mediante este estudio se  
19 caracterizó microestructuralmente los quesos artesanales de cabra manufacturados en el  
20 estado de Veracruz. Las diferencias observadas visualmente pudieron ser cuantificadas,  
21 siendo los parámetros número de poros, tamaño del poro y área de distribución del poro en  
22 donde radicarón las principales diferencias entre los quesos. Sin embargo, las formas  
23 elípticas de los poros, la solidez de la matriz proteica, el tamaño de las partículas agregadas,  
24 la distancia entre partículas agregadas y la tortuosidad, mostraron la complejidad  
25 microestructural de los quesos artesanales frescos y madurados, todo lo anterior pudo ser  
26 explicado por las correlaciones obtenidas con el contenido de grasa, humedad y pH. Sin  
27 embargo, es importante realizar estudios diferentes que permitan conocer la relación de la  
28 forma del poro y la complejidad de la microestructura en la liberación de macromoléculas  
29 como los compuestos volátiles para su determinación analítica y principalmente en la  
30 percepción sensorial de los consumidores, ya que la preferencia de las personas puede estar

1 direccionada a los parámetros de textura y olores, los cuales son un punto clave para la  
2 elección de este tipo de productos artesanales.

### 3 **Agradecimientos**

4 Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca Mixta doctoral del  
5 primer autor para la realización de su estancia en el Instituto Tecnológico de Mérida. Al  
6 Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán (CICY) por las facilidades otorgadas para  
7 la obtención de las micrografías de los quesos artesanales.

### 8 **8.4. Referencias**

- 9 1. INEGI. Censos Agropecuarios. 2007.  
10 <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/agro/default.aspx>, Accessed 24  
11 Abril 2015.
- 12 2. Ramírez-Rivera EJ, Juárez-Barrientos JM, Rodríguez-Miranda J, Díaz-Rivera P,  
13 Ramón-Canul LG, Herrera-Corredor JA, Hernández-Serrano MI, Herman-Lara E.  
14 Typification of a goat fresh cheese of Mexico by path models. Turk J Vet Anim Sci  
15 2016; doi: 10.3906/vet-1605-66.
- 16 3. Karami M, Ehsani MR, Mousavi SM, Rezaei K, Sfari M. Microstructural properties  
17 of fat during the accelerated ripening of ultrafiltered-Feta cheese. Food Chem 2009;  
18 113: 424-434.
- 19 4. Silva JVC, Leglnad D, Cauty C, Kolotuev I, Flourey J. Characterization of the  
20 microstructure of dairy systems using automated image analysis. Food Hydrocolloid  
21 2015; 44: 360-371.
- 22 5. Rovira S, Belen-López M., Ferrandini E, Laencina, J. Hot topic: Microstructure  
23 quantification by scanning electron microscopy and image analysis of goat cheese  
24 curd. J Dairy Res 2011; 94: 1091-1097.
- 25 6. Rovira S, García V, Laencina J, Belen-López M. Microstructure of industrially  
26 manufactured gaota cheese Queso de Murcia al Vino during synaeresis. Int J Dairy  
27 Technol 2013; 66: 382-389.
- 28 7. Burgos L, Peece N, Maldonado S. Proteolysis, texture and microstructure of goat  
29 cheese. International J. Eng. Appl. Sci 2016; 3: 2394-3661.

- 1 8. Fallico V, Tuminello T, Pediliggieri C, Horne J, Carpino S, Licitra G. Proteolysis and  
2 Microstructure of Piacentinu Ennese Cheese Made Using Different Farm  
3 Technologies. *J Dairy Res* 2006; 89: 37-48.
- 4 9. Ong L, Dagastine RR, Kentish SE, Gras SL. Microstructure of milk gel and cheese  
5 curd observed using cryo scanning electron microscopy and confocal microscopy.  
6 *Food Sci. Technol* 2011; 44: 1291-1302.
- 7 10. Impoco G, Carrato S, Caccamo M, Tuminello L, Licitra G. Quantitative analysis of  
8 cheese microstructure by scanning electron microscope images. In: n proceedings of  
9 SIMAI Congress. Roma, Italy: SIMAI; 2007. pp 1-6.
- 10 11. Impoco G. Software for the Image Analysis of Cheese Microstructure form SEM  
11 Imagery. In: 2 th Communications to SIMAI Congress. Roma, Italy: SIMAI; 2007.  
12 pp. 1-9.
- 13 12. Leiva JI, Magariños HE, Romero AF, Figueroa H. Caracterización estructural  
14 mediante análisis de imagen del queso chacon elaborado en la provincia de Osorno.  
15 *Agro Sur* 2009; 37: 26-33.
- 16 13. Lobato-Calleros C, Ramos-Solís L, Santos-Moreno A, Rodríguez-Huezo ME.  
17 Microestructure and texture of panel type cheese-like produtcs: use of low methoxyl  
18 pectin and canola oil as milk-fat substitutes. *Rev Mex Ing Quim* 2006; 5: 71-79.
- 19 14. Legland D, Devaux MF, Bouchet B, Guillon F, Lahaye M. Cartography of cell  
20 morphology in tomato pericarp at the fruit scale. *J Microsc* 2012; 247:78-93.
- 21 15. Wu YS, Van-Vliet LJ, Frijlink HW, Van der Voort MK. The determination of relative  
22 path length as a measure for tortuosity in compacts using image analysis. *Eur J Pharm*  
23 2006; 28: 433-440.
- 24 16. Hemmatian M, Aminifar M, Attar F. Characterization of Possti Cheese, a traditional  
25 Raw Sheep Cheese during Ripening: Physicochemical, Microbial and Micro-  
26 structural Aspects. *Nutr Food Sci* 2015; 2: 39-48.
- 27 17. García V, Rovira S, Teruel R, Boutoial K, Rodríguez J, Roa I, López M. Effect of  
28 vegetable coagulant, microbial coagulant and calf rennet on physicochemical,  
29 proteolysis, sensory and texture profiles of fresh goat cheese. *Dairy Sci Technol*  
30 2012; 92:691-707.

- 1 18. AOAC. Official Methods of Analysis. 18th ed. Washington, DC, USA:  
2 Association of Official Analytical Chemists International; 2000.
- 3 19. Pispone A, Pajumägi S, Mootse H, Karus A, Poikalainen V. The lactose from  
4 Riccotta cheese whey: the effect of pH and concentration on size and morphology of  
5 lactosa crystals. Dairy Sci Technol 2013; 93: 477-486.
- 6 20. Lopez C, Camier, B, Gassi GY. Development of milk fat microstructure during the  
7 manufacture and ripening of Emmental cheese observed by confocal laser scanning  
8 microscopy. Int Dairy J 2007; 17, 235–247.
- 9 21. Silva JVC, Peixoto PDS, Lortal S, Flourey J. Transport phenomenon in a model cheese:  
10 The influence of the charge and shape of solutes on diffusion. J Dairy Sci 2013; 96:  
11 6186-6198.
- 12 22. Rajbhandari P, Kindstedt PS. Characterization of Calcium Lactate Crystals on  
13 Cheddar Cheese by Image Analysis. J Dairy Sci 2008; 91: 2190-2195.
- 14 23. Chapeau AL, Silva JVC, Schuck P, Thierry A, Flourey J. The influence of cheese  
15 composition and microstructure on the diffusion of macromolecules: A study using  
16 Fluorescence Recovery After Photobleaching (FRAP). Food Chem 2016; 192: 660-  
17 667.
- 18 24. El-Zeini HM. Microstructure rheological and geometrical properties of fat globules of  
19 milk from different animal species. Pol J Food Nutr Sci 2006; 56:147–54.
- 20 25. Mistry V, Hassan AN, Acharya MR. Microstructure of pasteurized process cheese  
21 manufactured from vacuum condensed and ultrafiltered milk. Lait 2006; 86: 453-459.
- 22 26. Zhong Q, Daubert CR, Orilin DV. Physicochemical variables affecting the rheology  
23 and microstructure of rennet casein gels. J Agric and Food Chem 2007;55: 2688-  
24 2697.

25  
26  
27  
28  
29  
30

1 **Cuadro 8.1.** Características microestructurales y fisicoquímicas de quesos frescos.

Variable	Coatepec	Pacho Viejo	Perote	Tatatila
Cantidad de Poros	532 ± 21.21 <sup>a</sup>	49.5 ± 2.12 <sup>b</sup>	573 ± 77.78 <sup>a</sup>	542 ± 44.5 <sup>a</sup>
%Porosidad (ε)	40 ± 1 <sup>a</sup>	23 ± 22 <sup>a</sup>	42 ± 1 <sup>a</sup>	41 ± 1 <sup>a</sup>
Tamaño del poro (μm)	14.38 ± 7.28 <sup>b</sup>	60.11a ± 8.43 <sup>a</sup>	12.49 ± 5.08 <sup>b</sup>	10.53 ± 1.42 <sup>b</sup>
Perímetro del poro (μm)	21.38 ± 4.05 <sup>a</sup>	24.40 ± 5.56 <sup>a</sup>	20.81 ± 2.60 <sup>a</sup>	18.98 ± 0.12 <sup>a</sup>
Área de distribución del poro (μm <sup>2</sup> )	5.83 ± 5.83 <sup>b</sup>	128.90 ± 42.37 <sup>a</sup>	6.90 ± 7.68 <sup>b</sup>	7 ± 5.47 <sup>b</sup>
Redondez (Round)	0.22 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.23a ± 0.01 <sup>a</sup>	0.22a ± 0.02 <sup>a</sup>	0.19 ± 0.03 <sup>a</sup>
Factor forma (FF)	0.35 ± 0 <sup>a</sup>	0.28 ± 0.08 <sup>a</sup>	0.37 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.34 ± 0.02 <sup>a</sup>
Cociente de aspecto (AR)	2.34 ± 0.03 <sup>a</sup>	5.1 ± 3.85 <sup>a</sup>	1.88 ± 0.04 <sup>a</sup>	2.18 ± 0.37 <sup>a</sup>
Solidez (SOL)	0.77 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.67 ± 0.08 <sup>a</sup>	0.75 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.77 ± 0.03 <sup>a</sup>
Tortuosidad (τ)	1.39 ± 0.75 <sup>a</sup>	1.03 ± 1.14 <sup>a</sup>	1.50 ± 0.13 <sup>a</sup>	1.46 ± 0.11 <sup>a</sup>
Proteína	19.16 ± 0.36 <sup>d</sup>	21.66 ± 0.16 <sup>c</sup>	22.65 ± 0.13 <sup>b</sup>	25.93 ± 0.16 <sup>a</sup>
Grasa	11.86 ± 3.30 <sup>c</sup>	18.73 ± 0.25 <sup>b</sup>	22.07 ± 0.2 <sup>a</sup>	18.67 ± 0.23 <sup>b</sup>
Humedad	44.40 ± 0.62 <sup>a</sup>	47.04 ± 1.4 <sup>a</sup>	39.9 ± 4b	47.4 ± 0.36 <sup>a</sup>
pH	6.1 ± 0.05c	6.33 ± 0.01b	6.4 ± 0.02 <sup>a</sup>	6.4 ± 0.01 <sup>a</sup>

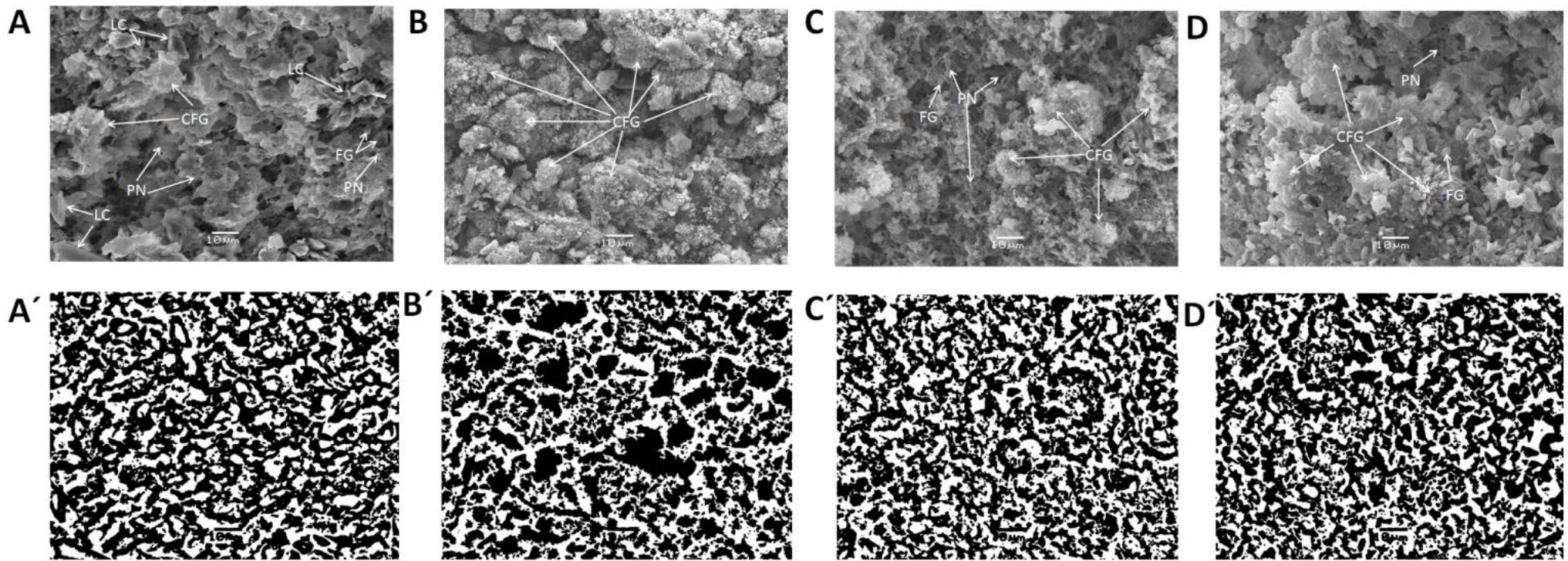
2 Medias con literales diferentes en filas indican diferencias significativas (P < 0.05).

3  
4  
5  
6  
7  
8  
9

1 **Cuadro 8.2.** Características microestructurales y fisicoquímicos de quesos madurados.

Variable	Coatepec	Pacho Viejo	Perote	Tatatila
Cantidad de Poros	362 ± 144 <sup>b</sup>	37 ± 5 <sup>c</sup>	613 ± 87 <sup>a</sup>	547 ± 27 <sup>a</sup>
%Porosidad (ε)	23 ± 23 <sup>a</sup>	41 ± 3 <sup>a</sup>	42 ± 1 <sup>a</sup>	41 ± 1 <sup>a</sup>
Tamaño del poro (μm)	11.11 ± 6.94 <sup>b</sup>	62.97 ± 8.71 <sup>a</sup>	16.63 ± 2.23 <sup>b</sup>	9.84 ± 2.73 <sup>b</sup>
Perímetro del poro (μm)	18.13 ± 4.56 <sup>a</sup>	81.82 ± 39.77 <sup>a</sup>	23.44 ± 1.50 <sup>a</sup>	18.68 ± 2.11 <sup>a</sup>
Área de distribución del poro (μm <sup>2</sup> )	3.70 ± 1.65 <sup>a</sup>	5.90 ± 3.34 <sup>a</sup>	5.98 ± 6.42 <sup>a</sup>	6.83 ± 8.65 <sup>a</sup>
Redondez (Round)	0.22 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.25 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.22 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.19 ± 0.01 <sup>a</sup>
Factor forma (FF)	0.36 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.30 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.39 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.50 ± 0.21 <sup>a</sup>
Cociente de aspecto (AR)	1.81 ± 0.13 <sup>b</sup>	5.42 ± 0.48 <sup>a</sup>	1.95 ± 0.07 <sup>b</sup>	1.86 ± 0.01 <sup>b</sup>
Solidez (SOL)	0.76 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.67 ± 0.05 <sup>a</sup>	0.78 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.73 ± 0.03 <sup>a</sup>
Tortuosidad (τ)	1.37 ± 0.13 <sup>a</sup>	1.21 ± 0.69 <sup>a</sup>	1.46 ± 0.15 <sup>a</sup>	1.53 ± 0.13 <sup>a</sup>
Proteína	25.33 ± 0.35 <sup>a</sup>	15.78 ± 0.37 <sup>c</sup>	18.97 ± 0.15 <sup>b</sup>	15.41 c ± 0.2 <sup>c</sup>
Grasa	38.87 ± 0.50 <sup>c</sup>	39.57 ± 0.42 <sup>b</sup>	39.10 ± 0.20 <sup>bc</sup>	43.27 ± 0.06 <sup>a</sup>
Humedad	32.37 ± 0.51 <sup>b</sup>	29.14 ± 0.55 <sup>c</sup>	31.97 ± 0.90 <sup>b</sup>	37.0 a ± 0.20 <sup>a</sup>
pH	4.71 ± 0.02 <sup>c</sup>	4.92 ± 0.01 <sup>a</sup>	4.71 ± 0.01 <sup>c</sup>	4.78 ± 0.01 <sup>b</sup>

2 Medias con literales diferentes en filas indican diferencias significativas (P < 0.05).

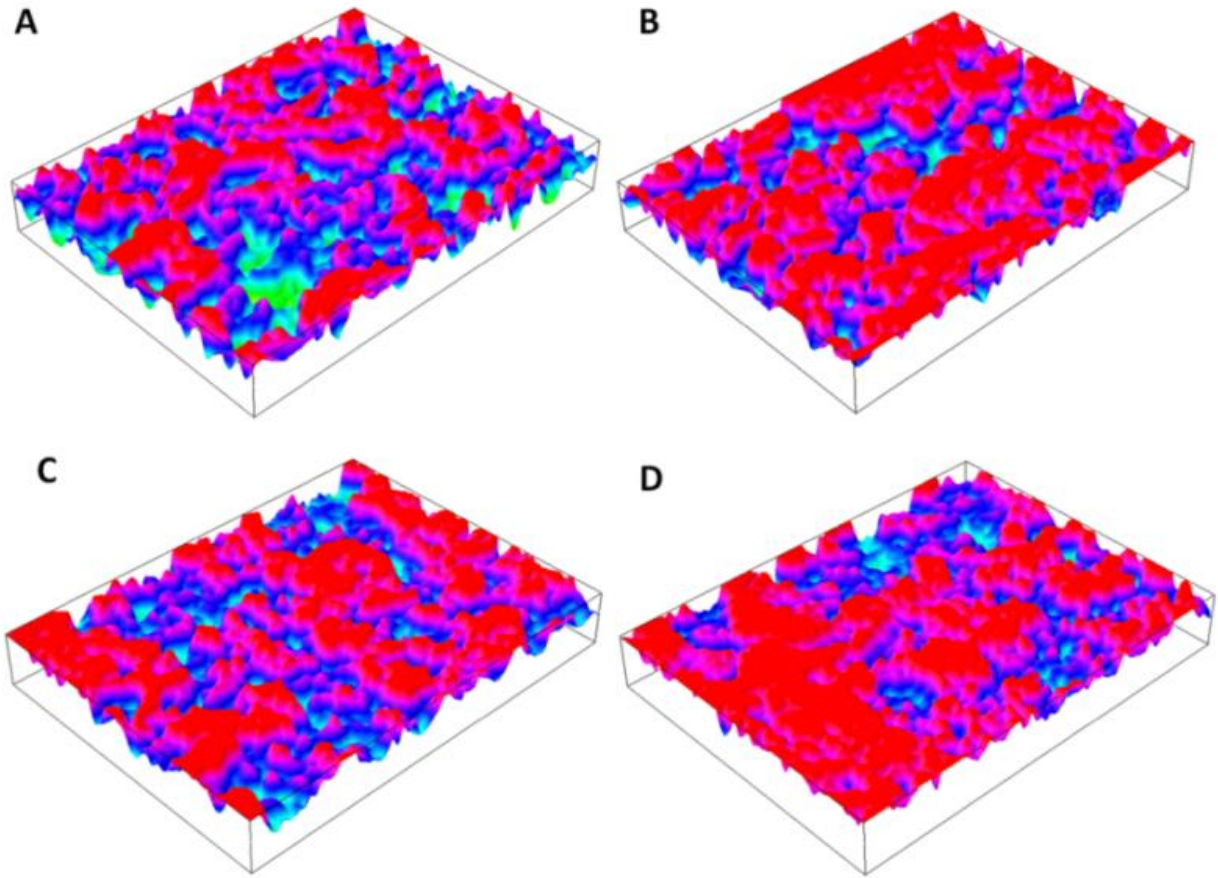


3 Nota: CFG: Aglutinados de grasa; LC: cristales de lactosa; FG: glóbulos de grasa; PN: red de proteína.

4 **Figura 8.1.** Micrografías de quesos frescos de cabra a 1000x: A) Coatepec; (B) Pacho Viejo; (C) Perote y (D) Tatatila A', B', C' y D'  
 5 con sus correspondientes imágenes binarizadas.

6

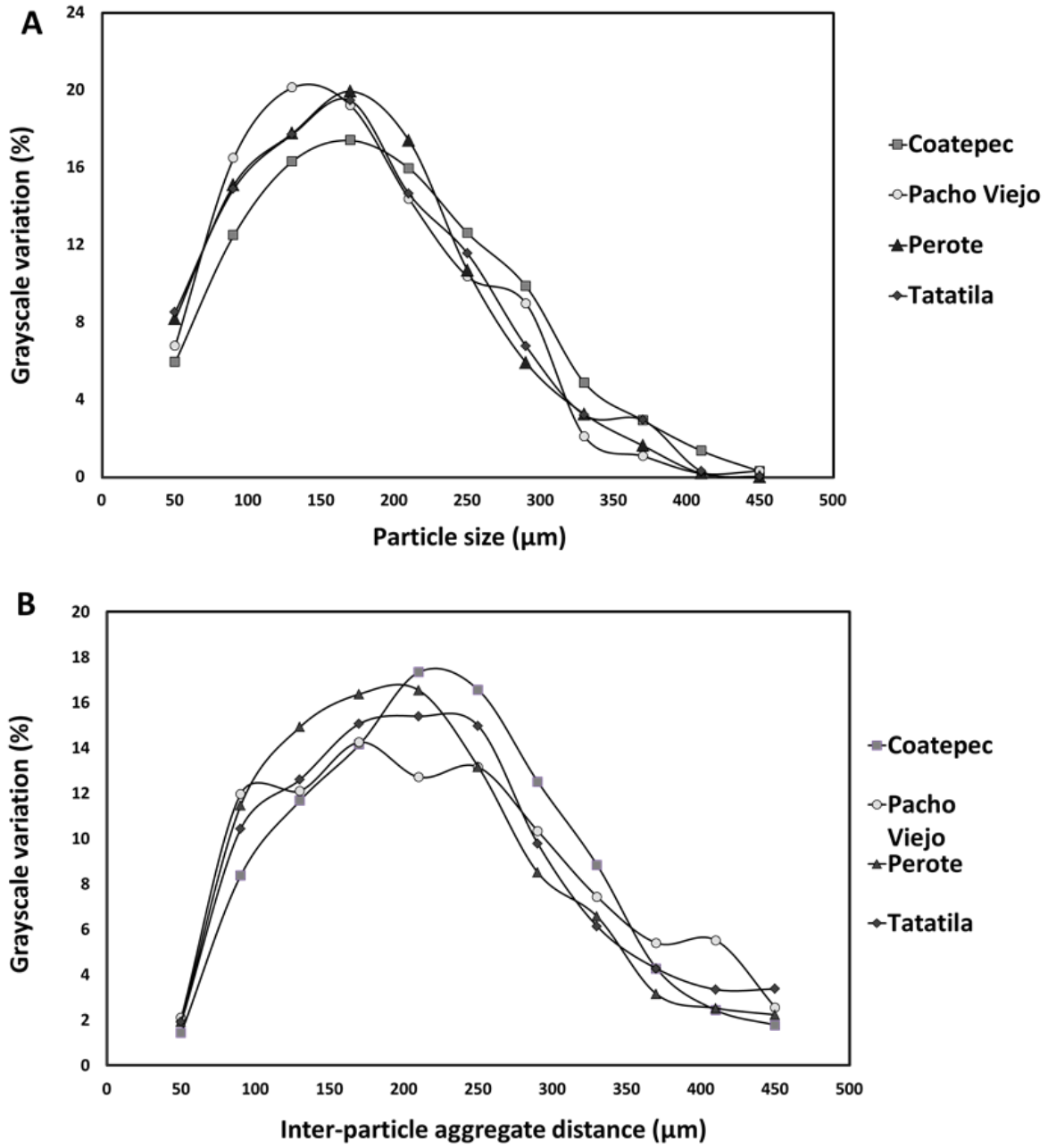
7



8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20

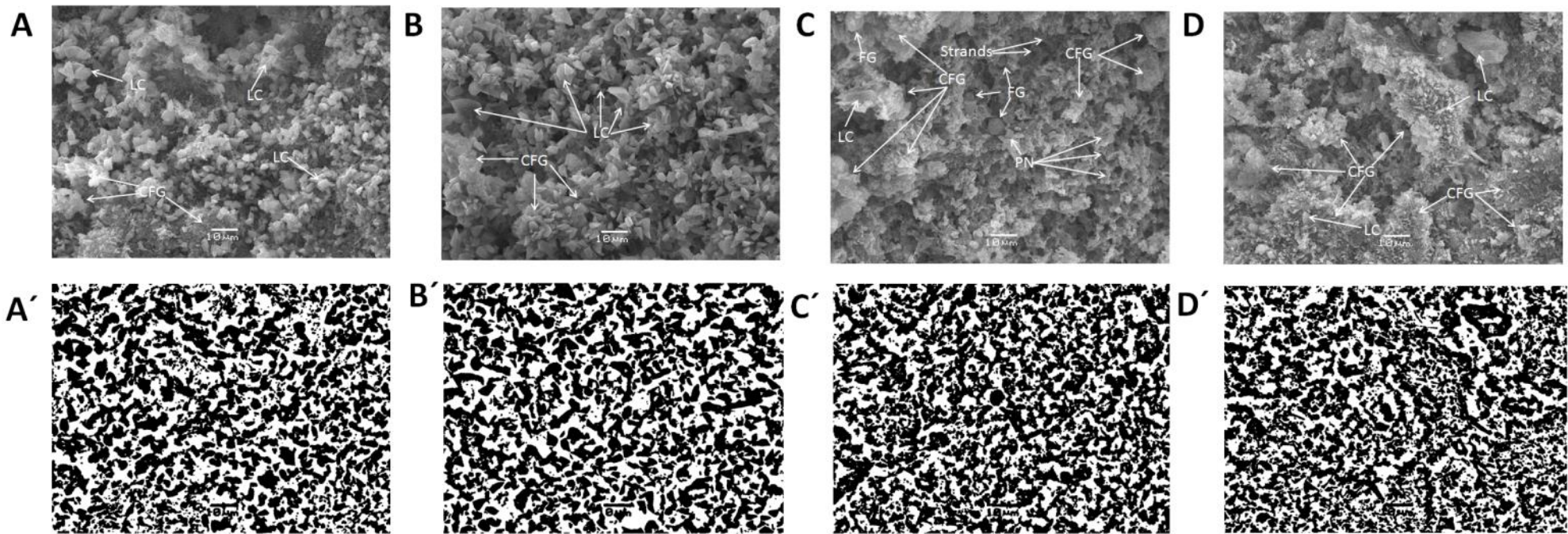
**Figura 8.2.** Imágenes en 3-D de quesos frescos de cabra a 1000x: A) Coatepec; (B) Pacho Viejo; (C) Perote y (D) Tatatila.





21

22 **Figura 8.3.** Curvas granulométricas de los quesos frescos: (A) tamaño de partículas  
 23 agregadas y (B) distancia inter-partículas agregadas.



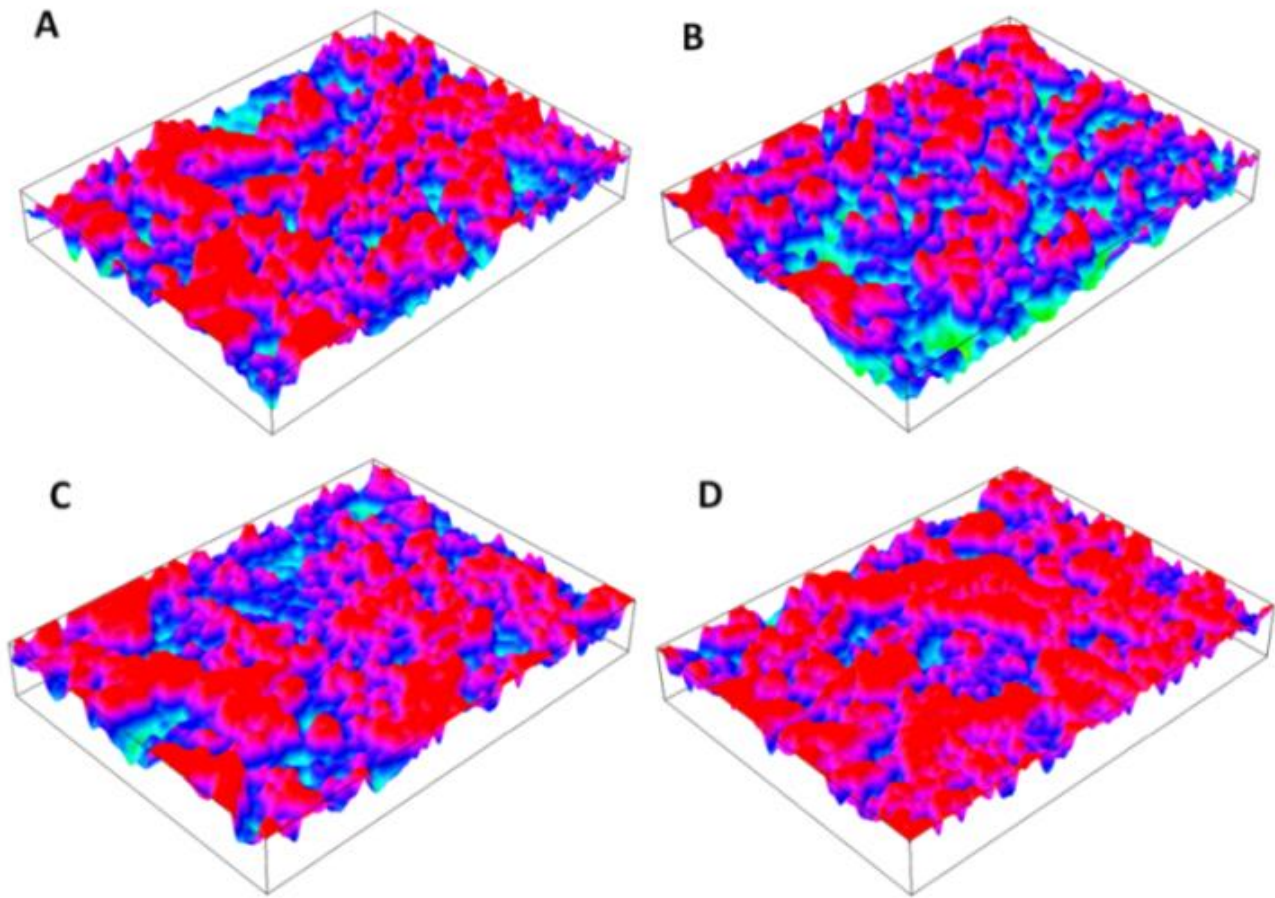
24 Nota: CFG: aglutinados de grasa; LC: cristales de lactosa; FG: glóbulos de grasa; PN: red de proteína; Strands: hebras

25 **Figura 8.4.** Micrografías de quesos madurados de cabra a 1000x: (A) Coatepec; (B) Pacho Viejo; (C) Perote y (D) Tatatila A', B', C'  
 26 y D' con sus correspondientes imágenes binarizadas.

27

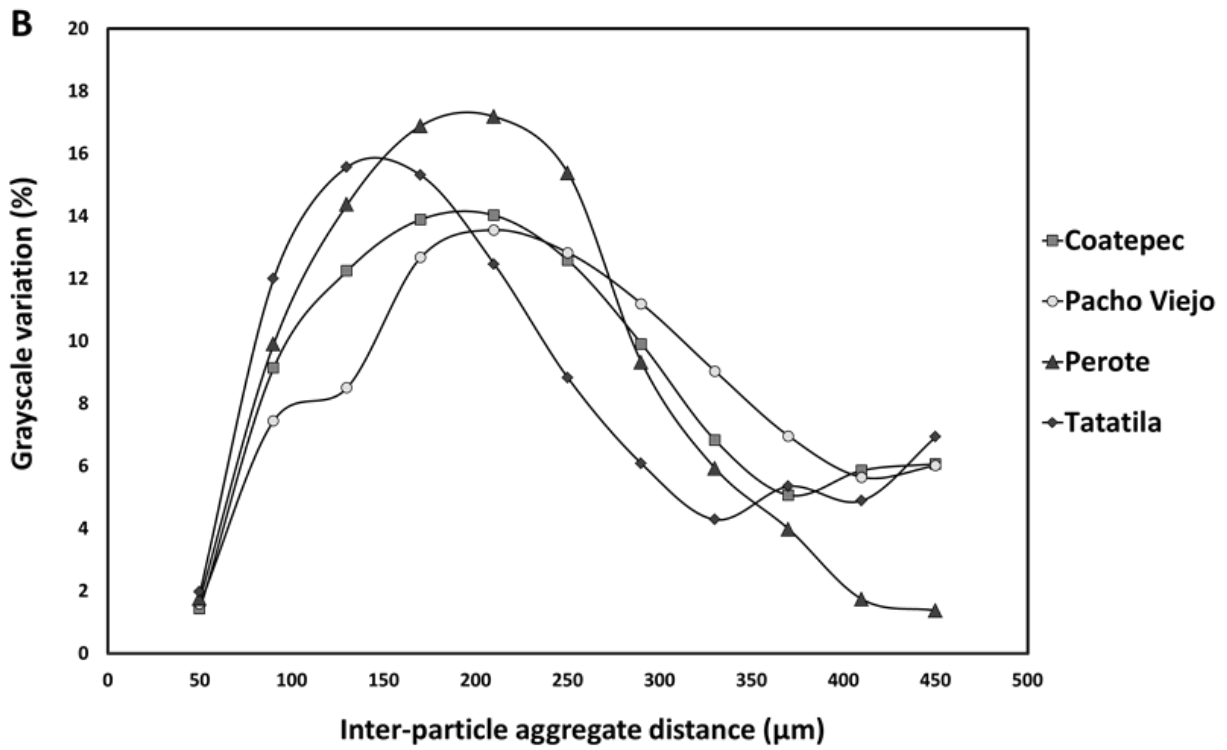
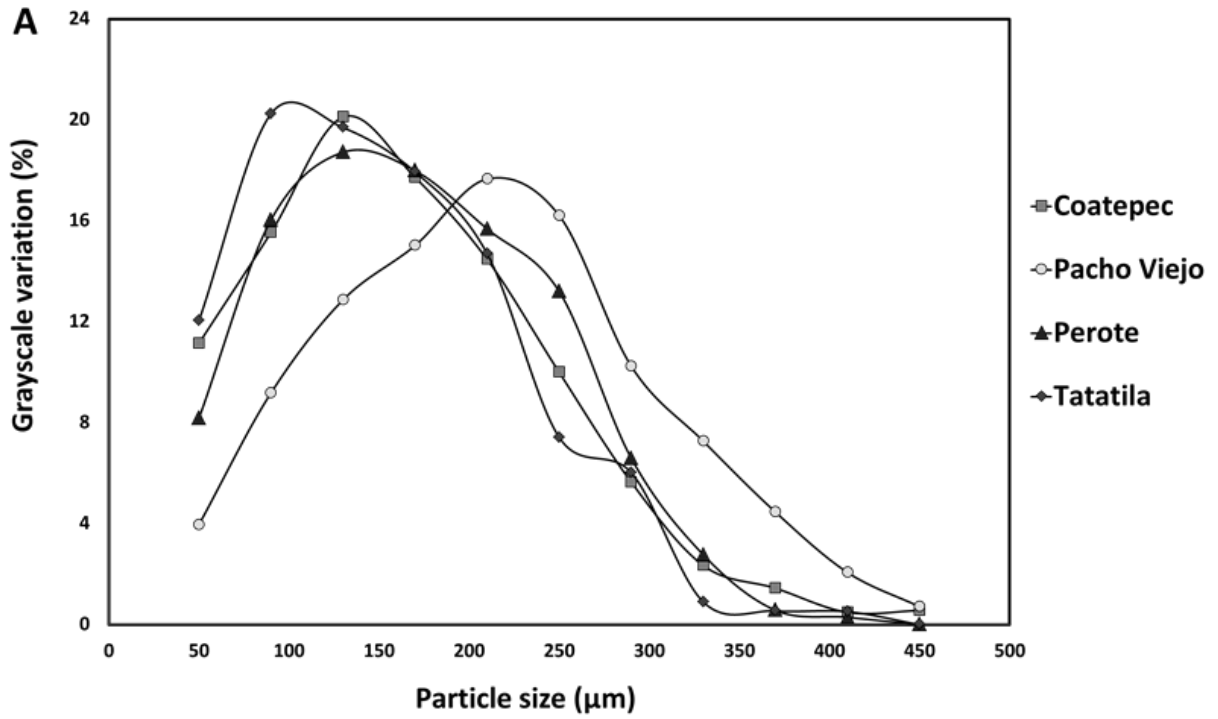
28

29



1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14

**Figura 8.5.** Imágenes en 3-D de quesos madurados de cabra a 1000x: A) Coatepec; (B) Pacho Viejo; (C) Perote y (D) Tatatila.



1  
 2 **Figura 8.6.** Curvas granulométricas de los quesos madurados: (A) tamaño de partículas  
 3 agregadas y (B) distancia inter-partículas agregadas.

1 **Capítulo IX. Influence of production and cultural context of the panel on**  
 2 **the sensory profile of artisan goat cheeses**

3 **Influencia del contexto de producción y cultural del panel en los perfiles**  
 4 **sensoriales de quesos artesanales de cabra**

5 Emmanuel de Jesús RAMÍREZ-RIVERA<sup>1</sup>, Lorena Guadalupe RAMÓN-CANUL<sup>1</sup>, Pablo  
 6 DÍAZ-RIVERA<sup>1</sup>, José Manuel JUÁREZ-BARRIENTOS<sup>2</sup>, Erasmo HERMAN-LARA<sup>2</sup>,  
 7 Witoon PRINYAWIWATKUL<sup>3</sup>, José Andrés HERRERA-CORREDOR<sup>4\*</sup>

8 <sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Veracruz, México. C.P. 91700.

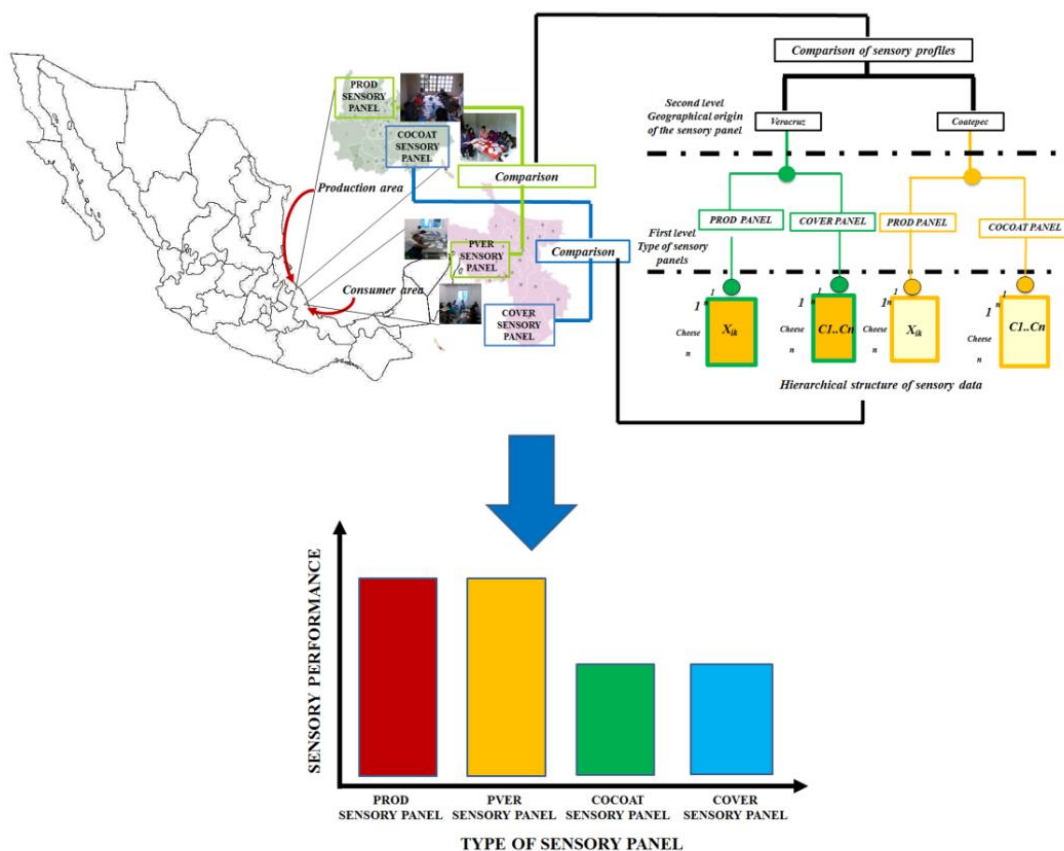
9 <sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Tuxtepec. Tuxtepec, Oaxaca, México. C.P. 68300.

10 <sup>3</sup>Louisiana State University. Baton Rouge, LA, USA. 70803-4200

11 <sup>4</sup>Colegio de Postgraduados Campus Córdoba. Córdoba, México. C.P. 94500.

12 \*Correspondence: [jandreshc@colpos.mx](mailto:jandreshc@colpos.mx)

13



14

15

**Figure 9.1.** Abstrac graphic



1 **Abstract:** This research focused on determining the influence of the production and  
2 cultural context on trained and consumer panels in the generation of sensory profiles of  
3 artisan goat cheeses for sensory characterization. Two types of panels (producers and  
4 consumers) from the cheese-making area (Coatepec, Veracruz, México) and two types of  
5 panels (conventional and consumers) from another area (Veracruz City, Veracruz, México)  
6 were used. Sensory profiles were compared using the Hierarchical Multiple Factor Analysis  
7 (HMFA) technique at two levels (level 1 = comparison between panels and level 2 =  
8 comparison of sensory profiles between areas) and panel discrimination was evaluated  
9 using confidence ellipses. Results showed that cultural context influenced consumer panels  
10 while the production context was not significant between the producer and conventional  
11 panels, which showed greater sensory discrimination and therefore are suitable for  
12 characterizing this type of cheese.

13 **Keywords:** Consumers, crafts, sensory evaluation panels, statistical analysis.

14 **Resumen:** Esta investigación se enfocó en determinar la influencia del contexto de  
15 fabricación y cultural entre paneles entrenados y consumidores en la generación de perfiles  
16 sensoriales de quesos artesanales de cabra para la caracterización sensorial. Se usaron dos  
17 tipos de paneles (productores y consumidores) de la zona quesera (Coatepec) y dos tipos de  
18 paneles (convencional y consumidores) de otra zona (Veracruz). La comparación de los  
19 perfiles sensoriales fue evaluado por la técnica Análisis Factorial Múltiple Jerárquico  
20 (AFMJ) a dos niveles (nivel 1 = comparación entre paneles y nivel 2 = comparación entre  
21 zonas) y la discriminación por panel fue evaluado por elipses de confianza. Los resultados  
22 demostraron que el contexto cultural influye en los paneles de consumidores mientras que  
23 el contexto de fabricación no fue relevante entre los paneles de productores y convencional  
24 quienes demostraron mayor discriminación sensorial y por lo tanto son apropiados para la  
25 caracterización de este tipo de quesos.

26 **Palabras claves:** Artesanal, consumidores, paneles de evaluación sensorial, análisis  
27 estadístico

## 28 **9.1 Introduction**

29 Cheese is an important source of proteins for the world population. Particularly Hispanic  
30 cheeses have become popular in the United States due to the increase in the Hispanic

1 population. According to (1 - 2) manufacture of Latin American cheeses increased from 82  
2 million kg in 2006 to 115 million kg in 2015. The different type of cheeses indicated in the  
3 reports are mainly those prepared using cow milk. In Mexico, specifically in the high  
4 mountains of the state of Veracruz, a traditional artisan type of cheese prepared with goat  
5 milk has a potential to enter the international markets. The determination of sensory profile  
6 of the cheese is one of the main tasks that is required in order to standardize the sensory  
7 quality of the product. However, performance of trained sensory panels and consumer  
8 panels may vary depending on their cultural background in relation to the region in which  
9 the chesses are manufactured. A comparison of the performance of different panels in  
10 different cultural contexts will help to develop a more complete sensory profiling of artisan  
11 goat cheeses. Artisan or traditional cheeses are considered part of the cultural context and  
12 identity of a region. Their sensory characterization has been performed by trained and  
13 consumer panels using different techniques such as Quantitative Descriptive Analysis  
14 (QDA<sup>®</sup>), Flash Profile (FP), Napping and Sorting Task (3 - 5). However, such panels are  
15 unaware of the origin and cultural context of the artisan cheese (6 - 7). Only some research  
16 has been based on considering the cultural context in comparing the sensory profiles of cow  
17 milk cheeses (7, 8 - 10). This type of research has not been conducted in traditional goat  
18 cheeses where, in the same way, the manufacturing experience of artisan producers of these  
19 cheeses is excluded. Considering previous research on cow milk cheese, the formation of a  
20 panel of producers and consumers belonging to the artisan cheese-producing area may be  
21 an option for the characterization of traditional goat cheeses because, from the point of  
22 view of ISO standard 8586-2 (11), these people may be considered experts in the evaluation  
23 of this type of product. Therefore, the aim of this research was to determine the influence of  
24 the production and cultural context on both trained and consumer panels in the generation  
25 of sensory profiles of traditional goat cheeses to determine the appropriate type of panel for  
26 sensory characterization of such products.

## 27 **9.2 Materials and methods**

### 28 9.2.1. Origin and artisanal process of fresh and ripened cheeses

29 The cheeses were produced in different Goat Production Units (GPUs) affiliated with the  
30 non-profit Goat Species Product System of Veracruz (SIPECAV); these GPUs are located

1 in the municipalities of Coatepec, Coacoatzintla, Perote and Tatatila, situated in the central  
2 mountainous region and highlands of the state of Veracruz. The region has a warm-humid  
3 climate with temperatures, precipitation and altitudes ranging from 12-20 °C, 490-1,800  
4 mm and 1,200-2,400 masl respectively. The cheeses were made with milk from the Alpine  
5 and Saanen goat breeds. The cheese-making process was as follows: 1) the milk was  
6 pasteurized (63 °C for 30 min) and then cooled (37 °C); 2) 30 mL of commercial rennet 100  
7 I<sup>-1</sup> of milk were added and at 45 min the curd to be molded in PVC cylinders was cut and  
8 pressed for 7 h (2 kg force·1 kg<sup>-1</sup> cheese) and 3) finally the cheeses were immersed in brine  
9 (28% salt) and placed at room temperature (25 ± 2 °C) for two days to obtain fresh cheeses.  
10 Ripened cheeses were obtained by inoculating the fresh cheese with *Penicillium candidum*  
11 and putting it in cellars at 16 ± 2 °C and 80-85% humidity for seven weeks. The cheeses  
12 were made in the rainy season and for this research two kg of each cheese, per GPU, were  
13 obtained. Table 9.1 shows the origin, both place and GPU, where the artisan goat cheeses  
14 were made.

#### 15 9.2.3. Experimental conditions of fresh and ripened cheeses

16 The cheeses were kept at room temperature for one hour prior to their sensory evaluation;  
17 they were subsequently cut into 1.5 cm in diameter x 3 cm in thickness pieces and coded  
18 with three randomly-selected digits. The sensory evaluation of the cheeses was performed  
19 separately, starting with the fresh cheeses and seven weeks later the ripened cheeses were  
20 evaluated.

#### 21 9.2.4. Sensory strategy: two types of sensory panels in two geographical locations

22 Two types of panels were used: the first type was the trained or conventional panels and the  
23 second type was formed by consumers. With regard to geographical location, a  
24 conventional panel (PROD) and a consumer panel (COCOAT) were formed within the  
25 production area limits (Coatepec City, Veracruz) of the artisan goat cheeses. The second  
26 conventional panel (PVER) and consumer panel (COVER) were formed in Veracruz City.

#### 27 9.2.5. Makeup of conventional and consumer panels

28 The PVER conventional panel was made up of six students (aged 25-32 years) with  
29 experience in sensory characterization of cheeses and selected according to ISO standard  
30 8586-1 (12). The PROD conventional panel consisted of seven producers (aged 38-54



1 years) of artisan goat cheeses, each with over three years' experience in the manufacture of  
2 these products. These panels were trained. The number of trained judges used in this  
3 research is consistent with that indicated in the ISO standard 11035 (13) and Waehrens et  
4 al. (14). Two consumer panels were formed in Veracruz City (COVER). The first was used  
5 to evaluate the fresh cheese and consisted of 10 students-consumers. The second was  
6 composed of six students-consumers who evaluated the ripened cheese. The ages of the  
7 students-consumers were between 24-39 years and they were selected for their regular  
8 consumption of cow milk cheese. In Coatepec two consumer panels (COCOAT) were  
9 formed. Both consisted of six consumers (aged 25-50 years) each, and each one evaluated a  
10 single type of goat cheese. These consumers were selected for their frequency of  
11 consumption of artisan goat cheeses according to an applied survey.

#### 12 9.2.6. Sensory procedure by panel type

13 The PVER and PROD panels made the sensory profile of the cheeses using the QDA<sup>®</sup> (13)  
14 technique with some modifications: in sessions 1-2, the sensory vocabulary was determined  
15 by consensus (15); in sessions 3-8, the samples were evaluated to determine their sensory  
16 profile. The samples were served in a sequential monadic manner and Latin square and  
17 optimized experimental designs were applied for PVER and PROD respectively (16 - 17).  
18 The COCOAT and COVER consumer panels used the FP technique for generating the  
19 sensory profiles and the steps described by Dairou and Sieffermann (3) were followed. In  
20 the first session, each consumer created a list of attributes covering the dimensions of sight,  
21 touch, smell, taste (aromas, flavors and aftertastes). In the second session the lists were  
22 compared and in the third session the cheeses were evaluated. Each session lasted 30 to 50  
23 minutes. The samples were served to these panels using the multiple simultaneous method  
24 (18). The evaluation of the sensory attributes generated by the PVER, PROD, COCOAT  
25 and COVER panels was conducted on a continuous scale from zero to nine (zero = weak  
26 intensity and nine = strong intensity), and panel members were provided with white bread  
27 and water to clean the palate (19). Sensory profiles of the PVER and COVER panels were  
28 made at the Colegio de Postgraduados Veracruz campus, located in the municipality of  
29 Veracruz Ignacio de la Llave, and the profiles of the PROD and COCOAT panels were

1 made in a Goat Production Unit located in the community of Pacho Viejo belonging to the  
2 municipality of Coatepec, Veracruz.

### 3 9.2.7. Statistical strategy

#### 4 9.2.7.1 Sensory space and multidimensional discrimination per panel

5 Sensory spaces generated with the QDA<sup>®</sup> and FP data were performed using Principal  
6 Component Analysis (PCA) and Generalized Procrustes Analysis (GPA) respectively (3).  
7 Sensory discrimination per panel was evaluated by confidence ellipses per product, which  
8 contains 95% of the representations of a product obtained from the generation of virtual  
9 panels of judges by randomly resampling 500 times from the real panels (20).

#### 10 9.2.7.2. Comparison and approximation of sensory profiles at two levels

11 The approximation of the sensory profiles was performed using the Hierarchical Multiple  
12 Factor Analysis (HMFA) technique at two levels (level 1 = comparison of the sensory  
13 profiles between panels and level 2 = comparison of sensory profiles between areas) (21).  
14 The  $R_v$  coefficient was applied at the two HMFA levels to determine the correlation  
15 between the sensory profiles generated (22). The PCA and GPA tests were conducted with  
16 XLSTAT software, version 2009 (Addinsoft, New York, NY, USA). Confidence ellipses,  
17 HMFA and the  $R_v$  coefficient were performed with SensMineR and FactoMineR packages  
18 implemented in programming language R ver. 2.15.3, 2013 (23).

## 19 **9.3. Results and Discussion**

### 20 9.3.1. Sensory vocabulary of cheeses made by conventional panels

21 Panels with previous training (PVER and PROD) generated similar amounts of sensory  
22 attributes (Table 9.2). The biggest differences between the vocabularies were found in the  
23 number of taste attributes. The PROD panel perceived only basic flavors, whereas the  
24 PVER panel perceived basic flavors and other attributes such as goat aroma, citrus aroma  
25 and fermented aroma. This may be an indication of sensory fatigue presented by the PROD  
26 panel judges and generated by direct contact with the artisan cheeses. Similarities between  
27 the generated sensory vocabularies were also observed. For example, for fresh cheese, the  
28 PVER panel proposed the CREA-T attribute and the PROD panel proposed the GREA-T  
29 attribute, both of which refer to the lipid content of the cheese, whereas for ripened cheese  
30 the YELL-C (PVER panel) and CREA-C (PROD panel) attributes were proposed. In the

1 case of the antonymy (opposite sensory attributes) of the vocabularies, for fresh cheese, the  
2 PVER panel suggested the PORS attribute and the PROD panel proposed the W/EYES  
3 attribute, whereas for ripened cheese the PVER panel proposed the GRIT-M attribute and  
4 the PROD panel the CRUM-M.

### 5 9.3.2. Comparison of the characterization of the cheeses by conventional panels

6 Figures 9.2a and b show that the percentages of inertia (variance distribution) in the first  
7 two principal components were 91.96 and 88.28% for the PVER and PROD panels  
8 respectively. These same figures show that both panels grouped the Coatepec and  
9 Coacoatzintla cheeses in contrast to the Perote and Tatatila cheeses. Characterization of the  
10 Coacoatzintla (WHIT-C), Coatepec (ACID) and Perote cheeses were similar (FIRM-T and  
11 GRIT-T vs FIRM-M and FIRM-T) between the two panels, whereas the Tatatila cheese was  
12 perceived, by the PVER panel, as GOAT-A, GREA-AF, GOAT-AF and by the PROD  
13 panel as GREA-T, FERM-A and FERM-AF. Figures 9.3a and b show that the percentages  
14 of inertia (variance distribution) in the first two principal components of the PVER and  
15 PROD panels were 96.36 and 88.79% respectively. Likewise, it was found that both panels  
16 grouped the ripened Perote and Coatepec-1 cheeses in contrast to the Coatepec-2 and  
17 Tatatila-2 cheeses. For characterizing the ripened cheeses, both panels associated the  
18 FERM-S and ACID attributes with the Coatepec-2 cheese, while the FUNG-A and SALT  
19 attributes were perceived mostly in the Perote and Tatatila cheeses. Some discrepancies in  
20 the characterization were also found (Figures 9.3a and b). For example, the Coatepec-1 and  
21 Perote cheeses were characterized by the PVER panel as GRIT-T, GRIT-M, HARD-T,  
22 WOOD-S, GOAT-S, SALT, GOAT-A and DRY-AF, while the PROD panel perceived  
23 these cheeses as CREAM-C, OPAQ, CRUM-M, HARD-T, DRY-T, BRIT, MATU-S,  
24 BITT, SALTY, BITT-AF, FUNG-AF and MATU-AF. For the Coatepec-2 cheese, the  
25 PVER panel perceived it as YELL-C, FRUIT-S, CITR-S and FERM-A and the PROD  
26 panel as ACID and FERM-S, whereas the Tatatila cheese was characterized as MILK-S and  
27 FRUIT-A (PVER panel) and SOUR (PROD panel).

28 9.3.3. Sensory vocabulary and comparison of the characterization of cheeses made by the  
29 consumer panels

1 The sensory vocabulary generated by the COVER consumer panel consisted of 50  
2 attributes (13 sight, 1 touch, 5 smell, 28 taste and 3 aftertaste), while the COCOAT  
3 consumer panel proposed 34 sensory attributes (12 sight, 7 touch, 4 smell, 6 taste and 5  
4 aftertaste). Figures 9.4a and c show similarities in the percentages of inertia (variance  
5 distribution) between the COVER and COCOAT panels (88.07 and 89.64% respectively).  
6 The distribution of cheeses on the sensory plane showed that both panels group the  
7 Coatepec and Tatatila cheeses in contrast to the Perote and Coacoatzintla cheeses. Fig. 4b  
8 shows that the COVER panel characterized Coatepec fresh cheese with appearance  
9 (GREASY, WET and SHINY), mechanical (CREAMY-T, CREAMY-M, Soft-M and  
10 GREASY-T) and ACID attributes. The COCOAT panel characterized the fresh Coatepec  
11 cheese as WHITE-C and CREAMY-AP (Figure 9.4d). The fresh Tatatila cheese was  
12 perceived by the COVER panel as YELLOW-C, ELASTIC, SWEET-S and SALTY, while  
13 the COCOAT panel perceived it as CREAMY-A, YOGURT-S, ACID, AGED-AF AND  
14 ACID-AF. The COVER panel characterized the Coacoatzintla cheese as WHITE-C,  
15 CRUMBLY-T, HARD-M, SALTY and STABLE-A and Perote cheese as HARD, SOUR,  
16 SALTY AND SALTY-AF, while the COCOAT panel perceived the Coacoatzintla and  
17 Perote cheeses as WHEY-S, MILK-S and CREAMY-T. For ripened cheeses, the COVER  
18 panel used a total of 35 sensory attributes (6 sight, 8 touch, 7 smell, 11 taste and 3  
19 aftertaste), whereas the COCOAT panel used only 32 sensory attributes (8 sight, 6 touch, 5  
20 smell and 13 taste). Figures 9.5a and b show that the percentage of inertia (variance  
21 distribution) in the first two first principal components was 91.18% (COVER panel) and  
22 86.56% (COCOAT panel). The representation of the ripened cheeses in the sensory space  
23 was similar between these panels, with the COVER panel (Figure 9.5a) grouping the Perote  
24 and Tatatila cheeses in contrast to the Coatepec-2 and Coatepec-1 cheeses; this same  
25 configuration was observed with the results of the COCOAT panel, which grouped the  
26 Perote and Tatatila cheeses together and subsequently in contrast to the Coatepec-1 and  
27 Coatepec-2 cheeses with respect to principal component one (Figure 9.5b). In the  
28 characterization of the cheeses, the COVER panel associated the WHITE-C, BRITTLE,  
29 GOAT'S MILK-S, ACID and SALTY attributes with Coatepec-2 cheese (Figure 9.5b),  
30 while the COCOAT panel characterized the same cheese as DRY, HARD-T, GOAT'S

1 MILK-S and GOAT'S MILK-A (Figure 9.5d). The same figures also show that the  
2 COVER panel perceived Coatepec-1 cheese as YELLOW-C, CREAMY-T, SWEET-S and  
3 BITTER, while the COCOAT panel characterized it as YELLOW-C, CREAM-C,  
4 ORANGE-A, AGED and BITTERSWEET. The Tatatila cheese was described by the  
5 COVER panel as having the attributes PRESENCE OF FAT, FERMENTED-S and SOFT-  
6 M and by the COCOAT panel as YELLOW-C, CREAMY, SOFT-M and ACID (Figures  
7 9.5b and c, respectively). The Perote cheese showed no predominance in any sensory  
8 attribute and therefore its representation on the sensory plane is located near the origin of  
9 dimension (Figures 9.5b and c).

#### 10 9.3.4. Multidimensional discrimination by sensory panel

11 According to the confidence ellipses (Figures 9.6a-d), it was found that all panels could  
12 discriminate between the fresh cheeses, while the ripened cheeses could only be  
13 differentiated by the PVER and PROD panels (Figures 9.7a and b); moreover, the COVER  
14 panel considered the Perote and Tatatila cheeses as similar and the COCOAT panel was  
15 unable to differentiate between the Perote, Tatatila and Coatepec-2 cheeses (Figures 9.7c  
16 and b). The confidence ellipses generated with the results of the PVER and PROD panels  
17 were similar in size; the same case occurred in the ellipses generated with the results of the  
18 COVER and COCOAT panels.

#### 19 9.3.5. Comparison and statistical approximation of sensory profiles at two levels

20 The partial representations (Figures 9.8a and b) showed that the sensory profiles of the  
21 fresh cheese, generated by each sensory panel, exhibited similarities; the same effect was  
22 observed in the sensory profiles of the ripened Coatepec-1, Coatepec-2 and Tatatila cheeses  
23 (Figure 9.8b). The first HMFA level (Figure 9.9a) shows greater proximities between the  
24 PROD, PVER and COVER panels; the correlation values confirmed this effect ( $R_{VPVER-PROD}$   
25  $= 0.95$ ,  $R_{VPROD-COVER} = 0.94$ ,  $R_{VPVER-COVER} = 0.95$ ), with the COCOAT panel disagreeing  
26 with the rest of the panels in the evaluation of the fresh cheese ( $R_{VPROD-COCOAT} = 0.58$ ,  
27  $R_{VCOCOAT-PVER} = 0.63$  and  $R_{VCOVER-COCOAT} = 0.78$ ). In the evaluation of the ripened cheese  
28 (Figure 9b), the first HMFA level showed short distances between the trained panels  
29 ( $R_{VPVER-PROD} = 0.96$ ) and between the consumer panels ( $R_{VCOVER-COCOAT} = 0.94$ ). However,  
30 acceptable correlations (above 0.75) were obtained between the different panels ( $R_{VPROD-$

1  $R_{COCOAT} = 0.87$ ,  $R_{VCOCOAT-PVER} = 0.89$ ,  $R_{VPROD-COVER} = 0.90$ ,  $R_{VPVER-COVER} = 0.88$ ). Figures 9.9a  
2 and b also demonstrated that the sensory profiles generated in Veracruz and Coatepec  
3 (second HMFA level) showed high concordance in the characterization of the fresh  
4 ( $R_{VVERACRUZ-COATEPEC} = 0.89$ ) and ripened ( $R_{VVERACRUZ-COATEPEC} = 0.99$ ) cheeses. This study  
5 shows that the largest discrepancies between panels were found in the attributes of the  
6 sensory dimensions of taste and aftertaste. The high percentages of inertia obtained, greater  
7 than 70%, of the first two principal components allowed an analysis of the sensory profiles  
8 of the artisan cheeses in the first two principal components; in other words, this  
9 demonstrates a good representation of the data as well as high similarities in the sensory  
10 representations of the cheeses between the panels (24). In the case of the trained PVER and  
11 PROD panels, differences in the use of some sensory attributes are generated by experience  
12 in production activities, while among consumer panels the cultural aspect influences to a  
13 lesser extent the sight, touch and smell attributes; this result is consistent with that reported  
14 by Phu et al. (24), who observed that the cultural aspect has less influence on texture  
15 parameters in the evaluation of dairy products by French and Vietnamese consumers.  
16 Therefore, the panels from the artisan cheese production area (PROD and COCOAT) used  
17 fewer sensory attributes to characterize the goat cheeses. This trend was also observed by  
18 Blancher et al. (25) and Gómez et al. (10), who found that the panels from the same place  
19 where the product is made use fewer attributes to characterize artisan jellies and cheeses.  
20 This effect is generated by familiarity with the product. According to Sester et al. (26), this  
21 effect is derived from autobiographical consumption events and the representation of the  
22 product in the consumer's semantic memory. Guerrero et al. (6) argue that this familiarity is  
23 generated by the strong emotional, cultural or social ties of the people living in the area,  
24 region or country where the product is manufactured. The high number of sensory attributes  
25 used by the PVER and COVER panels is because they use more than one word to describe  
26 the same sensation. This cognitive process is common when people do not know a product  
27 and tend to associate it with a similar one. Likewise, this result shows the effect of the  
28 context of the sensory experience of these panels with goat cheeses (7, 25). In this sense,  
29 the type of cheese consumed could have an impact on the results, as the people on the  
30 PVER and COVER panels more often consumed cow milk cheeses, unlike the judges and

1 consumers on the PROD and COCOAT panels who regularly consumed goat and cow milk  
2 cheeses, among others. Therefore, consumption of different types of cheeses contributes to  
3 the enrichment of sensory vocabulary and the specification of each type of cheese; this  
4 effect can be generated by the cultural context in which various types of goat cheeses are  
5 produced. The high discrimination of the PVER and PROD panels may be due to the effect  
6 of training, while the consumer panels showed difficulties in discriminating between  
7 ripened cheeses, according to the overlap of the confidence ellipses (27); this shows that  
8 consumers in the study region are mostly familiar with fresh cheeses. These results are  
9 consistent with those reported by Drake et al. (8), who mentioned that the difficulty in  
10 evaluating complex foods, such as ripened cheeses, can contribute to the discrepancy in  
11 results between panels. Discrepancy between the consumer panels was observed in both  
12 types of artisan goat cheeses. This shows that the use of sensory vocabulary and differences  
13 in the perception of the intensity affect the results even though there are some similarities in  
14 the identification of sensory attributes between consumer and trained panels (8,25). From  
15 another perspective, the sensory vocabulary used by the consumer panel may be oriented to  
16 the causal sensory attributes of preference or rejection in consumer tastes more than a  
17 characterization; for this purpose, this should be checked with techniques such as external  
18 preference mapping or ideal profile mapping (28). The high correlations obtained show a  
19 similar structure in the data generated by all panels. This is consistent with the findings  
20 reported by Gómez et al. (10), who determined correlations of 0.85 between the sensory  
21 profiles of “cuajada style” fresh cheese made by different consumer panels located in  
22 different municipalities in the state of Oaxaca. This research found that the largest  
23 discrepancies occurred between consumer panels in the evaluation of fresh and ripened  
24 artisan cheeses. This shows that cultural context has a greater effect on consumer panels  
25 than conventional ones. In this sense the PVER and PROD panels showed high similarities  
26 based on the high correlation values between them, thereby indicating that the  
27 manufacturing context does not have much influence on the characterization of these  
28 artisan cheeses. Therefore, conventional panels formed with people involved or not in the  
29 making of artisan cheeses are viable options for their sensory characterization, provided  
30 that the assessment protocols indicated in the sensory techniques used for this purpose are

1 respected. This methodology involving the cultural context and specific experience of  
2 artisanal producers can contribute to the searching for a single unique sensory profile or  
3 footprint sensory identity to differentiate cheeses of the same category regarding their  
4 similar products made in different geographical areas. The number of judges used in  
5 research can be applied to the formation of sensory panels in order to make a local sensory  
6 evaluation in the geographical areas where artisanal cheeses are manufactured, distributed  
7 and consumed artisanal cheese.

#### 8 **Acknowledgments**

9 The authors are grateful to Investment and Management Trust No. 167304 (Fideicomiso de  
10 Administración e Inversión No. 167304) and Mexico's National Science and Technology  
11 Council (CONACYT) for the doctoral scholarship awarded to the first author.

12 **Conflict of interest:** The authors declare that they have no conflict of interest.

#### 13 **9.4. References**

- 14 1. National Agricultural Statistics Service [NASS]. (2007). Online reference included in  
15 article [Dairy products 2006 summary].URL  
16 [http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/nass/DairProdSu/2000s/2007/DairProdSu-04-](http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/nass/DairProdSu/2000s/2007/DairProdSu-04-27-2007.pdf)  
17 [27-2007.pdf](http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/nass/DairProdSu/2000s/2007/DairProdSu-04-27-2007.pdf). Accessed: 01/09/2016.
- 18 2. National Agricultural Statistics Service [NASS]. (2016). Online reference included in  
19 article [Dairy products 2015 summary]. URL  
20 [http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/DairProdSu/DairProdSu-04-28-](http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/DairProdSu/DairProdSu-04-28-2016.pdf)  
21 [2016.pdf](http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/DairProdSu/DairProdSu-04-28-2016.pdf). Accessed: 01/09/2016.
- 22 3. Dairou V, Sieffermann JM. 2002. A comparison of 14 jams characterized by  
23 conventional profile and a quick original method, the flash profile. *J. Food Sci* 2002;  
24 67:826-834.
- 25 4. Pagès J. Collection and analysis of perceived product inter-distances using multiple  
26 factor analysis: application to the study of 10 white wines from the Loire Valley.  
27 *Food Qual Prefer* 2005; 16: 642-649.
- 28 5. Chollet S, Lelièvre M, Abdi H, Valentin D. Sort and beer: everything you wanted to  
29 know about the sorting task but did not dare to ask. *Food Qual Prefer* 2011; 22:507-  
30 520.



- 1 6. Guerrero L, Claret A, Verbeke W, Vanhonacaker F, Enderli G, Sulmot-Rossé C,  
2 Hersleth M, Dolors M. Cross-cultural conceptualization of the words Traditional and  
3 Innovation in a food context by means of sorting task and hedonic evaluation. *Food*  
4 *Qual Prefer* 2012; 25: 69-78.
- 5 7. Lahne J, Trubek A, Pelchat M. Consumer sensory perception of cheese depends on  
6 context: A study using comment analysis and linear mixed models. *Food Qual Prefer*  
7 2014; 32: 184-197.
- 8 8. Drake MA, Gerard PD, Wright S, Cadwallader KR, Civille GV. Cross validation of a  
9 sensory language for cheddar cheese. *J Sens Stud* 2002; 17: 215-227.
- 10 9. Drake S, Lopetcharat K, Clarck S, Kwak S, Lee S, Drake M. Mapping differences in  
11 consumer perception of sharp cheddar cheese in the United States. *J Food Sci* 2009;  
12 74:276-285.
- 13 10. Gómez T, Hernández M, López J, Santiago C, Ramón L, Juárez J, Ramírez E.  
14 Caracterización sensorial del queso fresco “cuajada” en tres localidades de Oaxaca,  
15 México: diferencias en la percepción sensorial. *Rev Venez Cienc Tecnol Aliment*  
16 2010; 1:127-140.
- 17 11. ISO Standard 8586–1. *Sensory Analysis – General Guidance for the Selection,*  
18 *Training, and Monitoring of Assessors, Part 1 – Selected assessors (1st Ed.),*  
19 *International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.1993.*
- 20 12. ISO Standard 8586-1. *ISO. Sensory analysis – General guidance for the selection,*  
21 *training and monitoring of assessors – Part 2: Experts.1994.*
- 22 13. ISO Standard 11035. *Sensory Analysis - Identification And Selection Of Descriptors*  
23 *For Establishing A Sensory Profile By A Multidimensional Approach, (1st Ed.),*  
24 *International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland. 1994.*
- 25 14. Waehrens SS, Zhang S, Hedelund PI, Petersen MA, Byrne DV. Application of the  
26 fast sensory method “Rate-All-That-Apply” in chocolate Quality Control compared  
27 with DHS-GC-MS. *Int J Food Sci Tech* 2016; 51: 1877-1887.
- 28 15. Hernández-Morales C, Hernández MA, Aguirre ME, Villegas GA. Physicochemical,  
29 microbiological, textural and sensory characterization of Mexican Añejo cheese. *Int J*  
30 *Dairy Technol* 2010; 63: 552-560.

- 1 16. MacFie HJ, Bratchell N, Greenhoff K, Vallis LV. Designs to balance the effect of  
2 order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. *J Sens Stud* 1989;  
3 4: 129–148.
- 4 17. Périnel E, Pagès J. Optimal nested cross-over designs in sensory analysis. *Food Qual*  
5 *Prefer* 2004; 15: 439-446.
- 6 18. Mazzucchelli R, Guinard J. Comparison of monadic and simultaneous simple  
7 presentation modes in descriptive analysis of milk chocolate. *J Sens Stud* 1999; 14:  
8 235-248.
- 9 19. Hayaloglu A, Tolu C, Yasar K, Sahingil D. Volatiles and sensory evaluation of goat  
10 milk cheese Gokceada as affected by goat breeds (Gokceada and Turkish Saanen) and  
11 starter system during ripening. *J Dairy Sci* 2013; 96: 2765-2780.
- 12 20. Cadoret M, Husson, F. Construction and evaluation of confidence ellipses applied at  
13 sensory data. *Food Qual Prefer* 2013; 28: 106-115.
- 14 21. Lê-Dien S, Pagès J. Hierarchical Multiple Factor Analysis: application to the  
15 comparison of sensory analysis profiles. *Food Qual Prefer* 2003; 14: 397-403.
- 16 22. Josse, J., Pagés, J. & Husson, F. Testing the significance of the RV coefficient.  
17 *Comput Stat Data Anal* 2008; 53: 82-91.
- 18 23. Lê-Dien S, Husson F. Sensominer: a package for sensory data analysis. *J Sens Stud*  
19 2008; 23: 14-25.
- 20 24. Phu V, Valentin D, Husson F, Dacremont C. Cultural differences in food description  
21 and preference: Contrasting Vietnamese and French panellists on soy yogurts. *Food*  
22 *Qual Prefer* 2010; 21:602-610.
- 23 25. Blancher G, Chollet S, Kesteloot R, Nguyen-Hoang D, Cuvelier G, Sieffermann, JM.  
24 French and Vietnamese: how do they describe texture characteristics of the same  
25 food? A case study with jellies. *Food Qual Prefer* 2007; 18, 560-575.
- 26 26. Sester C, Dacremont C, Deroy O, Valentin D. Investigating consumer's  
27 representations of beers through a free association task: A comparison between  
28 packaging and blind conditions. *Food Qual Prefer* 2013; 28: 475-483.
- 29 27. Worch T, Lê S, Punter P. How reliable are consumers? Comparison of sensory  
30 profiles from consumers and experts. *Food Qual Prefer* 2010; 21:309-318.

- 1 28. Worch T. PrefMFA, a solution taking the best of both internal and external preference  
2 mapping techniques. Food Qual Prefer 2013; 30: 180-191.  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30

1 **Table 9.1.** Identification of fresh and ripened cheeses.

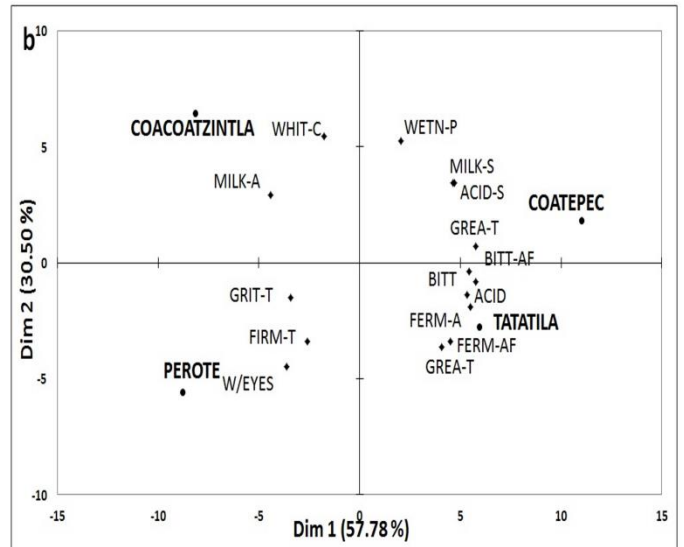
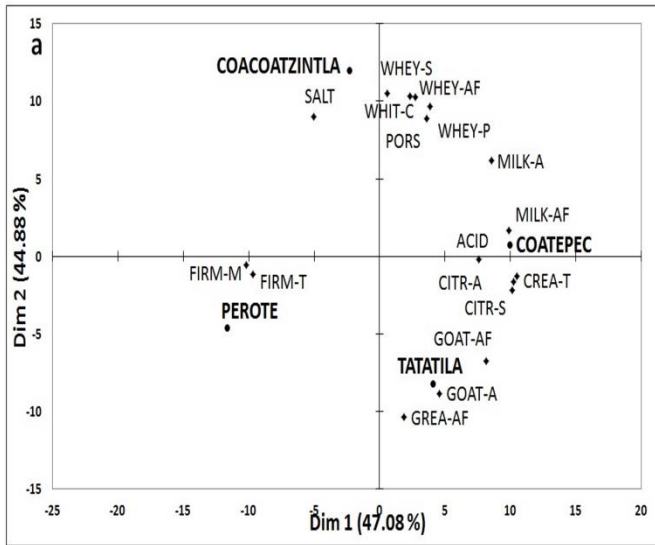
<b>Fresh cheese</b>		<b>Ripened cheese</b>	
<b>GPU**</b>	<b>Municipality and codification</b>	<b>GPU</b>	<b>Municipality and codification</b>
Dónelo	Coatepec	Dónelo	Coatepec-1
Altalpas	Coacoatzintla	Luis	Coatepec-2
Enríquez	Perote	Enríquez	Perote
Rincón del Río Frío	Tatatila	Rincón del Río Frío	Tatatila

2 \*\*GPU: Goat Production Unit; Coatepec-1: GPU located in the community of Pacho Viejo, Coatepec, Veracruz;  
 3 Coatepec-2: GPU located in the municipality of Coatepec City, Veracruz  
 4  
 5  
 6  
 7  
 8  
 9  
 10  
 11  
 12  
 13  
 14  
 15  
 16  
 17  
 18  
 19  
 20  
 21  
 22

1 **Table 9.2.** Sensory vocabularies of fresh and ripened cheeses generated by the PVER and  
 2 PROD sensory panels.

<b>Fresh cheese</b>		<b>Ripened cheese</b>	
<b>Attributes (PVER panel)</b>	<b>Attributes (PROD panel)</b>	<b>Attributes (PVER panel)</b>	<b>Attributes (PROD panel)</b>
White color (WHIT-C)	White color (WHIT-C)	Yellow color (YELL-C)	Cream color (CREA-C)
Porous surface (PORS)	Without eyes (W/EYES)	Hard to the touch (HARD-T)	Opaque (OPAQ)
Presence of whey (WHEY-P)	Presence of wetness (WETN-P)	Gritty to the touch (GRIT-T)	Hard to the touch (HARD-T)
Firmness to the touch (FIRM-T)	Firmness to the touch (FIRM-T)	Goat smell (GOAT-S)	Brittle (BRIT)
Creamy to the touch (CREA-T)	Gritty to the touch (GRIT-T)	Milk smell (MILK-S)	Dry to the touch (DRY-T)
Citrus smell (CITR-S)	Sticky to the touch (STIC-T)	Fermented smell (FERM-S)	Fermented smell (FERM-S)
Whey smell (WHEY-S)	Greasy to the touch (GREA-T)	Citrus smell (CITR-S)	Maturate smell (MATU-S)
Salty (SALT)	Acid smell (ACID-S)	Fruity smell (FRUI-S)	Salty (SALT)
Acid (ACID)	Milk smell (MILK-S)	Smell of wet wood (WOOD-S)	Acid (ACID)
Firmness in the mouth (FIRM-M)	Bitter (BITT)	Salty (SALT)	Bitter (BITT)
Goat aroma (GOAT-A)	Acid (ACID)	Acid (ACID)	Sour (SOUR)
Milk aroma (MILK-A)	Fermented aroma (FERM-A)	Gritty in the mouth (GRIT-M)	Fungal aroma (FUNG-A)
Citrus aroma (CITR-A)	Milk aroma (MILK-A)	Goat aroma (GOAT-A)	Crumbly in the mouth (CRUM-M)
Whey aftertaste (WHEY-AF)	Bitter aftertaste (BITT-AF)	Fermented aroma (FERM-A)	Maturate aftertaste (MATU-AF)
Milk aftertaste (MILK-AF)	Fermented aftertaste (FERM-AF)	Fruity aroma (FRUI-A)	Bitter aftertaste (BITT-AF)
Greasy aftertaste (GREA-AF)		Fungal aroma (FUNG-A)	Fungal aftertaste (FUNG-AF)
Goat aftertaste (GOAT-AF)		Dry aftertaste (DRY-AF)	

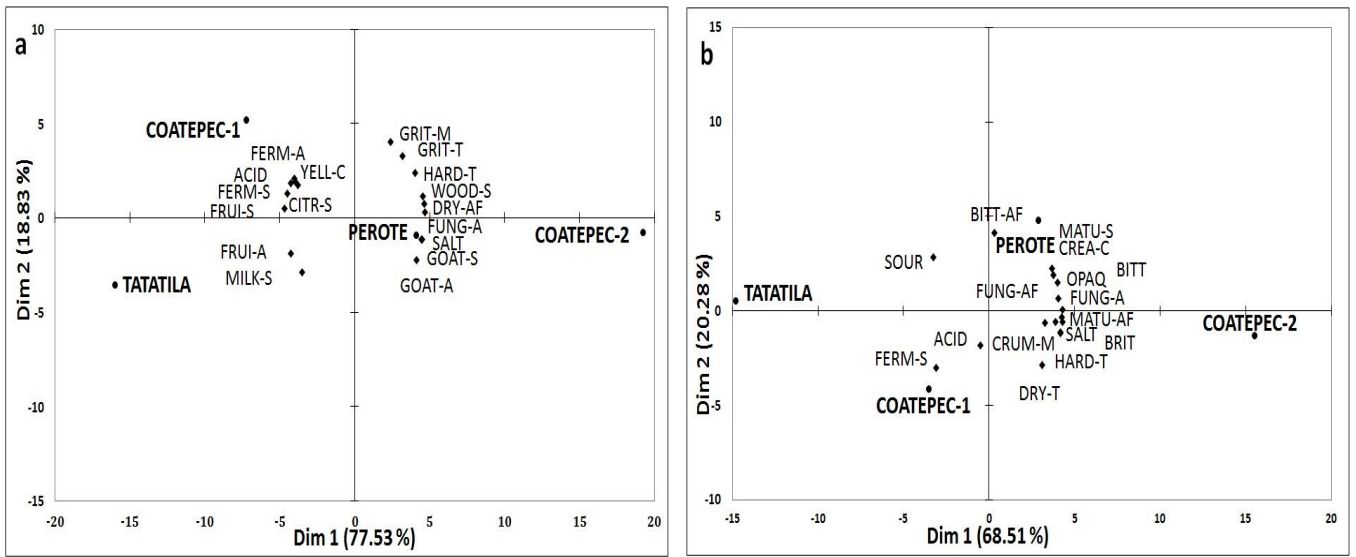
3 A = Aroma (retronasal passage); T = Texture (touch); S = Smell (nasal aspect); Af = Aftertaste (after  
 4 ingesting the sample).



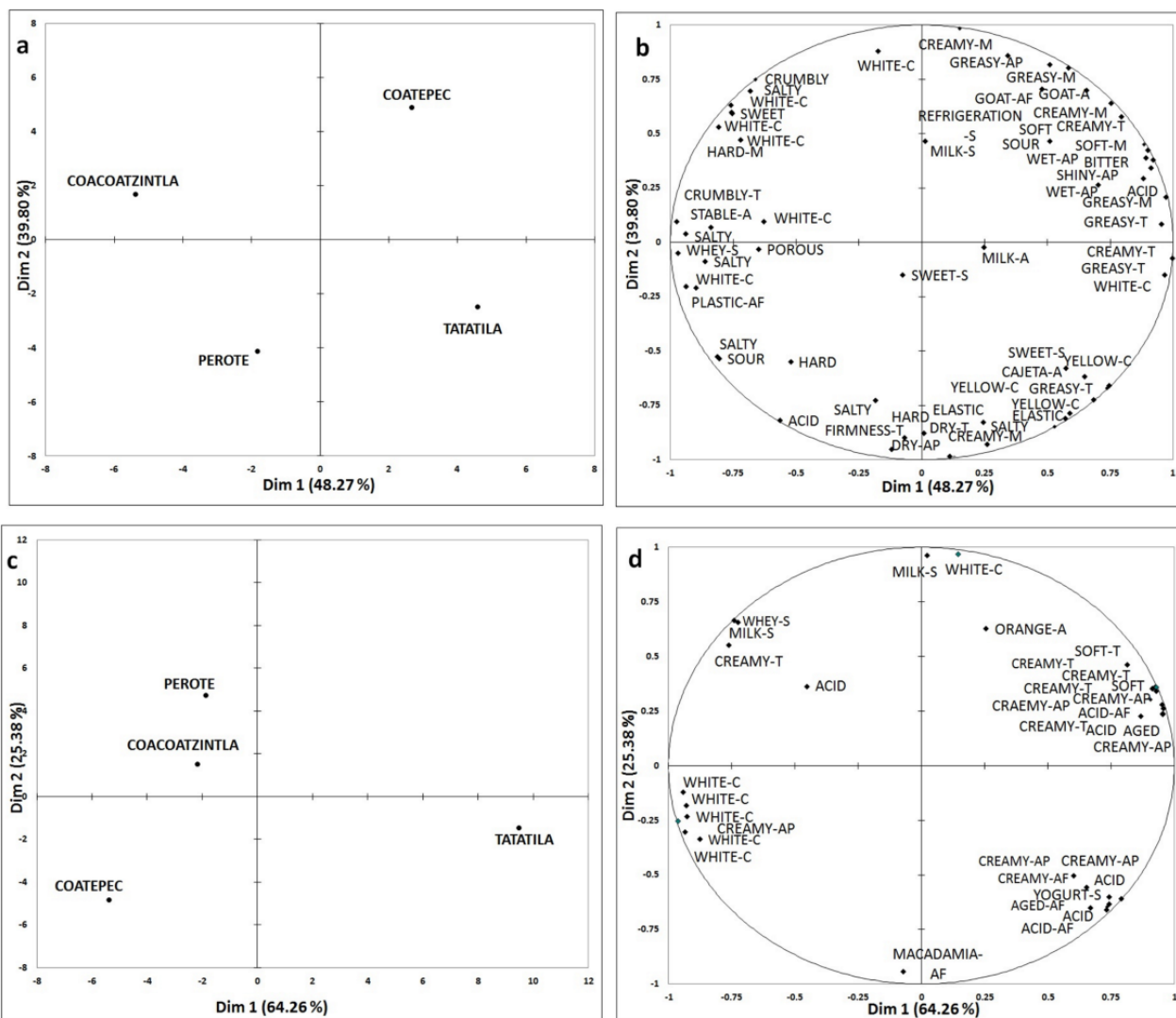
1 A = Aroma (retronasal passage); C = Colour; T = Texture (touch); S = Smell (nasal aspect);  
 2 AF = Aftertaste (after ingesting the sample).

3 **Figure 9.2.** Sensory profiles of fresh cheese made by the PVER (a) and PROD (b) panels.

4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18

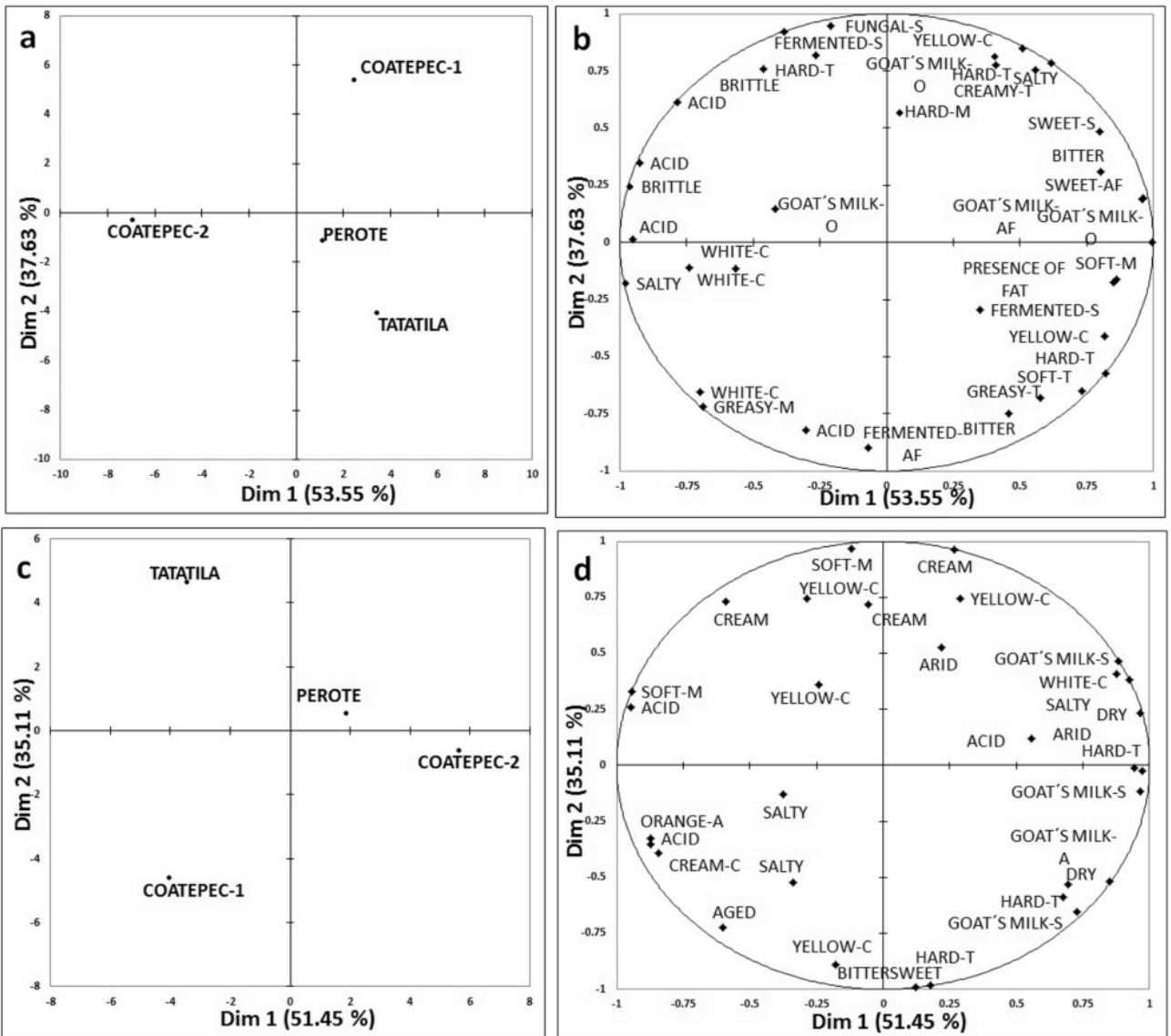


1  
 2 A = Aroma (retronasal passage); C = Colour; T = Texture (touch); S = Smell (nasal aspect);  
 3 AF = Aftertaste (after ingesting the sample).  
 4 **Figure 9.3.** Sensory profiles of the ripened cheeses made by the PVER (a) and PROD (b)  
 5 panels.

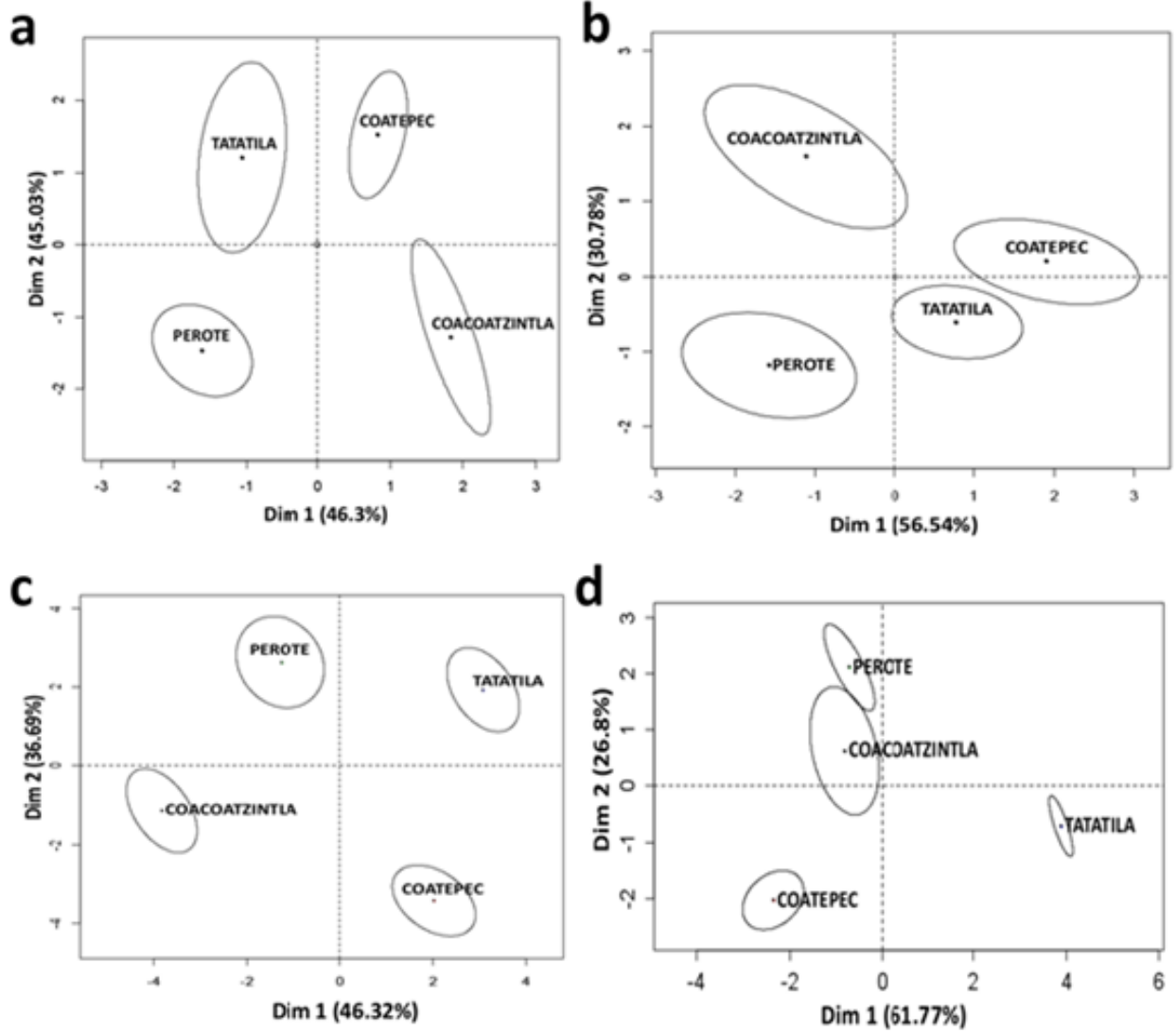


1  
 2 AP= Appearance; A = Aroma (retro-nasal passage); C = Colour; T = Texture (touch); S =  
 3 Smell (nasal aspect); AF = Aftertaste (after ingesting the sample).  
 4 **Figure 9.4.** Sensory profiles of fresh cheese: COVER (a-b) and COCOAT (c-d) panels.  
 5  
 6  
 7



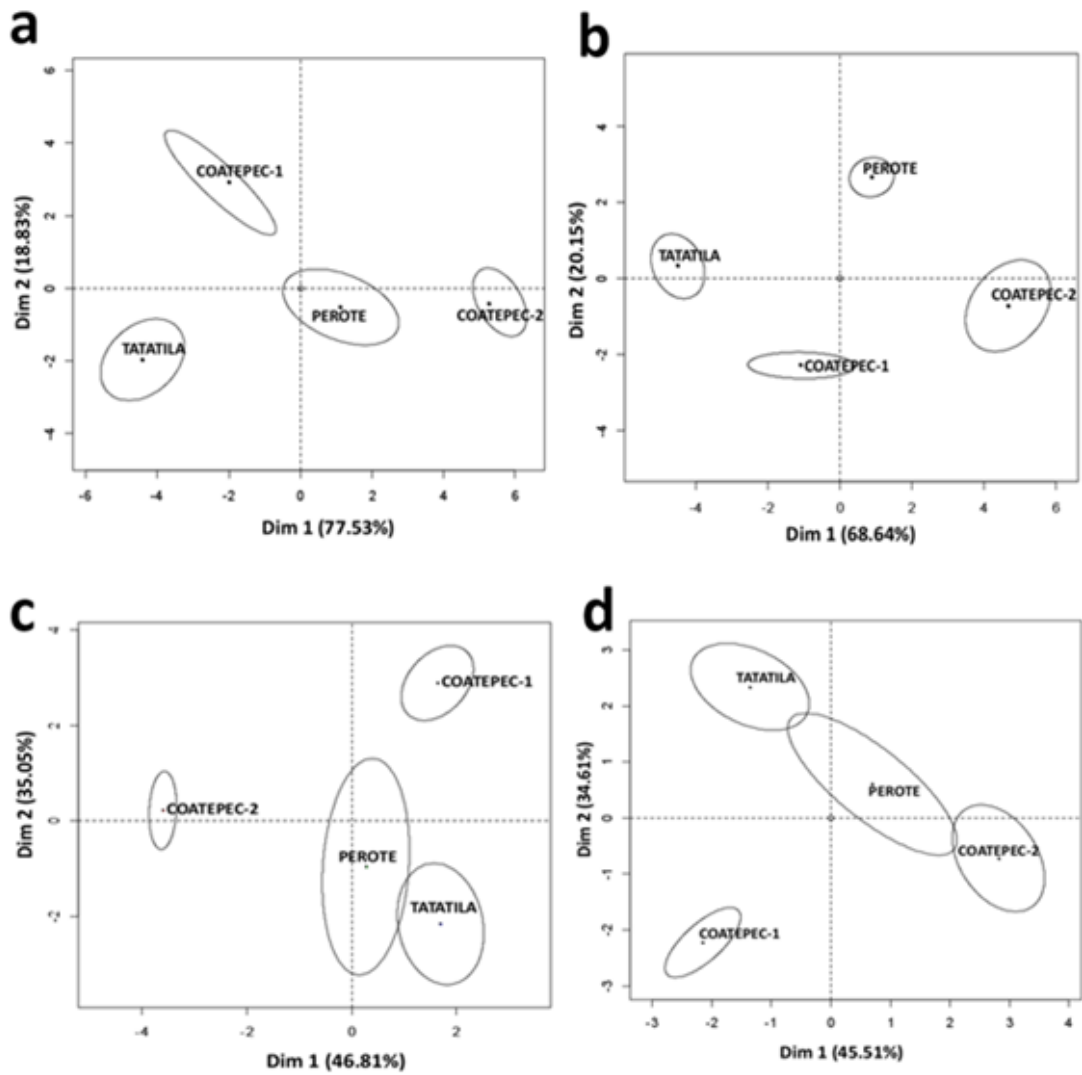


1  
 2 AP= Appearance; A = Aroma (retro-nasal passage); C = Colour ; T = Texture (touch); S =  
 3 Smell (nasal aspect); AF = Aftertaste (after ingesting the sample).  
 4 **Figure 9.5.** Sensory profiles of ripened cheese: COVER (a-b) and COCOAT (c-d) panels.  
 5  
 6  
 7  
 8  
 9



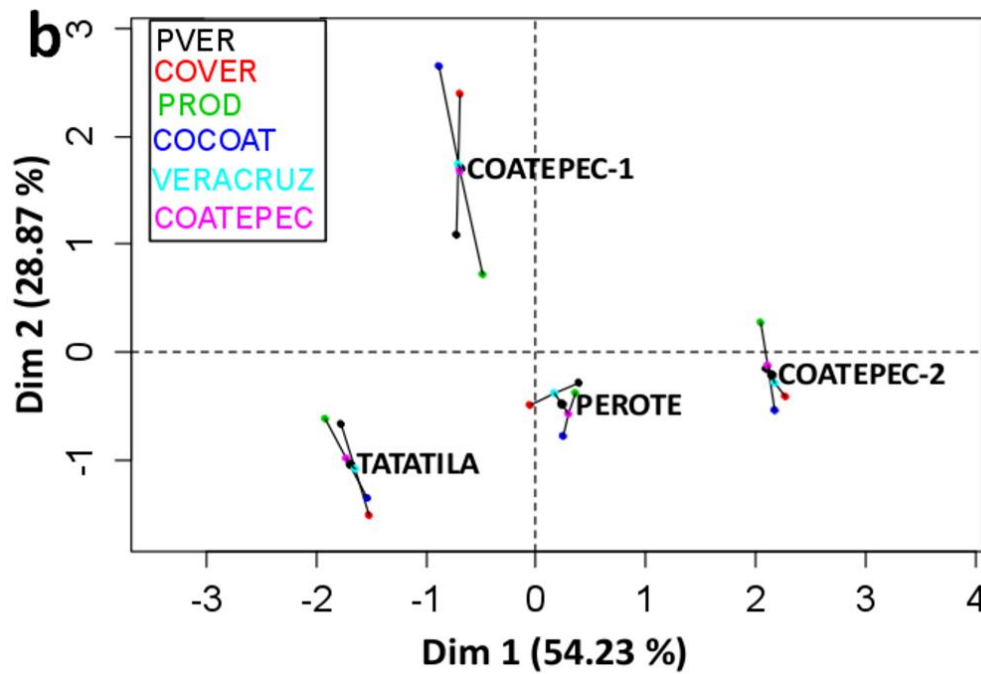
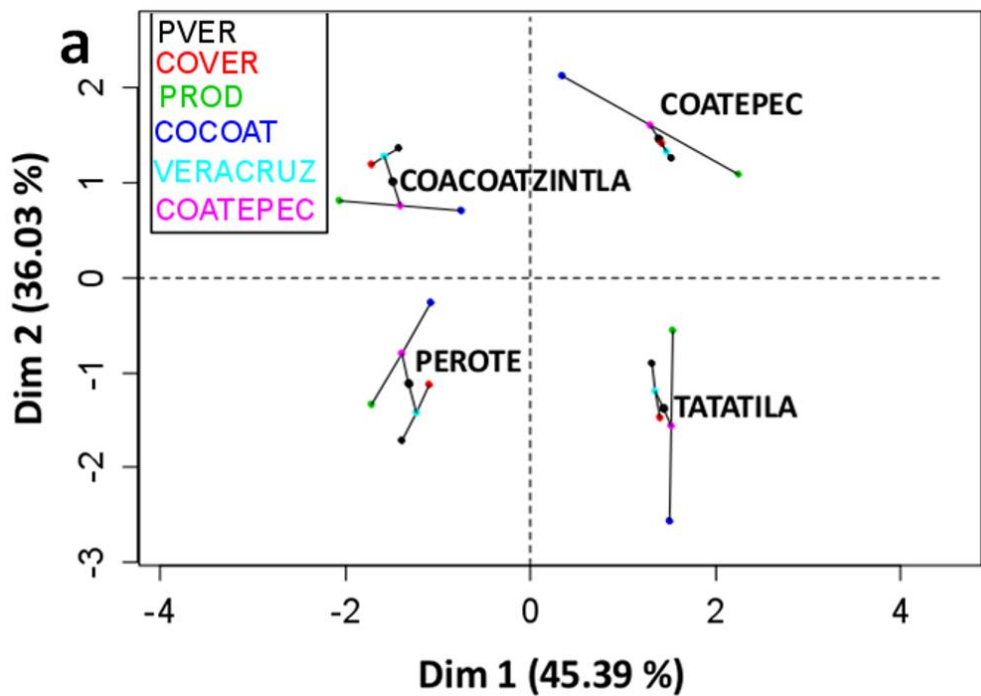
1  
2 **Figure 9.6.** Confidence ellipses for fresh cheese generated by a) PVER, b) PROD, c)  
3 COVER and d) COCOAT.  
4

5  
6  
7  
8  
9  
10  
11

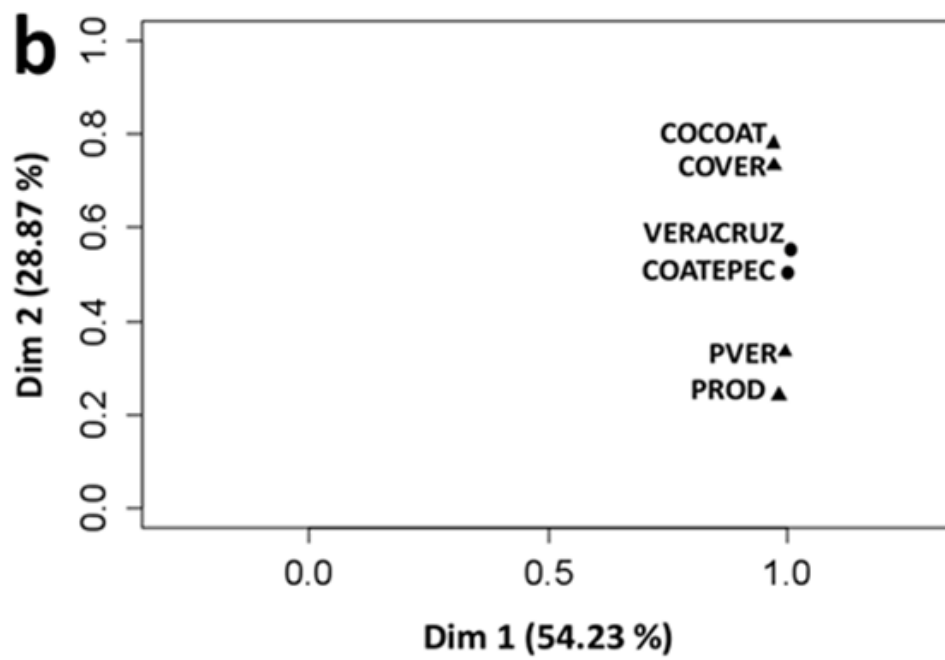
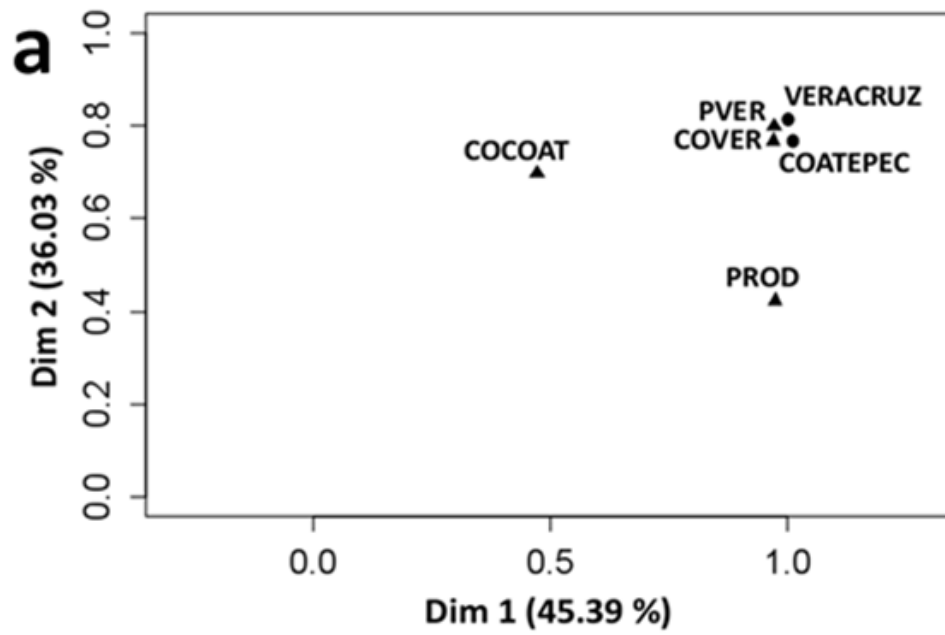


1  
2  
3  
4  
5  
6  
7

**Figure 9.7.** Confidence ellipses for ripened cheese generated by a) PVER, b) PROD, c) COVER and d) COCOAT.



1  
 2 **Figure 9.8.** Representations of the panels (partial clouds) and each cheese (midpoint) for:  
 3 a) fresh cheese and b) ripened cheese.



1  
2  
3  
4  
5  
6  
7

**Figure 9.9.** Representation of the two HMFA levels for a) fresh cheese and b) ripened cheese.

# 1 **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES**

## 2 **1. Conclusiones generales**

3 La caprinocultura y la producción de los quesos artesanales de cabra frescos y madurados  
4 del estado de Veracruz se desarrollan principalmente en regiones con bosque mesófilo de  
5 montaña y matorral xerófilo en el altiplano, en estos ecosistemas predominan vegetaciones  
6 variadas y matorrales diversos, respectivamente. Los sistemas de producción caprinos de  
7 Veracruz se caracterizan principalmente por ser hatos pequeños que no superan las 150  
8 cabezas y son de tipo semi-estabulado y estabulado. Las principales problemáticas que  
9 presentan los productores son: falta de apoyo del gobierno, falta de promoción de sus  
10 productos y búsqueda de nuevos mercados. Se estimó la existencia de 4494 km<sup>2</sup> (6.3% del  
11 territorio estatal) con potencial alto y 2986 km<sup>2</sup> (4.12% del territorio estatal) con potencial  
12 medio, estas extensiones de territorio se ubican en la sierra de Huayacocotla, Perote y  
13 Orizaba, los cuales se caracterizan por ser zonas con elevaciones, temperaturas bajas y  
14 diversidad de vegetación para las cabras. El análisis de la materia prima evaluado en las tres  
15 épocas del año ponen en evidencia el uso de las buenas prácticas de ordeña aplicadas en la  
16 producción de leche de cabra de la zona analizada, ya que no se encontró la presencia de  
17 microorganismos patógenos en las leches crudas y pasteurizadas en ninguna de las épocas  
18 evaluadas. Solamente en las épocas de lluvias y nortes se detectó la presencia de mesófilos  
19 aerobios y coliformes totales en las leches crudas, de la misma manera en las épocas antes  
20 mencionadas se obtuvieron los contenidos altos de SNG, proteína, lactosa y densidad  
21 mientras que el contenido mayor de grasa se encontró en la época de secas. Los estudios de  
22 las interrelaciones para la tipificación de los quesos artesanales demostraron la influencia  
23 de las condiciones agroecológicas y el sistema de producción caprino en la generación de  
24 características típicas de los quesos frescos y madurados. Por lo tanto, las características  
25 que le confieren un distintivo a los quesos frescos son la adhesividad, el color blanco  
26 tonalidades amarillas, contenido alto de suero e intensidades altas en aroma a cabra y un  
27 resabio a grasa. En el caso de los quesos madurados, las características que los distinguen  
28 son luminosidad alta e intensidades altas de olores a cabra, frutas, leche, madera húmeda y  
29 aromas a cabra, hongo y frutas. Las características de color, textura y sensoriales  
30 encontradas en ambos quesos artesanales contribuyeron a la preferencia de más del 50% de

1 los consumidores usados en esta investigación. En los aspectos de inocuidad  
2 microbiológica se demostró que ambos quesos artesanales cumplen con las normas  
3 oficiales mexicanas; Sin embargo mediante el Análisis multi-elementos se detectaron  
4 concentraciones de As y Pb superiores a los límites máximos permitidos dictaminados en  
5 normas oficiales mexicanas e internacionales. En el caso de los elementos esenciales y  
6 mayoritarios, éstos contribuyen a cubrir parte de los requerimientos necesarios de ingesta  
7 diaria recomendada. El origen geográfico de los quesos artesanales basado en el perfil  
8 multi-elementos pudo constituirse solamente con nueve elementos: Al, K, Mg, Mn, Na, Pb,  
9 Se, Sr, y Zn, siendo los elementos Al, Ca, Cu, Fe, K, Mn, Mg, Na, Pb, Se, Sr y Zn quienes  
10 se asociaron a los quesos frescos y los elementos Al, Ca, Cu, Cr, K, Mg, Mn, Se, Sr y Zn a  
11 los quesos madurados. Con el estudio del microscopía se puso en evidencia la constitución  
12 de la microestructura de los quesos frescos y madurados, las cuales se distinguen por  
13 glóbulos de grasa, redes de proteína y cristales de lactosa. El análisis de imagen permitió  
14 caracterizar la microestructura de los quesos artesanales, las cuales se distinguen por tener  
15 una estructura compleja conformada con poros de forma irregular. Los análisis de  
16 sensometría mostraron mayores discrepancias entre los paneles sensoriales conformados  
17 por consumidores, esto indica la influencia del contexto cultural en la descripción sensorial  
18 realizada por el tipo de panel antes mencionado. Caso contrario a los paneles sensoriales  
19 con entrenamiento (productores y convencional) donde se encontraron mayores similitudes.  
20 Con lo anterior queda comprobado que un panel sensorial de productores artesanales  
21 también puede ser una opción viable para la tipificación sensorial de este tipo de quesos, ya  
22 que sus resultados son comparables a los generados por un panel entrenado de manera  
23 convencional. Lo anterior también se fundamenta principalmente en la experiencia y  
24 conocimiento acerca de los quesos artesanales. Se concluye que los quesos artesanales  
25 frescos y madurados de la zona montañosa central y el altiplano del estado de Veracruz  
26 muestran similitudes con algunos quesos artesanales de España, Francia y que están  
27 protegidos con una Denominación de Origen. Por lo cual, los quesos analizados en esta  
28 investigación son candidatos para su protección mediante algún sello de calidad otorgado  
29 por el Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual (IMPI).

30

## 1 **2. Recomendaciones generales**

2 Los resultados obtenidos demuestran la necesidad de realizar las intervenciones siguientes:

3 1) Mantener la continuidad de las buenas prácticas de higiene y manejo en la producción de  
4 los quesos artesanales; 2) Se recomienda implementar el Análisis de Peligros y Puntos de  
5 Control Críticos (HACCP) para determinar la fuente de origen de contaminación por  
6 metales pesados y con ello determinar estrategias que permitan minimizar los niveles de  
7 dichos metales; 3) Se deben efectuarse investigaciones de vida útil fisicoquímica y  
8 sensorial para determinar el tiempo apto para el consumo de los quesos analizados; 4) Se  
9 debe realizar la caracterización de compuestos volátiles y la fracción aromática de los  
10 quesos mediante cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masa y olfatometría,  
11 respectivamente; 5) Es importante analizar las interacciones entre el empaque y los quesos  
12 artesanales para evitar la transferencia de compuestos volátiles del material envolvente  
13 hacia ellos; 6) Se requiere buscar nuevos segmentos de mercados para la venta de los  
14 quesos artesanales analizados, esto puede realizarse mediante la combinación de Sistemas  
15 de Información Geográfica y técnicas sensométricas como el Mapa Externo de Preferencia;  
16 7) Se recomienda aplicar las técnicas Tubo de Selección de Iones de Flujo y detección por  
17 espectrometría de masas (SIFT-MS), Reacción de Transferencia de Protones y detección  
18 por espectrometría de masas (PTR-MS), Tiempo Intensidad (TI) y Tiempo de Dominancia  
19 (TD) para el análisis en tiempo real de la preferencia de los consumidores de los quesos  
20 examinados; 8) Es conveniente aplicar un enfoque de trazabilidad fisicoquímica y sensorial  
21 para monitorear posibles cambios de estos aspectos en los quesos desde su lugar de  
22 elaboración hasta los diferentes puntos de ventas; 9) Se requiere hacer estudios que  
23 permitan diferenciar entre los quesos artesanales analizados y los quesos adulterados de  
24 cabra para identificar los cambios posibles fisicoquímicos y sensoriales; 10) Se recomienda  
25 que los productores de estos quesos artesanales anexen la información generada de esta  
26 investigación a un expediente legal para la solicitud de algún sello de calidad ante el  
27 Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual (IMPI).

28



1 ANEXO 1. Carteles científicos y participaciones en congresos

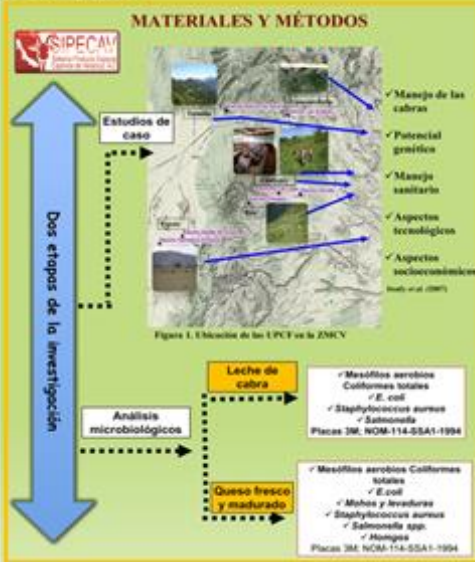
2 1.1. Caracterización de sistemas caprinos del estado de Veracruz y calidad microbiológica  
3 de leche y quesos de cabra



Ramírez-Rivera E.J.<sup>1</sup>, Ramón-Canul LG<sup>2</sup>, Herman y Lara E.<sup>3</sup>, Torres-Hernández G<sup>3</sup>, Ortega-Jiménez E.<sup>1</sup>, Díaz-Rivera P<sup>1\*</sup>.  
<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados campus Veracruz. Km. 88.5 Carretera Xalapa – Veracruz, Veracruz, México. C.P. 91690.  
<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Tuxtpec. Calzada Dr. Víctor Bravo A. s/n. Tuxtpec, Oaxaca, México. C.P. 68300.  
<sup>3</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Montecillo, estado de México 56230, México.  
 \*Autor para correspondencia: [pablo@colpos.mx](mailto:pablo@colpos.mx)

**INTRODUCCIÓN**  
 En el estado de Veracruz, el inventario caprino está conformado por 56,065 cabezas distribuidas en 5,987 Unidades de Producción (UP), con una producción promedio de leche de 20,351 L/día (INEGI, 2007), siendo los municipios de Coatepec, Coacoatzintla, Perote y Xico quienes aportan la mayor cantidad de este alimento. De manera paralela algunas Unidades de Producción Caprina Familiares (UPCF) de estos municipios elaboran quesos artesanales. Sin embargo, se desconocen, las características de las UPCF y la calidad microbiológica de la leche y quesos.

**OBJETIVO**  
 Por todo lo anterior, el objetivo del presente trabajo consistió en caracterizar las UPCF de la región de la zona montañosa central del estado de Veracruz (ZMCV) y evaluar la inocuidad de la leche y quesos artesanales de cabra producidos en esta zona.



**Cuadro 1. Inventario caprino por UPC.**

UPC	Municipio	Vacas	Mezclas cabreas	Cabrinas	Destinos	Machos y hembras reproductoras
La Chirivada	Xico	45	2	0	5	10
Rincón del Río Frio	Tuxtela	40	3	20	20	40
Hermanos Enriquez	Perote	40	3	3	1	20
Familia del Ángel	Perote	60	2	24	0	0
Daucho	Coatepec	80	3	20	4	20
Las Lajas	Coatepec	20	1	21	0	0
Las Alturas	Coacoatzintla	7	2	0	7	0



**Cuadro 2. Resultados microbiológicos de la leche cruda de cabra**

UPC	Mezclas aerobias (UFC/ml)	Hongo (UFC/ml)	S. aureus (UFC/ml)	E. coli (UFC/ml)	Coliformas totales (UFC/ml)	Salmonella (Ausencia o presencia en 35 g)	Prueba PCR	Límites máximos permitidos
La Chirivada	8,90E+01	< 10	< 10	< 3	530	Ausencia	Mezclas aerobias	3 x 10 <sup>6</sup>
Rincón del río frío	3,21E+04	5,40E+01	< 10	< 3	< 10	Ausencia	S. aureus	< 10 UFC/ml
Daucho	8,13E+01	< 10	< 10	< 3	1045	Ausencia	E. coli	< 5 UFC/ml
Las Lajas	5,01E+01	450	< 10	< 3	< 10	Ausencia	Coliformas totales	< 10 UFC/ml
Las Lajas	1,70E+04	100	< 10	< 3	300	Ausencia	Salmonella	Ausencia



**Cuadro 3. Resultados microbiológicos de queso fresco de cabra**

UPC	Mezclas aerobias (UFC/ml)	Hongo (UFC/ml)	S. aureus (UFC/ml)	E. coli (UFC/ml)	Coliformas totales (UFC/ml)	Salmonella (Ausencia o presencia en 25 g)	Prueba PCR	Límites máximos permitidos
Rincón del río frío	570	60	< 10	< 3	450	Ausencia	Mezclas aerobias	100,000 UFC/ml
Las Lajas	70	70	< 10	< 3	< 10	Ausencia	Hongo	500 UFC/g
Daucho	150	150	< 10	< 3	510	Ausencia	E. coli	100 UFC/g
H. Enriquez	1,30E+01	< 10	< 10	< 3	1,13E+03	Ausencia	Coliformas	< 100 UFC/g

**CONCLUSIONES**

- Las UPCF dominantes son establecidas y semi-establecidas, siendo el segundo tipo de sistema donde existe una alimentación diversificada.
- Actualmente estos caprinos cultivos están conformados en GGAAE's, con lo cual obtienen asesoría.
- La producción de queso se refiere a pequeño escala y su comercialización es directa al consumidor y/o mercados orgánicos.
- La calidad microbiológica de leche y queso artesanales producidos en estas UPCF es aceptable.

4  
5

Trabajo presentado en el 9º Congreso Internacional de Ovinocultura y Congreso Nacional Caprino. Puebla 16-17 de octubre. 2014.

1 1.2. Constancia de participación

2

3

4

LA ASOCIACIÓN MEXICANA DE MÉDICOS VETERINARIOS ESPECIALISTAS EN CAPRINOS, A.C. (AMMVECA), Y LA ASOCIACIÓN MEXICANA DE TÉCNICOS ESPECIALISTAS EN OVINO CULTURA, A.C. (AMTEO)

otorgan la presente

# CONSTANCIA

por la presentación del siguiente trabajo en la modalidad CARTEL:

**CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS CAPRINOS DEL ESTADO DE VERACRUZ Y CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LECHE Y QUESO DE CABRA**

Ramírez-Rivera EJ, Ramón-Canul LG, Herman y Lara E, Torres-Hernández G, Ortega-Jiménez E, Díaz-Rivera P

en el marco del XVIII Congreso Internacional de Ovinicultura y Congreso Nacional Caprino.  
Ciudad de Puebla, México, octubre 16 y 17 de 2014.  
Código CONSERVET No. OV 003/14.

Alejandrina Amalia Carrasco Navarro  
Presidenta de la AMTEO

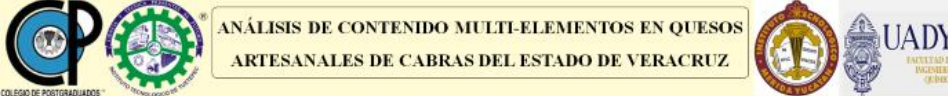
Lorenzo Alvarez Ramirez  
Presidente de la AMMVECA

16<sup>th</sup> DE OCTUBRE 2014  
ConserVet

Trabajo presentado en el 9° Congreso Internacional de Ovinicultura y Congreso Nacional

Caprino. Puebla 16-17 de octubre. 2014.

1 1.3. Análisis de contenido multi-elementos en quesos artesanales de cabras del estado de  
 2 Veracruz



**ANÁLISIS DE CONTENIDO MULTI-ELEMENTOS EN QESOS ARTESANALES DE CABRAS DEL ESTADO DE VERACRUZ**

<sup>1</sup>Ramírez-Rivera, E.J., <sup>2</sup>Barrón-Zambrano, J.A., <sup>3</sup>Lope-Navarrete, M., <sup>4</sup>Bolívar-Moreno, D., <sup>5</sup>Sauri-Duch, E., <sup>6</sup>Cuevas-Glory, L., <sup>7</sup>Díaz-Rivera, P., <sup>8</sup>Herman-Lara, E., <sup>9</sup>Toledo-López, V.M.

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados. Carretera federal Xalapa-Veracruz km 88.5. CP 91690, Veracruz.  
<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería Química, Periférico Norte Kilómetro 33.5 Tablaje Catastral 13615 Chuburna de Hidalgo Inn. C.P. 97203. Mérida, Yucatán.  
<sup>3</sup> Instituto Tecnológico de Mérida. Av. Tecnológico Km 4.5, Plan de Ayala. C.P. 97118. Mérida, Yucatán  
<sup>4</sup> Instituto Tecnológico de Tuxtpec. Calzada Dr. Victor Bravo A. s/n. C.P. 68350. Tuxtpec, Oaxaca, Tuxtpec, Oaxaca  
<sup>5</sup> Autor para correspondencia: vtoledo08@yahoo.com.mx

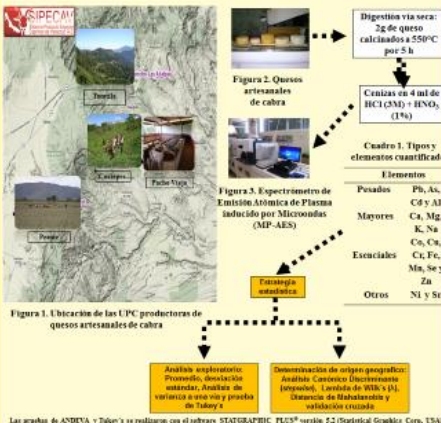
### INTRODUCCIÓN

Los productos elaborados a base de leche de cabra, como los quesos, son considerados una fuente excelente de contenido mineral (Moreno-Rojas *et al.*, 2010). Sin embargo, este componente exhibe un dualismo, por una parte son importante para el funcionamiento metabólico del organismo humano aunque también están relacionados con efectos nocivos producidos por el consumo de elementos pesados (Kordrk *et al.*, 2015). El análisis multi-elementos ha permitido el desarrollo del enfoque de Origen Geográfico (OG) de quesos artesanales. En el estado de Veracruz se producen diversos quesos artesanales de cabra que son considerados parte de la identidad gastronómica del territorio donde son producidos.

### OBJETIVO

El objetivo de la investigación fue cuantificar el contenido de metales pesados y determinar los minerales que caracterizan a los quesos de cabra del estado de Veracruz.

### MATERIALES Y MÉTODOS



**Figura 1.** Ubicación de las UCP productoras de quesos artesanales de cabra

**Figura 2.** Quesos artesanales de cabra

**Figura 3.** Espectrómetro de Emisión Atómica de Plasma inducido por Microondas (MP-AES)

**Figura 4.** Digestión vía seca: 2x46 queso calcinados a 550°C por 5 h

**Figura 5.** Criterios de 4 ml de HCl (3M) + HNO<sub>3</sub> (1%)

**Cuadro 1.** Tipos y elementos cuantificados

Elementos
Pesados: Pb, As, Cd y Al
Mayores: Ca, Mg, K, Na, Cu, Zn
Esenciales: Cu, Fe, Mn, Se y Zn
Otros: Ni y Sr

**Figura 5.** Ubicación de las UCP productoras de quesos artesanales de cabra

**Figura 6.** Análisis estadístico: Pruebas de normalidad, pruebas de homogeneidad de varianzas de Levene y pruebas de Tukey y

**Figura 7.** Demostración de origen geográfico: Análisis Canónico Discriminante (Análisis de 1030 x 13), Utilización de Mahalanobis y validación cruzada

Las pruebas de ANOVA y Tukey se realizaron con el software STATGRAPHIC PLUS<sup>®</sup> versión F2 (Statistical Graphics Corp, USA) y el Análisis Canónico Discriminante se realizó con el software XLSTAT, versión 2009 (Minitab, New York, NY, USA)

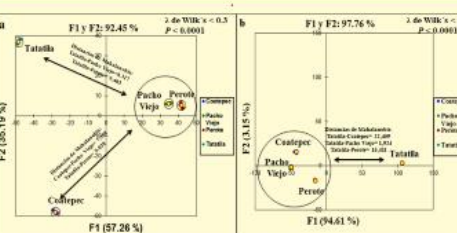
### RESULTADOS

**Cuadro 1.** Valores promedio y desviación estándar por elemento y tipo de queso (mg/kg<sup>-1</sup>).

Tipo de elemento	Fresco	Madurado	P
<b>Pesados</b>			
Pb	2.42 ± 0.78	3.29 ± 0.69	***
As	0.58 ± 0.75	0.68 ± 0.51	ns
Cd	n.d.	n.d.	-
Al	2.10 ± 1.58	4.01 ± 3.10	**
<b>Mayores</b>			
Ca	6.916.15 ± 940.91	6.453.13 ± 1494.48	-
Mg	361.46 ± 61.78	405.21 ± 304.58	-
K	1.118.23 ± 292.27	1.456.29 ± 595.13	**
Na	5.421.88 ± 3032.10	6.787.50 ± 1320.15	*
<b>Esenciales</b>			
Cu	1.91 ± 0.40	2.12 ± 0.37	-
Ci	0.09 ± 0.02	0.09 ± 0.02	-
Fe	115.63 ± 4.45	134.58 ± 4.76	-
Mn 3.7 mg	0.28 ± 0.07	0.45 ± 0.23	**
Se	9.15 ± 2.79	13.99 ± 1.81	***
Zn	19.04 ± 1.69	15.44 ± 4.36	**
<b>Otros elementos</b>			
Ni	n.d.	n.d.	-
Sr	4.22 ± 0.93	2.79 ± 0.50	***

n.d. = no detectado; Límites (a-b) diferentes en las mismas diferencias significativas. \* P < 0.05; \*\* P < 0.01; \*\*\* P < 0.001

### Figura 2. a) Análisis Canónico Discriminante para quesos frescos y b) Análisis Canónico Discriminante para quesos madurados



**Figura 2. a)** Análisis Canónico Discriminante para quesos frescos y **b)** Análisis Canónico Discriminante para quesos madurados

**Elementos marcadores de autenticidad de los quesos artesanales de cabra de la zona montañosa central de Veracruz**

**De manera general:**  
Al, Cr, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Pb, Se, Sr, Pb y Zn

**Quesos frescos:**  
Al, Cu, Fe, Na, K, Sr y Zn

**Quesos madurados:**  
Ca, K, Mn, Na, Sr y Zn

**Figura 5.** Resultado del procedimiento *stepwise* para la determinación de los elementos de autenticidad

**Cuadro 3.** Resultados de la clasificación y validación cruzada

Categoría	Cantidad	Clasificación			
		Cuapex	Pacho Viejo	Perote	Tuxtilla
Categoría	Cuapex	0	2	0	0
	Pacho Viejo	0	0	0	0
	Perote	0	0	0	0
Cantidad	Cuapex	0	2	0	0
	Pacho Viejo	0	0	0	0
	Perote	0	0	0	0
% Clasificación	Cuapex	100	0	0	0
	Pacho Viejo	0	100	0	0
	Perote	0	0	100	0
Validación	Cuapex	0	2	0	0
	Pacho Viejo	0	0	0	0
	Perote	0	0	0	0
Cantidad	Cuapex	0	2	0	0
	Pacho Viejo	0	0	0	0
	Perote	0	0	0	0
% Clasificación	Cuapex	100	0	0	0
	Pacho Viejo	0	100	0	0
	Perote	0	0	100	0
Cantidad	Cuapex	0	2	0	0
	Pacho Viejo	0	0	0	0
	Perote	0	0	0	0
% Clasificación	Cuapex	100	0	0	0
	Pacho Viejo	0	100	0	0
	Perote	0	0	100	0

**CONCLUSIONES**

- ✓ Mediante este estudio se demuestra la existencia de metales pesados como As y Pb en estos quesos, que aun en concentraciones bajas, esto representa un peligro para los consumidores.
- ✓ En el aspecto nutricional, se determina que el consumo de estos quesos artesanales contribuye a cubrir los requerimientos necesarios para el consumidor.
- ✓ Solamente 12 elementos son considerados como marcadores de autenticidad de los quesos artesanales de cabra del Estado de Veracruz y solamente siete y seis elementos están asociados a los quesos frescos y madurados, respectivamente y al mismo tiempo permiten diferenciar estos tipos de quesos respecto a sus similares producidos en otras regiones geográficas tanto a nivel estatal como nacional.

**REFERENCIAS**

1. Moreno-Rojas, R., Sánchez-Segura, E.J., Cuevas-Glory, L., and Toledo-López, V.M. (2010). Multielement analysis techniques as tools for certification of Southern Spanish cheese: nutritional composition and mineral content. *Food Research Technology*, 23(1), 84-91.

2. Kordrk, L., Vargas, L., Ibarra, K., Palacios, L.F., Barrón, F., and Barrón, F. (2015). The effect of *Salpiglossa* on honey bee colonies: effect on bees and honey. *Bioprocess Journal of Industrial Chemistry*, 36, 14-18.

3

Trabajo presentado en el 9º Congreso Internacional Sobre Inocuidad, Calidad y Funcionalidad de los Alimentos en la Industria y Servicios de Alimentación. Jalisco del 28 al 30 de septiembre. 2016



1 1.4. Constancia de participación



Trabajo presentado en el 9° Congreso Internacional Sobre Inocuidad, Calidad y Funcionalidad de los Alimentos en la Industria y Servicios de Alimentación. Jalisco del 28 al 30 de septiembre. 2016

# 1 1.3. Characterization of artisanal goat fresh cheese of the central region of Veracruz



## CHARACTERIZATION OF ARTISANAL GOAT FRESH CHEESE OF THE CENTRAL REGION OF VERACRUZ

Ramírez-Rivera, E. J.<sup>1</sup>, Juárez-Barrientos, J. M.<sup>2</sup>, Rodríguez-Miranda, J.<sup>2</sup>, Díaz-Rivera, P.<sup>1</sup>, Ramón-Canul, L. G.<sup>1</sup>, Herrera-Corredor, J. A.<sup>3</sup>, Hernández-Serrano, M. I.<sup>4</sup> and Herman-Lara, E.<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Km. 88.5. Carretera Xalapa-Veracruz. C.P. 91690. Veracruz, México.

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Tuxtepec. Dr. Víctor Bravo A S/N. C.P. 68350. Oaxaca, México.

<sup>3</sup>Colegio de Postgraduados Campus Córdoba. Km. 348 Carretera Federal Córdoba-Veracruz. C.P. 94500. Veracruz, México.

<sup>4</sup>Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz Cuitláhuac, México. C.P. 94910.

\*Correspondence: erasm\_hi@hotmail.com



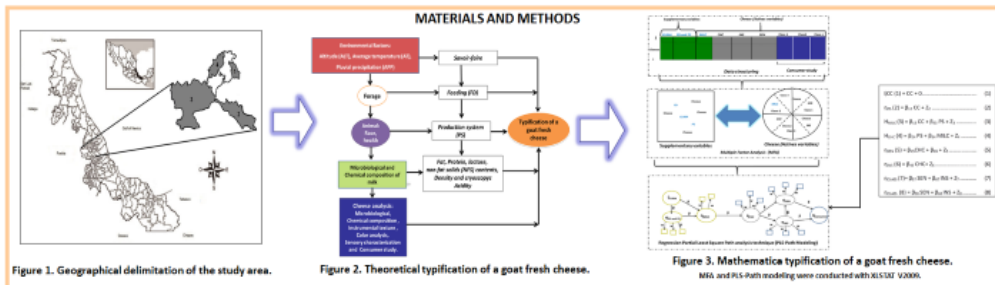
### INTRODUCTION

Traditional cheeses linked to a territory are the result of processing techniques where the collective knowledge arises from the physical-biological and human factors and their interaction. The typicity is established by integration of information ranging from the milk production system, milk characteristics, cheese-processing parameters and physicochemical, microbiological and sensory characteristics (Scintu *et al.*, 2007). In the central mountain area of Veracruz in Mexico, fresh goat milk cheese represents the main source of income for some families, so there interest in obtaining a collective trademark, however, no information is available to establish their typicity (Ramírez-Rivera *et al.*, 2016).

### OBJECTIVE

The aim of this research was to establish the typicity and determine the relationship among climate factors, production systems, milk quality and its impact on the physicochemical, instrumental, sensory properties and consumer preference by path models.

### MATERIALS AND METHODS



Parameter	Coacoatzacoahuaca	Coatepec	Prote	Tatibá
Fat	3.46 ± 0.01 <sup>a</sup>	5.82 ± 0.02 <sup>b</sup>	3.56 ± 0.01 <sup>a</sup>	5.26 ± 0.01 <sup>b</sup>
Protein	2.47 ± 0.01 <sup>a</sup>	2.59 ± 0.01 <sup>a</sup>	2.59 ± 0.01 <sup>a</sup>	1.38 ± 0.01 <sup>a</sup>
Lactose	4.04 ± 0.01 <sup>a</sup>	4.54 ± 0.01 <sup>b</sup>	4.15 ± 0.01 <sup>a</sup>	3.71 ± 0.01 <sup>a</sup>
NFS	7.23 ± 0.01 <sup>a</sup>	7.81 ± 0.02 <sup>b</sup>	7.41 ± 0.01 <sup>a</sup>	4.56 ± 0.01 <sup>a</sup>
Density	1024.3 ± 0.03 <sup>a</sup>	1025.2 ± 0.03 <sup>b</sup>	1024.7 ± 0.04 <sup>a</sup>	1013.3 ± 0.01 <sup>a</sup>
Crypscopy	-0.480 ± 0.001 <sup>a</sup>	-0.375 ± 0.001 <sup>b</sup>	-0.500 ± 0.001 <sup>a</sup>	-0.325 ± 0.001 <sup>b</sup>
Amb <sup>+</sup>	2.13 ± 0.001 <sup>a</sup>	2.71 ± 0.07 <sup>b</sup>	2.40 ± 0.11 <sup>a</sup>	1.99 ± 0.01 <sup>a</sup>
AM	4.72 ± 0.01 <sup>a</sup>	1 ± 0.00 <sup>a</sup>	3.53 ± 0.08 <sup>a</sup>	1 ± 0.00 <sup>a</sup>
TC	3.38 ± 0.12 <sup>a</sup>	1 ± 0.00 <sup>a</sup>	4.63 ± 0.04 <sup>a</sup>	1 ± 0.00 <sup>a</sup>
EC	ND	ND	ND	ND
SA	ND	ND	ND	ND
SS	ND	ND	ND	ND
BM	Negative	Negative	Negative	Negative

Parameter	Coacoatzacoahuaca	Coatepec	Prote	Tatibá
Fat	20.57 ± 0.42 <sup>a</sup>	18.73 ± 0.23 <sup>a</sup>	22.07 ± 0.2 <sup>b</sup>	18.87 ± 0.23 <sup>a</sup>
Protein	22.23 ± 0.22 <sup>a</sup>	21.66 ± 0.19 <sup>a</sup>	22.65 ± 0.13 <sup>a</sup>	20.93 ± 0.16 <sup>a</sup>
Moisture	50.19 ± 3.70 <sup>a</sup>	47.04 ± 1.49 <sup>b</sup>	39.98 ± 0.09 <sup>b</sup>	47.40 ± 0.39 <sup>b</sup>
Amb	5.01 ± 0.10 <sup>a</sup>	2.42 ± 0.08 <sup>b</sup>	4.83 ± 0.17 <sup>a</sup>	3.54 ± 0.05 <sup>b</sup>
A <sub>520</sub>	0.92 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.95 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.92 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.93 ± 0.01 <sup>a</sup>
pH	8.36 ± 0.01 <sup>a</sup>	8.33 ± 0.01 <sup>a</sup>	8.38 ± 0.02 <sup>a</sup>	8.38 ± 0.01 <sup>a</sup>
AM	4.84 ± 0.04 <sup>a</sup>	3.08 ± 0.03 <sup>b</sup>	3.83 ± 0.06 <sup>a</sup>	4.26 ± 0.05 <sup>a</sup>
TC	ND	ND	ND	ND
EC	ND	ND	ND	ND
SA	ND	ND	ND	ND
Fung <sup>+</sup>	1.15 ± 1.62 <sup>a</sup>	3.05 ± 0.09 <sup>b</sup>	3.60 ± 0.13 <sup>b</sup>	2.25 ± 0.33 <sup>a</sup>
SS	ND	ND	ND	ND

Parameter	Coacoatzacoahuaca	Coatepec	Prote	Tatibá
Hardness	8.81 ± 0.49 <sup>a</sup>	45.58 ± 4.30 <sup>b</sup>	48.42 ± 9.00 <sup>b</sup>	8.33 ± 0.55 <sup>a</sup>
Cohesiveness	10.31 ± 0.08 <sup>a</sup>	12.79 ± 0.08 <sup>a</sup>	10.64 ± 0.12 <sup>a</sup>	10.46 ± 0.12 <sup>a</sup>
Adhesiveness	-0.24 ± 0.17 <sup>a</sup>	-1.15 ± 0.27 <sup>b</sup>	-1.43 ± 0.01 <sup>b</sup>	-0.67 ± 0.31 <sup>a</sup>
Chewiness	1.03 ± 0.20 <sup>a</sup>	6.05 ± 0.60 <sup>b</sup>	5.57 ± 1.19 <sup>b</sup>	1.02 ± 0.30 <sup>a</sup>
Chewiness	88.55 ± 3.10 <sup>a</sup>	582.27 ± 65.20 <sup>b</sup>	515.54 ± 99.00 <sup>b</sup>	87.19 ± 6.65 <sup>a</sup>
Elasticity	1.04 ± 0.09 <sup>a</sup>	1.35 ± 0.27 <sup>b</sup>	1.80 ± 0.04 <sup>b</sup>	1.05 ± 0.09 <sup>a</sup>
L*	80.57 ± 2.89 <sup>a</sup>	93.70 ± 0.93 <sup>b</sup>	82.75 ± 2.50 <sup>a</sup>	85.00 ± 1.20 <sup>a</sup>
a*	-1.33 ± 0.20 <sup>a</sup>	-2.02 ± 0.10 <sup>b</sup>	-0.74 ± 0.89 <sup>a</sup>	-2.38 ± 0.49 <sup>b</sup>
b*	9.99 ± 1.93 <sup>a</sup>	11.23 ± 0.70 <sup>b</sup>	13.23 ± 2.09 <sup>b</sup>	11.46 ± 1.20 <sup>a</sup>
C*	10.09 ± 1.70 <sup>a</sup>	11.41 ± 0.20 <sup>b</sup>	13.27 ± 2.50 <sup>b</sup>	11.76 ± 1.20 <sup>a</sup>
Y*	82.30 ± 2.39 <sup>a</sup>	79.81 ± 1.10 <sup>b</sup>	85.62 ± 2.80 <sup>b</sup>	78.34 ± 0.89 <sup>a</sup>

**RESULTS**

Figure 4: Sensory profile of fresh goat cheese of the central mountain area of the state of Veracruz, Mexico.

Figure 5: a) Typing model of fresh goat cheese for consumer classes 1 and 2 (public factor two MRA). b) Typing model of fresh goat cheese for consumer classes 1 and 2 (public factor two MRA).

Figure 6: a) Typing model of fresh goat cheese for consumer classes 1 and 2 (public factor two MRA). b) Typing model of fresh goat cheese for consumer classes 1 and 2 (public factor two MRA).

**CONCLUSIONS:**

- Through this scientific work the potential of goat fresh cheese produced in this area to achieve a distinctive brand was established in terms of its characteristics of typicity.
- With the proposed methodology is expected to supply handling of a large number of variables and parameters involved with typicity and to generate information for establishing the potential of cheeses associated to a specific territory.

**REFERENCES:**

Ramírez-Rivera, E.J., Juárez-Barrientos, J.M., Rodríguez-Miranda, J., Díaz-Rivera, P., Ramón-Canul, L.G., Herrera-Corredor, J.A., Hernández-Serrano, M.I. and Herman-Lara, E. 2017. Typification of a goat fresh cheese of Mexico by path models. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*: doi: 10.3906/Vet-1609-06.

Schiff, M., Pineda, G. Typicity and biodiversity of goat and sheep milk products. *Small Ruminant Res* 2007; 68:221-231.

2

Trabajo aceptado en el 5th Latin American Symposium in Food Safety and 7th Food Science, Biotechnology and Safety Meeting. Quintana Roo del 9-11 de noviembre. 2016

**Latin Food 2016**

IAFP's 5th Latin American Symposium in Food Safety  
7th Food Science, Biotechnology and Safety Meeting



**AMEPAL A.C.**

August 15, 2016

Dear authors, we are pleased to inform you that your abstract

**Characterization of Artisanal Goat Fresh Cheese of the Central Region of Veracruz**

**AUTHORS:** Ramírez-Rivera, E. J., Juárez-Barrientos, J. M., Rodríguez-Miranda, J., Díaz-Rivera, P., Ramón-Canul, L. G., Herrera-Corredor, J. A., Hernández-Serrano, M. I. and Herman-Lara, E.

Contribution ID VII009

has been ACCEPTED as

Poster Presentation


to be presented at the Latin Food 2016 meeting, which includes the IAFP's 5<sup>th</sup> Latin American Symposium in Food Safety, and the 7<sup>th</sup> Food Science, Biotechnology and Safety Meeting, to be held in Cancun, November 9-11<sup>th</sup>,

1  
2  
3  
4  
5

Trabajo aceptado en el 5th Latin American Symposium in Food Safety and 7th Food Science, Biotechnology and Safety Meeting. Quintana Roo del 9-11 de noviembre. 2016



1 1.4. Identification of sensory attributes responsible for the consumer preference of  
 2 traditional fresh and matured goat cheese



COLEGIO DE POSTGRADUADOS  
CONACYT

### IDENTIFICATION OF SENSORY ATTRIBUTES RESPONSIBLE FOR THE CONSUMER PREFERENCE OF TRADITIONAL FRESH AND MATURED GOAT CHEESE

Emmanuel de Jesús Ramírez-Rivera<sup>1</sup>, Lorena Guadalupe Ramón-Canul<sup>1</sup>, Pablo Díaz-Rivera<sup>1</sup>, Erasmo Herman-Lara<sup>2</sup> & José Andrés Herrera-Corredor<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, Km. 88.5, Carretera Xalapa-Veracruz. C.P. 91690, Veracruz, México.  
<sup>2</sup> Instituto Tecnológico de Tuxtpec, Dr. Víctor Bravo A S/N, C.P. 68350, Oaxaca, México.  
<sup>3</sup> Colegio de Postgraduados Campus Córdoba, Km. 348 Carretera Federal Córdoba-Veracruz. C.P. 94500, Veracruz, México.  
 e-mail: jandreshe@colpos.mx

---

INTRODUCTION

Cheese is an important source of proteins for the world population. Particularly Hispanic cheeses have become popular in the United States due to the increase in the Hispanic population. In Mexico, specifically in the high mountains of the state of Veracruz, a traditional artisan type of cheese prepared with goat milk has a potential to enter the international markets (Ramírez-Rivera et al. 2016). However, no information is available on the sensory characteristics that cause effects on consumers preference of these cheeses. The External preference mapping (Prefmap) technique can contribute to the aforementioned task. The Prefmap is a technique used to represent consumer preferences on an external space where the products are located according to their sensory characteristics for products. The first two sensory dimensions obtained by multivariate analysis (usually PCA) are extracted, and the liking scores of each consumer are regressed on them. Four different regression models can be used: linear, circular, elliptic or quadratic (Worch, 2014).

OBJECTIVE

The objective of this research was to identify the attributes responsible for the consumer preference of traditional fresh and matured goat cheeses from the central region of Veracruz, Mexico




Figure 1. Production area of artisanal cheeses.

MATERIALS AND METHODS

Fresh cheese		Ripened cheese	
GPU	Municipality and codification	GPU	Municipality and codification
Dincolo	Cantique	Dincolo	Cantique-1
Alkalops	Cuicatocantilla	Luis	Cantique-2
Ferriques	Pirone	Ferriques	Pirone
Rincon del Rio	Tanilla	Rincon del Rio	Tanilla
Fito	Fito	Rio Fito	

Step 1: The milk was pasteurized 63 °C for 30 min and then cooled (17 °C).  
 Step 2: 30 ml of commercial rennet (80 F of milk, very added and at 40 min the curd to be cooked in PVC, cheese was cut and pressed for 7 h (2 kg force kg<sup>-2</sup>) cheese.  
 Step 3: Freshly the cheeses were immersed in brine (20% salt) and placed at room temperature (22 ± 2 °C) for two days to obtain fresh cheeses.  
 Step 4: Ripened cheeses were obtained by incubating the fresh cheese with Penicillium camemberti and putting it in culture at 16 ± 2 °C and 80-85% humidity for seven months.



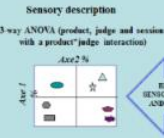


Figure 2. Fresh and matured cheese.



CONSUMER PREFERENCE 88 AND 76 CONSUMER PARTICIPATED IN THE STUDY

ASCENDING HIERARCHICAL CLASSIFICATION (AHC)



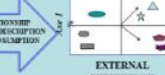
Sensory description

3-way ANOVA (product, judge and session with a product\*judge interaction)

Ace2 %

Apr 7

PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS  
PCA AND CONFIDENCE ELLIPSE



RELATIONSHIP SENSORY DESCRIPTION AND CONSUMPTION

Ace2 %

EXTERNAL PREFERENCE MAPPING MODEL VECTOR

$Y_i = a + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + e$

\*PCA and Prefmap tests were conducted with XLSTAT V2009  
 \*Confidence ellipses and using 1 factor/linear package.      Figure 3. Methodological context.

---

RESULTS

Table 2. Results 3-way ANOVA for fresh cheese.

INTERACT	F-VALUE	F-CRIT	P-VALUE	SIGNIFICANT
Product (P)	0.0000	0.0000	0.9999	NS
Product x Judge (P*J)	0.0000	0.0000	0.9999	NS
Product x Session (P*S)	0.0000	0.0000	0.9999	NS
Product x Judge x Session (P*J*S)	0.0000	0.0000	0.9999	NS
Judge (J)	0.0000	0.0000	0.9999	NS
Judge x Session (J*S)	0.0000	0.0000	0.9999	NS
Session (S)	0.0000	0.0000	0.9999	NS
Session x Judge (S*J)	0.0000	0.0000	0.9999	NS
Session x Product (S*P)	0.0000	0.0000	0.9999	NS
Session x Judge x Product (S*J*P)	0.0000	0.0000	0.9999	NS
Product x Judge x Session (P*J*S)	0.0000	0.0000	0.9999	NS
Product x Judge x Session x Product (P*J*S*P)	0.0000	0.0000	0.9999	NS

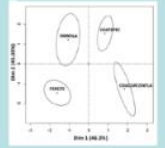


Figure 4. Confidence ellipses for fresh cheese.

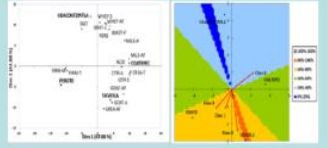


Figure 6. Sensory description and Prefmap for fresh cheese.

Table 3. Results 3-way ANOVA for ripened cheese.

INTERACT	F-VALUE	F-CRIT	P-VALUE	SIGNIFICANT
Product (P)	0.0000	0.0000	0.9999	NS
Product x Judge (P*J)	0.0000	0.0000	0.9999	NS
Product x Session (P*S)	0.0000	0.0000	0.9999	NS
Product x Judge x Session (P*J*S)	0.0000	0.0000	0.9999	NS
Judge (J)	0.0000	0.0000	0.9999	NS
Judge x Session (J*S)	0.0000	0.0000	0.9999	NS
Session (S)	0.0000	0.0000	0.9999	NS
Session x Judge (S*J)	0.0000	0.0000	0.9999	NS
Session x Product (S*P)	0.0000	0.0000	0.9999	NS
Session x Judge x Product (S*J*P)	0.0000	0.0000	0.9999	NS
Product x Judge x Session (P*J*S)	0.0000	0.0000	0.9999	NS
Product x Judge x Session x Product (P*J*S*P)	0.0000	0.0000	0.9999	NS

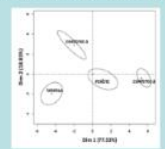


Figure 5. Confidence ellipses for ripened cheese.

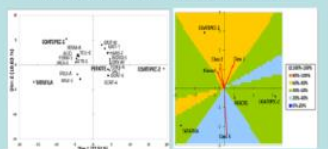


Figure 7. Sensory description and Prefmap for ripened cheese.

CONCLUSIONS

The Prefmap technique identified tact firmness, mouth firmness, goat flavor, goat aftertaste and fat aftertaste as responsible for the consumer preference of fresh cheese. Aroma attributes (goat, fermented, fruit, and wet wood), flavor (goat, fermented, and fungus) and salty taste contributed to the preference of consumers for matured cheeses. According to these results, aromas and flavors highly contributed to explain the preference of consumers for traditional cheeses in this study.

REFERENCES

Ramírez-Rivera, E.J., Juárez-Barreras, J.M., Rodríguez-Miranda, J., Díaz-Rivera, P., Ramón-Canul, L.G., Herrera-Corredor, J.A., Hernández-Serrano, M.I. and Herman-Lara, E. 2017. Typification of a goat fresh cheese of México by path models. Turkish Journal of Veterinary and Animal Science: doi: 10.3906/vet-1605-66.

Worch, T. 2014. Prefmap, a solution taking the best of both internal and external preference mapping techniques. Food Quality and Preference, 36: 180-191.

3

Trabajo aceptado en el 5th Latin American Symposium in Food Safety and 7th Food Science, Biotechnology and Safety Meeting. Quintana Roo del 9-11 de noviembre. 2016

**Latin Food 2016**

IAFP's 5th Latin American Symposium in Food Safety  
7th Food Science, Biotechnology and Safety Meeting



**AMEPAL A.C.**

August 15, 2016

Dear authors, we are pleased to inform you that your abstract

**Identification of Sensory Attributes Responsible for the Consumer Preference of Traditional Fresh and Matured Goat Cheeses**

**AUTHORS:** Ramírez-Rivera, E. J., Díaz-Rivera, P., Ramón-Canul, L. G., \*Herrera-Corredor, J. A., and Herman-Lara, E

Contribution ID VII060

has been ACCEPTED as

Poster Presentation

to be presented at the Latin Food 2016 meeting, which includes the IAFP's 5<sup>th</sup> Latin American Symposium in Food Safety, and the 7<sup>th</sup> Food Science, Biotechnology and Safety Meeting, to be held in Cancun, November 9-11<sup>th</sup>,

1  
2  
3  
4  
5  
6

Trabajo aceptado en el 5th Latin American Symposium in Food Safety and 7th Food Science, Biotechnology and Safety Meeting. Quintana Roo del 9-11 de noviembre. 2016



1 1.5. Influence of production and cultural context of the panel on the sensory profile of  
 2 artisan goat cheese

### INFLUENCE OF PRODUCTION AND CULTURAL CONTEXT OF THE PANEL ON THE SENSORY PROFILE OF ARTISAN GOAT CHEESES

Emmanuel de Jesús Ramírez-Rivera<sup>1</sup>, Lorena Guadalupe Ramón-Canul<sup>1</sup>, Pablo Díaz-Rivera<sup>1</sup>, José Manuel Juárez-Barrientos<sup>2</sup>, Erasmo Herman-Lara & José Andrés Herrera-Corredor<sup>3</sup>\*

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Km. 88.5. Carretera Xalapa-Veracruz. C.P. 91690, Veracruz, México.  
<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Tuxtepec. Dr. Víctor Bravo A S/N. C.P. 68350. Oaxaca, México.  
<sup>3</sup>Colegio de Postgraduados Campus Córdoba. Km. 348 Carretera Federal Córdoba-Veracruz. C.P. 94500, Veracruz, México.  
 e-mail: jandreshc@colpos.mx

INTRODUCTION

Artisan or traditional cheeses are considered part of the cultural context and identity of a region. Their sensory characterization has been performed by trained and consumer panels using different techniques such as Quantitative Descriptive Analysis (QDA), Flash Profile (FP), Napping and Sorting Task. However, such panels are unaware of the origin and cultural context of the artisan cheese (Lahne *et al.*, 2014). Only some research has been based on considering the cultural context in comparing the sensory profiles of cow milk cheeses (Gómez *et al.*, 2010). Considering previous research on cow milk cheese, the formation of a panel of producers and consumers belonging to the artisan cheese-producing area may be an option for the characterization of traditional goat cheeses because, from the point of view of ISO standard 8586-2 (1994), these people may be considered experts in the evaluation of this type of product.

OBJECTIVE

Therefore, the aim of this research was to determine the influence of the production and cultural context on both trained and consumer panels in the generation of sensory profiles of traditional goat cheeses to determine the appropriate type of panel for sensory characterization of such products.

MATERIALS AND METHODS

Table 1 Identification of fresh and ripened cheeses.			
Fresh cheese		Ripened cheese	
GPU**	Municipality and codification	GPU	Municipality and codification
Dónelo	Coatepec	Dónelo	Coatepec-1
Altalpas	Coacoatzintla	Luis	Coatepec-2
Enriquez	Perote	Enriquez	Perote
Rincón del	Tatatila	Rincón del	Tatatila
Río Frio		Río Frio	

**Step 1** • The milk was pasteurized (63 °C for 30 min) and then cooled (37 °C).

**Step 2** • 30 mL of commercial rennet 100f<sup>1</sup> of milk were added and at 45 min the curd to be molded in PVC cylinders were cut and pressed for 7 h (2 kg force 1 kg<sup>1</sup> cheese).

**Step 3** • Finally the cheeses were immersed in brine (28% salt) and placed at room temperature (25 ± 2 °C) for two days to obtain fresh cheeses.

**Step 4** • Ripened cheeses were obtained by inoculating the fresh cheese with *Penicillium candidum* and putting it in cellars at 16 ± 2 °C and 80-85% humidity for seven weeks.

**CHARACTERISTICS OF SENSORY PANEL**

**PROD SENSORY PANEL:** Seven producers from the state of Veracruz with experience in sensory characterization (ISO standard 8586-1:1993).

**PROD SENSORY PANEL:** Five consumers from the state of Veracruz with experience in sensory characterization (ISO standard 8586-1:1993).

**PROD SENSORY PANEL:** Five consumers from the state of Veracruz with experience in sensory characterization (ISO standard 8586-1:1993).

**PROD SENSORY PANEL:** Five consumers from the state of Veracruz with experience in sensory characterization (ISO standard 8586-1:1993).

**Statistical strategy**

- PCA and GPA tests were conducted with XLSTAT V2009
- Confidences ellipses and Multiple Factor Analysis (HMFA) using FactoMiner package

RESULTS

Figure 3 Sensory profiles of fresh cheese made by the PVER (a) and PROD (b) panels.

Figure 4 Sensory profiles of the ripened cheeses made by the PVER (a) and PROD (b) panels.

Figure 5 Sensory profiles of fresh cheese: COVER (a-b) and COCOAT (c-d) panels.

Figure 6 Sensory profiles of ripened cheese: COVER (a-b) and COCOAT (c-d) panels.

Figure 7 Confidence ellipses for fresh cheese generated by a) PVER, b) PROD, c) COVER and d) COCOAT.

Figure 8 Confidence ellipses for ripened cheese generated by a) PVER, b) PROD, c) COVER and d) COCOAT.

Figure 9 Representation of the two HMFA levels for a) fresh cheese and b) ripened cheese.

CONCLUSIONS

This shows that cultural context has a greater effect on consumer panels than conventional ones. In this sense the PVER and PROD panels showed high similarities based on the high correlation values between them, thereby indicating that the manufacturing context does not have much influence on the characterization of these artisan cheeses.

REFERENCES

- Gómez-Alvarado, T., Hernández-Cervantes, M., López-Velázquez, J., Cabrera, R., Ramón-Canul, L.G., Juárez-Barrientos, J.M. & Ramírez-Rivera, E.J. (2010). Caracterización sensorial del queso fresco "coajado" en tres localidades de Oaxaca, México: diferencias en la percepción sensorial. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1, 127-140.
- ISO Standard 8586-2 (1994). ISO. Sensory analysis – General guidance for the selection, training and monitoring of assessors – Part 2: Experts.
- 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.

3

Trabajo aceptado en el 5th Latin American Symposium in Food Safety and 7th Food Science, Biotechnology and Safety Meeting. Quintana Roo del 9-11 de noviembre. 2016

**Latin Food 2016**

IAFP's 5th Latin American Symposium in Food Safety  
7th Food Science, Biotechnology and Safety Meeting



**AMEPAL A.C.**

August 15, 2016

Dear authors, we are pleased to inform you that your abstract

**Influence of Manufacturing and Cultural Contexts on the  
Performance of Trained and Consumer Panels for Sensory  
Profiling of Traditional Goat Cheese**

**AUTHORS:** Herrera-Corredor, J. A., Ramírez-Rivera, E. J., Díaz-Rivera, P.,  
Ramón-Canul, L. G., Herman-Lara, E. and Hernández-Serrano, M. I.

Contribution ID VII010

has been ACCEPTED as


Poster Presentation

to be presented at the Latin Food 2016 meeting, which includes the IAFP's 5<sup>th</sup>  
Latin American Symposium in Food Safety, and the 7<sup>th</sup> Food Science,  
Biotechnology and Safety Meeting, to be held in Cancun, November 9-11<sup>th</sup>,

1  
2  
3  
4  
5  
6

Trabajo aceptado en el 5th Latin American Symposium in Food Safety and 7th Food  
Science, Biotechnology and Safety Meeting. Quintana Roo del 9-11 de noviembre. 2016

1 1.6. Typification of matured goat cheese produced in the central mountainous zone state of  
 2 Veracruz, México



## TYPIFICATION OF MATURED GOAT CHEESE PRODUCED IN THE CENTRAL MOUNTAINOUS ZONE STATE OF VERACRUZ, MEXICO.

Emmanuel de Jesús Ramírez-Rivera<sup>a</sup>, Lorena Guadalupe Ramón-Canul<sup>b</sup>, Glafiro Torres-Hernández<sup>c</sup>, José Andrés Herrera-Corredor<sup>d</sup>, José Manuel Juárez-Barrientos<sup>e</sup>, Jesús Rodríguez-Miranda<sup>f</sup>, Erasmo Herman-Lara<sup>g</sup>, Pablo Díaz-Rivera<sup>h\*</sup>

<sup>a</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, Km. 89.5, Carretera Xalapa-Veracruz, 91690, Veracruz.  
<sup>b</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Km. 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, 56230, Estado de México. <sup>c</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba, Km. 348 Carretera Federal Córdoba-Veracruz, 94500, Veracruz. <sup>d</sup> Instituto Tecnológico de Tuxtepec, Dr. Víctor Bravo A. 68350, Tuxtepec, Oaxaca.  
<sup>e</sup> Autor de correspondencia: pablod@colpos.mx

---

### INTRODUCTION

The climatic conditions of the mountainous region of the state of Veracruz, Mexico are favorable for the manufacturing of matured goat cheese. These type of cheeses is traditionally prepared in that region. However, there is limited information based on scientific studies revealing the typical sensory characteristics of that type of cheeses. The matured goat milk cheese represents the main source of income for some families, so there interest in obtaining a collective trademark, however, no information is available to establish their typicity (Ramírez-Rivera *et al.*, 2016).

---

### OBJECTIVE

The objective of the study was to typify the matured cheese from this region by studying the interrelations between climate factors, animal production system, analytical measurements and consumer preferences.

---

### MATERIALS AND METHODS




Figure 1. Production area of artisanal cheese.

Municipio	Productiva (ha)	Alfalfa (ha)	Temperatura (°C)	Red de agua
San Juan	1,000	1,000	20	Red de agua, agua de lluvia
San Juan	1,000	1,000	20	Red de agua, agua de lluvia
San Juan	1,000	1,000	20	Red de agua, agua de lluvia
San Juan	1,000	1,000	20	Red de agua, agua de lluvia
San Juan	1,000	1,000	20	Red de agua, agua de lluvia
San Juan	1,000	1,000	20	Red de agua, agua de lluvia
San Juan	1,000	1,000	20	Red de agua, agua de lluvia
San Juan	1,000	1,000	20	Red de agua, agua de lluvia
San Juan	1,000	1,000	20	Red de agua, agua de lluvia
San Juan	1,000	1,000	20	Red de agua, agua de lluvia

### MATURED GOAT CHEESE

**Microbiology analysis**

- ✓ Aerobic mesophilic
- ✓ Total coliform
- ✓ *Escherichia coli*
- ✓ *Staphylococcus aureus*
- ✓ *Salmonella*

**Physicochemical Analysis (CHC)**

- ✓ Protein
- ✓ Fat
- ✓ Moisture
- ✓ Ash
- ✓ Aw
- ✓ pH
- ✓ Aw

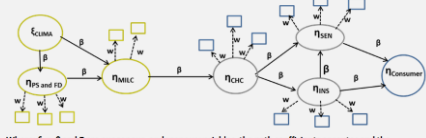
**Instrumental Analysis (INS)**

Color : (L\*, a\*, b\*, C\* y H\*)

- ✓ Texture:
- ✓ Hard
- ✓ Cohesiveness
- ✓ Adhesiveness
- ✓ Elasticity
- ✓ Gumminess

**Sensory Analysis (SEN)**

- ✓ Sensory characterization
- ✓ Preference



Where:  $\xi$ ,  $\eta$ ,  $\beta$  and  $\delta$  are exogenous, endogenous variables, the path coefficients or routes and the error term, respectively.

Figure 2. Regression Partial Least Square Path analysis technique (PLS-Path Modeling).

PLS-Path modeling were conducted with XLSTAT V2009.

### RESULTS

Cheese	AW	TC	E.coli		Salmonella	
			log(CFU)	log(CFU)	log(CFU)	log(CFU)
MCC	0.82	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
BB	0.72	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
DE	0.62	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
UG	0.71	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

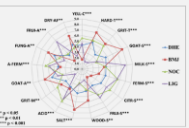


Figure 3. Sensory profile of matured goat cheese.

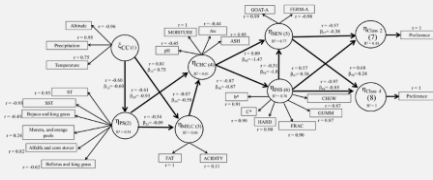


Figure 4. Typing model of matured goat cheese for consumer classes 2 and 4.

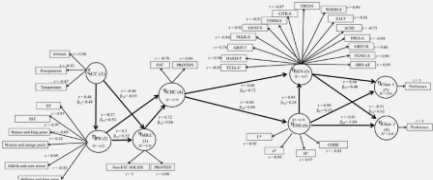


Figure 5. Typing model of fresh goat cheese for consumer classes 1 and 3.

### CONCLUSIONS

In conclusion, aromas and flavors are responsible for the typical characteristics of this type of cheese and may be used as an evidence for pursuing a regional distinction from the Instituto Mexicano de Propiedad Intelectual.

#### REFERENCES

\*Ramírez-Rivera, E.J., Juárez-Barrientos, J.M., Rodríguez-Miranda, J., Díaz-Rivera, P., Ramón-Canul, L.G., Herrera-Corredor, J.A., Hernández-Serrano, M.L. and Herman-Lara, E. 2017. Typification of a goat fresh cheese of México by path models. Turkish Journal of Veterinary and Animal Science: doi: 10.3906/vet-1605-66.

3

Trabajo aceptado en el 5th Latin American Symposium in Food Safety and 7th Food Science, Biotechnology and Safety Meeting. Quintana Roo del 9-11 de noviembre. 2016

**Latin Food 2016**

IAFP's 5th Latin American Symposium in Food Safety  
7th Food Science, Biotechnology and Safety Meeting



**AMEPAL A.C.**

August 15, 2016

Dear authors, we are pleased to inform you that your abstract

**Typification of Matured Goat Cheese Produced in the Central Mountainous Zone State of Veracruz, México**

**AUTHORS:** Ramirez-Rivera, E. J., Díaz-Rivera, P., Herman-Lara, E., Ramón-Canul, L. G., Juárez-Barrientos, J., Rodríguez-Miranda, J., Herrera-Corredor, J. A. and Torres-Hernández, G.

Contribution ID VII066

has been ACCEPTED as

Poster Presentation

to be presented at the Latin Food 2016 meeting, which includes the IAFP's 5<sup>th</sup> Latin American Symposium in Food Safety, and the 7<sup>th</sup> Food Science, Biotechnology and Safety Meeting, to be held in Cancun, November 9-11<sup>th</sup>,

1  
2

Trabajo aceptado en el 5th Latin American Symposium in Food Safety and 7th Food Science, Biotechnology and Safety Meeting. Quintana Roo del 9-11 de noviembre. 2016

1 **ANEXO 2. Trabajos de divulgación publicados en eventos científicos**

2 **2.1 Variación estacional de la calidad de la leche de cabra producida en el estado de**  
3 **Veracruz, México**

4 **Ramírez-Rivera, E.<sup>1</sup>; Herman y Lara, E. <sup>2</sup>; Ortega-Jiménez, E. <sup>1</sup>; Torres-Hernández,**  
5 **G. <sup>3</sup> y Díaz-Rivera, P. <sup>1\*</sup>**

6 <sup>1</sup> Programa de Agroecosistemas Tropicales, Colegio de Postgraduados-Campus Veracruz,  
7 México.

8 <sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Tuxtepec. Tuxtepec, Oaxaca, México.

9 <sup>3</sup>Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo, Montecillo, México.

10 \*Autor para correspondencia y ponente: [pablod@colpos.mx](mailto:pablod@colpos.mx)

11 **RESUMEN**

12 El objetivo de la presente investigación fue analizar la variación en diferentes épocas de la  
13 calidad microbiológica y fisicoquímica de la leche de cabra producida en Veracruz,  
14 México. Se evaluaron leches crudas y pasteurizadas procedentes de cuatro unidades de  
15 producción caprinas de la zona central y altiplano del estado de Veracruz, México durante  
16 las tres épocas del año. Se obtuvieron los conteos microbiológicos de mesófilos aerobios,  
17 coliformes totales, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella ssp* y *Brucella sp*;  
18 así como la determinación de los contenidos en gramos por litro de proteína, grasa, lactosa,  
19 sólidos no grasos (SNG), densidad ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) y acidez ( $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  de ácido láctico). Se analizaron  
20 los efectos EP = época, UPC = Unidad de producción, EP\*UPC = Interacción época x  
21 unidad de producción; TILE = Tipo de leche; EP\*TILE = Interacción época x tipo de  
22 leche, UPC\*TILE= Interacción unidad de producción x tipo de leche y EP\*UPC\*TILE =  
23 Interacción época x unidad de producción x tipo de leche. Los resultados microbiológicos  
24 mostraron que la leche, está libre de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella sp*  
25 y *Brucella melitensis*; mientras que se encontraron diferencias altamente significativas en  
26 mesófilos aerobios (MA) y

Trabajo de divulgación publicado en el IV Curso Nacional sobre Caprinocultura. Perote,  
Veracruz del 12-14 de octubre. 2016.

1 coliformes totales (CT), siendo las épocas de nortes y lluvias donde se obtuvieron las  
2 mayores incidencias. Los resultados fisicoquímicos mostraron que el efecto TILE y  
3 EP\*TILE fueron no significativos, por lo tanto, los mayores contenidos de proteína, SNG,  
4 lactosa, densidad se obtuvieron en la época de lluvias, mientras que los mayores contenidos  
5 de grasa se presentaron en la época de secas. En función de los resultados obtenidos se  
6 concluye que las épocas de lluvias y nortes se presentan las mayores incidencias  
7 microbiológicas y los más altos contenidos fisicoquímicos, mientras la grasa es mayor en la  
8 época seca.

9 **Palabras claves: Variación estacional, fisicoquímico, microbiológico, UPC, leche de**  
10 **cabra.**

11

## 12 **INTRODUCCIÓN**

13 La caprinocultura es una de las actividades productivas de la cual depende más de 1.5  
14 millones de mexicanos. En el estado de Veracruz, los Sistemas de Producción Caprinos  
15 (SPC) de tipo intensivo ó extensivo, se ubican en la zona montañosa central y la zona de  
16 Perote; de acuerdo con el INEGI (2007). El inventario caprino de este estado está  
17 conformado por 56,065 cabezas y su mayor población se ubica en los municipios de  
18 Coatepec, Perote y Tatatila, Veracruz, donde se producen aproximadamente 20,351 litros  
19 por día de leche de cabra, la cual es transformada en diferentes productos artesanales como  
20 el queso. Sin embargo, la calidad microbiológica y fisicoquímica de la leche puede ser  
21 afectada por diferentes factores exrternos como el tipo de alimentación, prácticas de ordeño  
22 y la estacionalidad, lo cual puede afectar su rendimiento en queso. En este sentido, Fedaku  
23 et al., (2005) mencionaron que la pérdida de tan solo 1% en el rendimiento en queso es  
24 intolerable para los productores de quesos. Por tal motivo, el objetivo de esta investigación  
25 fue determinar la variación estacional en la calidad fisicoquímica y microbiológica de la  
26 leche de cabra producida en la zona montañosa central y la zona de Perote del estado de  
27 Veracruz, México.

28



## 1 MATERIALES Y MÉTODOS

2 **Sistemas de Producción Caprinos y Condiciones climáticas asociadas.** Se consideraron  
3 las Unidades de Producción Caprina (UPC) Asociadas al Sistema Producto Especie  
4 Caprinos de Veracruz, A.C. (SIPECAV) ubicadas en Pacho Viejo, Mpio de Coatepec  
5 (Donelo), Coatepec (Don Luis), Perote (Hnos. Enríquez) y Tatatila (Rincón de Río Frio,  
6 RRF). Las razas de cabras predominantes fueron Alpina y Saanen.

7 **Análisis microbiológicos y fisicoquímicos de leches.** Las leches cruda o bronca y  
8 pasteurizada fueron obtenidas de las UPC, en cada una de las épocas de Lluvias  
9 (Septiembre, 2014), Secas (Mayo, 2015) y nortes (Noviembre, 2015). Se tomaron tres  
10 muestras de medio litro de cada tipo de leche y fueron transportadas de acuerdo al  
11 procedimiento descrito en la de Salubridad (NOM-109-SSA1-1994). Los análisis  
12 microbiológicos consistieron en el conteo de bacterias mesófilas aerobias (AOAC, 966.23);  
13 bacterias coliformes totales y *Escherichia coli* (*E. coli*) (AOAC, 991.14); *Staphylococcus*  
14 *aureus* (*S. aureus*) (AOAC, 2003.08), *Salmonella spp* (*S. spp*) (114-SSA1-1994) y *Brucella*  
15 *melitensis* (041-ZOO-1995). Fisicoquímicamente se determinaron los contenidos en gramos  
16 por litro de proteína, grasa, lactosa, sólidos no grasos (SNG) y densidad ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) fueron  
17 determinados mediante un analizador por ultrasonido Lactoscan S (Milkotronic Ltd). La  
18 acidez ( $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  de ácido láctico) fue realizada de acuerdo al método 947.05 (AOAC, 2005).  
19 Las determinaciones se realizaron por triplicado.

20 **Análisis estadísticos.** Los datos fueron analizados mediante el modelo de efectos fijos  
21 siguiente:

$$22 \quad Y_{ijkl} = \mu + EP + UP + TL + EP*UP + UP*TL + EP*TL + EP*UP*TL + E$$

23

24 Dónde:  $Y_{ijkl}$  = variable de respuesta;  $\mu$  efecto común, *EP* efecto de la i-ésima **época**; *UP* =  
25 efecto de la j-ésima UPC; *TL* = efecto del k-ésimo tipo de leche; *EP\*UP* = interacción de la  
26 época x UPC; *UP\*TL* = interacción de la UPC x tipo de leche; *EP\*TL* = interacción época x  
27 tipo de leche; *EP\*UP\*TL* = interacción época x UPC x tipo de leche; *E* = Error aleatorio con  
28 media 0 y varianza del error  $\sigma^2$  (sigma cuadrada). Así mismo se obtuvieron los coeficientes

1 de determinación (varianza explicada ( $R^2$ ) del modelo. Utilizando el procedimiento de  
2 Modelos Lineales Generalizados (GLM) del programa estadístico SAS<sup>®</sup> versión 9.4 (SAS  
3 Institute Inc., 2002).

4

## 5 **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

6 **Análisis microbiológicos y fisicoquímicos de las leches.** Los resultados microbiológicos  
7 indicaron que la leche está libre de bacterias patógenas como *E. coli*, *S. aureus*, *S. ssp.* y *B.*  
8 *melitensis*. Sin embargo, los análisis estadísticos realizados mostraron que todos los efectos  
9 analizados fueron altamente significativos ( $p < 0.01$ ) en bacterias mesófilas (MA) y  
10 coliformes totales (CT), en este sentido, las mayores cargas bacterianas ( $p < 0.01$ ) de MA se  
11 presentaron en las leches crudas producidas en las épocas de nortes (4.18 y 4.50 Log UFC  
12  $\text{mL}^{-1}$ ) y lluvias (5.16 y 4.12 Log UFC  $\text{mL}^{-1}$ ) procedentes de las UP de Luis y Hnos.  
13 Enríquez, respectivamente. Para CT el mayor conteo se presentó en la época de nortes y en  
14 las leches crudas producidas en las UP de Coatepec (4.10 Log UFC  $\text{mL}^{-1}$ ) y Hnos. Enríquez  
15 (4.27 Log UFC  $\text{mL}^{-1}$ ). Los resultados mostrados coinciden con los reportados por Delgado-  
16 Pertíñez et al. (2003) quienes observaron la mayor incidencia de bacterias en los meses de  
17 diciembre, enero y febrero (4.94, 5.09 y 4.92 Log UFC  $\text{mL}^{-1}$ ) pertenecientes a la época de  
18 nortes.

19 Los resultados del análisis fisicoquímico se muestran en el Cuadro 1, se observa que todos  
20 los efectos e interacciones fueron significativas con la excepción de TILE y EP\*TILE, este  
21 resultado muestra que el proceso de pasteurización es similar en las UPC. La figura 1(a)  
22 muestra que los mayores contenidos de grasa se encontraron en la época de secas y en la  
23 UP de RRF (68.47-71.40  $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ), sin embargo los mayores contenidos de SNG (73.10 a  
24 85.10  $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ), proteína (24.17-28.70  $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ), lactosa (41.27-48.07  $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) y densidad (1023.59-  
25 1028.06  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) se presentaron en la época de lluvias y en las UPC de Donelo, Luis y  
26 Enríquez (Figuras 1b, c, d y e). El mayor nivel de acidez se obtuvo en la época de lluvias y  
27 en la UPC Donelo (2.21-2.70  $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  de ácido láctico) y Enríquez (2.47-2.40  $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  de ácido  
28 láctico) en leche cruda y pasteurizada, respectivamente. Los contenidos de SNG, lactosa,



1 densidad y acidez son similares a los reportados por Park et al. (2007) de SNG ( $89 \text{ gL}^{-1}$ ),  
 2 lactosa ( $41 \text{ gL}^{-1}$ ), densidad ( $1.029\text{-}1.039 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) y acidez ( $1.4\text{-}2.3 \text{ gL}^{-1}$  de ácido láctico).  
 3 Altos contenidos de grasa y proteína en la leche producida en la época de secas y lluvias,  
 4 respectivamente, fueron observados por Fedaku et al. (2005) quienes observaron este  
 5 mismo efecto en leche de cabra de Estados Unidos.

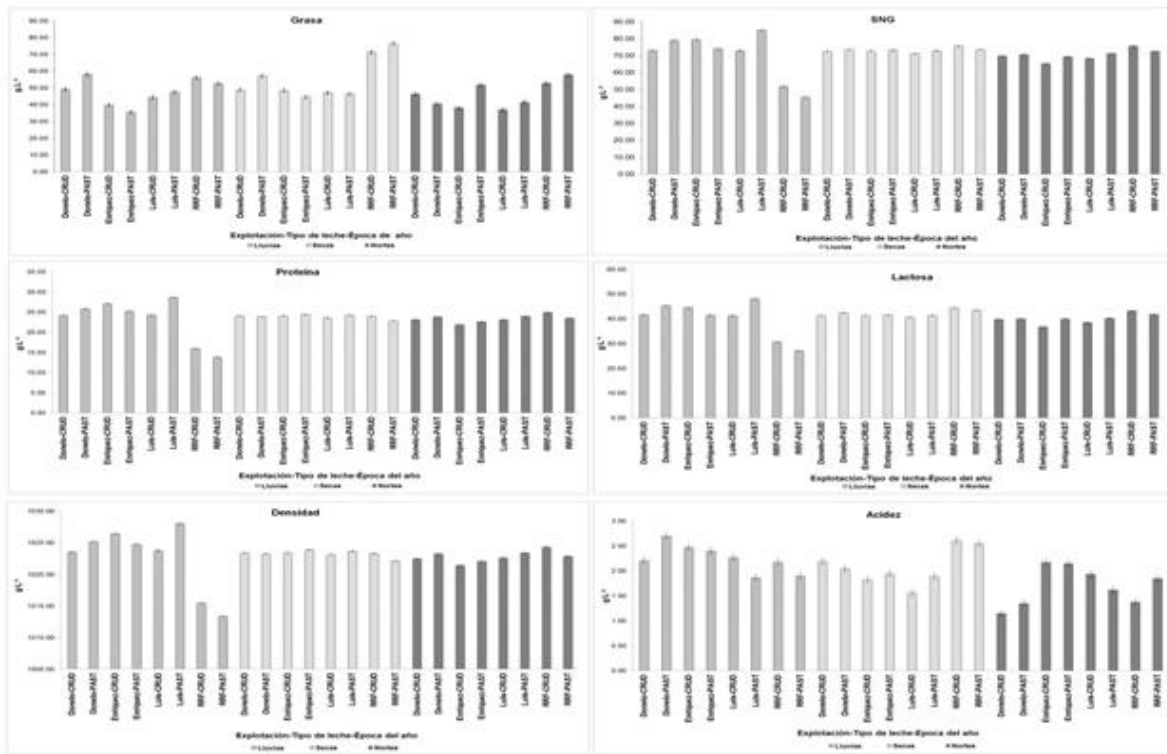
6

7

**Cuadro 1. Análisis de varianza de las variables fisicoquímicas**

FV	GL	CM <sub>GRA</sub>	CM <sub>DEN</sub>	CM <sub>SNG</sub>	CM <sub>PRO</sub>	CM <sub>LAC</sub>	CM <sub>ACI</sub>
Modelo	23	296.98**	26.54**	194.01**	27.29**	56.57**	0.49**
Error	48	2.31	0.05	0.57	0.05	0.22	0.01
EP	2	563.95**	2.98**	70.80**	3.53**	32.82**	1.89**
UPC	3	1254.97**	57.05**	239.85**	56.43**	43.72**	0.33**
EP*UPC	1	198.26**	63.79**	525.70**	66.32**	158.89**	0.83**
TILE	6	113.25**	0.81**	18.40**	0.84**	9.10**	0.01 <sup>ns</sup>
EP*TILE	2	16.56*	0.54**	3.05**	0.55**	0.96*	0.04 <sup>ns</sup>
UPC*TILE	3	3.28 <sup>ns</sup>	9.57**	73.64**	10.05**	21.48**	0.07**
EP*UPC*TILE	6	98.67**	3.32**	33.58**	3.52**	12.59**	0.20**
R <sup>2</sup>		0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.95

8 Notas: FV = Fuente de Variación; GL = Grados de libertad; CM = Cuadrado medio; EP =  
 9 Época; UPC = unidad de producción caprina; EP\*UPC = Interacción época x unidad de  
 10 producción; TILE = Tipo de leche; EP\*TILE = Interacción época x Tipo de leche  
 11 UPC\*TILE= Interacción Unidad de producción x Tipo de leche; EP\*UPC\*TILE =  
 12 Interacción Época x Unidad de producción x Tipo de leche; GRA = Grasa; DEN =  
 13 Densidad; SNG =Sólidos no grasos; PRO = Proteína; LAC = Lactosa; ACI = Acidez; \* = P  
 14 < 0.05; \*\* = P < 0.01; ns = No significativo.



1  
 2 **Figura 1. Medias y error estándar de contenidos de grasa (a), SNG (b), proteína (c),**  
 3 **lactosa (d), densidad (e), acidez (f).**

4  
 5 **CONCLUSIÓN**

6 Los resultados encontrados indican que las leches de cabra analizadas están libres de  
 7 microorganismos patógenos; sin embargo, las mayores incidencias microbiológicas de MA  
 8 y CT se presentaron en leches crudas y en las épocas de lluvias y nortes. . Así mismo, se  
 9 concluye que los mayores contenidos SNG, proteína, lactosa y densidad se presentaron en  
 10 la época de lluvias, mientras que altos contenidos de grasa se observaron en la época de  
 11 secas. Por lo tanto, el rendimiento quesero tendrá variaciones en función de la época del  
 12 año.

1   **REFERENCIAS**

2   Association of Official Analytical Chemists. (2005). *Official methods of analysis* (18th ed.).  
3   Washington, DC: AOAC.

4   INEGI. 2007. Censos Agropecuarios. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

5   Delgado-Pertiñez, M., Alcalde, MJ. Guzmán-Guerrero, JL. Castel, JM. Mena, Y. Caravaca,  
6   F. (2003). Effect of higiene-sanitary management on goat milk quality in semi-extensive  
7   systems in Spain. *Small Ruminant Research*, 47: 51-61.

8   Fedaku, B., Soryal, K. Zeng, S. Van Hekken, D. Bah, B. Villaquiran, M. (2005). Changes  
9   in goat milk composition during lactation and their effect on yield and quality of hard and  
10   semi-hard cheese. *Small Ruminant Research*, 59: 55-63.

11   NOM-041-ZOO. (1995). Campaña nacional contra la Brucelosis en los Animales. México:  
12   Norma Oficial Mexicana.

13   NOM-114-SSA1. (1994). Método para la determinación de Salmonella en alimentos.  
14   México: Norma Oficial Mexicana.

15   Park YM, Juárez M, Ramos M, Haenlein GFW (2007) Physico-chemical characteristics of  
16   goat and sheep milk. *Small Rumin Res* 68: 88-113.

17

18

19

20

21

22

## 2.2 Favorabilidad para los sistemas de producción caprina en Veracruz

Ramírez-Rivera, E.<sup>1</sup>; Jacinto-Padilla, J.<sup>1</sup>; López-Collado, J.<sup>1</sup>; Ortega-Jiménez, E.<sup>1</sup>;  
Torres-Hernández, G.<sup>2</sup> Herman-Lara, E.<sup>3</sup> y Díaz-Rivera, P.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Agroecosistemas Tropicales, Colegio de Postgraduados Campus Veracruz, México.

<sup>2</sup> Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Montecillo, México.

<sup>3</sup> Instituto Tecnológico de Tuxtepec, Oaxaca, México.

\*Autor para correspondencia: [pablod@colpos.mx](mailto:pablod@colpos.mx)

### Resumen

La presente investigación tuvo como propósito identificar zonas favorables para sistemas de producción caprinos en el estado de Veracruz. Mediante la técnica de análisis de procesos jerárquicos, se combinaron capas de información biofísica y de suelo para generar un mapa de favorabilidad para sistemas caprinos. La confiabilidad del mapa se realizó por métodos estadísticos y por comparación visual con el mapa del Censo Agropecuario 2007. Los resultados demostraron la existencia de zonas de favorabilidad media (2,985.8 km<sup>2</sup>) y alta (4,494.33 km<sup>2</sup>) en la Sierra de Huayacocotla, Zonas de Perote y Orizaba. La confiabilidad del modelo fue de 0.96 y así mismo se observaron concordancia entre el modelo obtenido y el mapa del Censo Agropecuario.

### Introducción

En Veracruz, la caprinocultura se realiza principalmente en la zona montañosa central y el altiplano, donde se producen 20,351 L día<sup>-1</sup> (90%) de la leche de cabra del Estado (INEGI, 2007). Los sistemas de producción caprinos (SPC) de esta zona son extensivos y dependen de la interacción de factores como: altitud, clima, precipitación, uso de suelo y temperatura para la generación del producto leche (Brunschiwig *et al.*, 2004). Sin embargo, la selección de sitios para el establecimiento de SPC se ha realizado de manera empírica y aunado con los efectos de a sobre-explotación de los recursos naturales y el cambio climático, hacen necesario la búsqueda de nuevas áreas para la caprinocultura (Garzón, 2011). La búsqueda de estas áreas puede ser realizada mediante mapas de favorabilidad generados por la

Trabajo de divulgación publicado en el IV Curso Nacional sobre Caprinocultura. Perote,

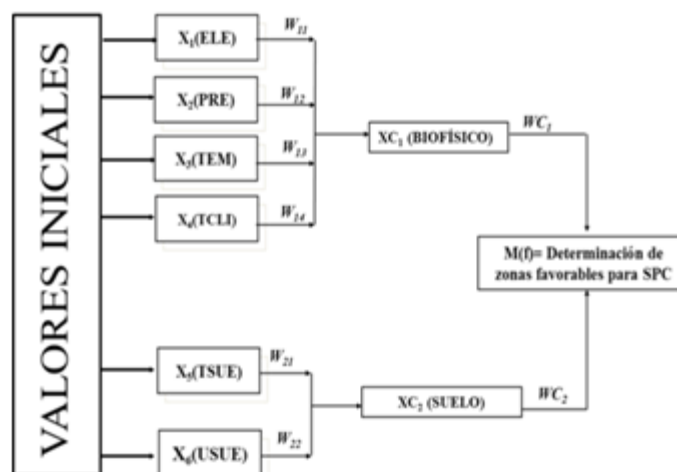
1 combinación del conocimiento de expertos en caprinocultura y datos climáticos. Por lo  
2 anterior, el objetivo de la presente investigación fue identificar zonas favorables para  
3 sistemas caprinos en el estado de Veracruz.

4

## 5 **Materiales y métodos**

### 6 **Etapa 1: Selección de factores que influyen en la producción caprina**

7 Los factores biológicos, climáticos y suelo seleccionados fueron: elevación ELE (msnm),  
8 precipitación media anual PRE (mm), temperatura media anual TEM (°C), tipo de clima  
9 (TCLI), tipo y uso de suelo (TSUE y USUE). Los factores considerados fueron agrupados  
10 como se muestra la Figura 1, por ejemplo los factores ELE, PRE, TEM y TCLI  
11 conformaron el grupo denominado Biofísico y los factores TSUE y USUE el grupo Suelo.  
12 Por último, la combinación de Biofísico y Suelo se obtuvo el mapa de favorabilidad.



13

14 **Figura. 1. Combinación de factores para construir el mapa de zonas favorables para**  
15 **sistemas de producción caprinos en el estado de Veracruz**

16

### 17 **Etapa 2: Construcción del mapa de zonas de favorabilidad para los sistemas caprinos**

18 Se consultaron a tres expertos en Sistemas de Producción Caprino para calificar la  
19 importancia de cada factor antes mencionado, para esto, se usó una de nueve puntos, en  
20 donde 1 significa igual importancia y 9 el factor es más importante a otro factor (Saaty,  
21 2008). Posteriormente, se construyó el modelo o mapa de favorabilidad para la búsqueda de  
22 zonas con condiciones adecuadas para la caprinocultura, en este sentido la favorabilidad fue

1 clasificada de la siguiente manera: 0 a 0.3 favorabilidad baja (FB), 0.3 a 0.60 favorabilidad  
2 media (FM) y 0.60 a 0.90 favorabilidad alta (FA).

### 4 **Etapa 3: Georreferenciación de SPC en Veracruz y confiabilidad del modelo.**

5 Para determinar la confiabilidad del mapa de favorabilidad fue necesario usar 20 puntos  
6 (municipios) en donde hay presencia de sistemas caprinos en el estado de Veracruz, estos  
7 municipios son: Altotonga, Atzalan, Ayahualulco, Chiconquiaco, Coatepec, Coacoatzintla,  
8 Ixhuacán de los Reyes, Jalancingo, Jilotepec, Las Minas, Las Vigas de Ramírez, Perote,  
9 Rincón del Río Frío, Xico, Tatatila, Tlacolulan y Villa Aldama (Herrera, 2010).  
10 Posteriormente se aplicaron pruebas estadísticas para evaluar la confiabilidad del mapa de  
11 favorabilidad y después se realizó una comparación visual entre los mapas del censo  
12 agropecuario y forestal del INEGI, 2007 y el mapa de favorabilidad obtenido. La  
13 construcción del mapa de favorabilidad se realizó con el programa MCAS-S v 3.1.

## 15 **Resultados y discusión**

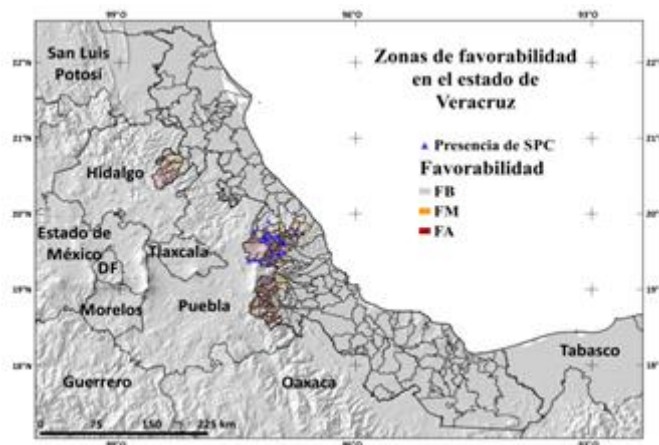
### 16 **Ponderación de los factores de información**

17 Las calificaciones o importancia de los factores ELE, TEM y TCLI fueron similares (0.27,  
18 0.33 y 0.24, respectivamente) de acuerdo con Brunschwig *et al.* (2004) estos factores  
19 permiten delimitar e identificar zonas donde pueden establecerse sistemas de producción  
20 animal. La calificación del factor PRE fue 0.17 y dicho factor influye directamente sobre en  
21 la producción de forraje. El factor USUE tuvo una mayor calificación (0.86) a  
22 comparación del factor TSUE (0.14), este resultado concuerda con lo mencionado por  
23 Williams-Linera *et al.* (2002) y Sour *et al.* (2013) comentaron que el uso del suelo es un  
24 factor importante que permite determinar el grado de pérdida de los ecosistemas. Las capas  
25 Biofísico obtuvo una calificación de 0.88 y suelo un valor de 0.12, esto indica que los  
26 factores climáticos tienen mayor importancia para el establecimiento de los sistemas  
27 caprinos. Salinas *et al.* (2011) consideran que estos factores climáticos son relevantes para  
28 determinar áreas para la caprinocultura.

1 **Mapa de favorabilidad y confiabilidad del modelo**

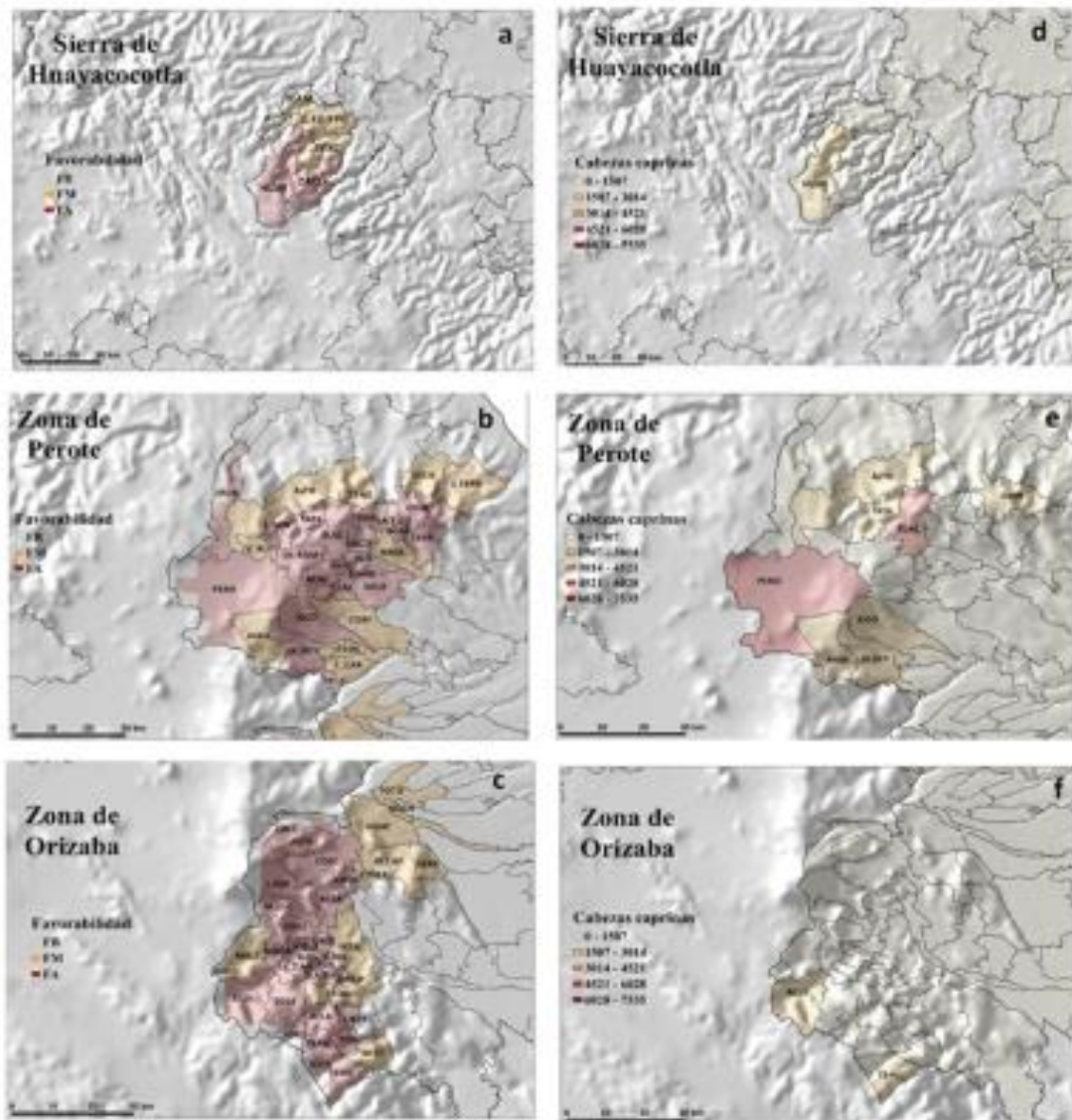
2 En la Figura 2 se observa que las áreas con favorabilidad baja (FB) predominan en el estado  
3 de Veracruz (89.6%, 64,345 km<sup>2</sup>) y se ubican en los municipios del norte y sur del estado,  
4 ubicados en la planicie costera, la prevalencia alta de esta categoría se debe a que  
5 predominan condiciones de temperaturas altas y bajas altitudes que son más favorables para  
6 la ganadería bovina. Las favorabilidades media (FM) y alta (FA) representan el 4.15%  
7 (2,985.80 km<sup>2</sup>) y 6.25% (4,494.33 km<sup>2</sup>) del total del Estado, estas áreas se localizaron en  
8 tres zonas montañosas: la primera ubicada en Sierra de Huayacocotla al noroeste del estado,  
9 limitando con el estado de Hidalgo. Las otras dos se localizaron en la Zona de Perote y  
10 Orizaba. Estas regiones colindan con el estado de Puebla, particularmente con los  
11 municipios de Tecamachalco y Cholula, en donde también existen sistemas caprinos  
12 (Hernández *et al.*, 2001).

13 Los resultados obtenidos concuerdan con Delfín-Alfonso *et al.*, (2009) quienes indicaron  
14 que los municipios de Altotonga, Jalancingo, Perote y Xico del estado de Veracruz son  
15 sitios con condiciones favorables para los venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*).  
16 Otros autores como Granados *et al.*, (2003) y Sour *et al.* (2013) determinaron que las áreas  
17 de pastoreo ideales para cabras se ubicaron en zonas montañosas y con altitudes de 1271  
18 msnm.



19

20 **Figura 2. Zonas de favorabilidad para establecer sistema de producción caprino en el**  
21 **estado de Veracruz; FB es favorabilidad baja; FM favorabilidad media; FA**  
22 **favorabilidad alta.**



1  
 2 **Fig. 3. Mapas por zonas con mediana y alta favorabilidad para sistemas de**  
 3 **producción caprinos (lado izquierdo). Datos censales de poblacional de caprinos (lado**  
 4 **derecho). a) Zona de favorabilidad I (Sierra de Huayacocotla), b) Zona de**  
 5 **favorabilidad II (Zona de Perote); c) Zona de favorabilidad III (Zona de Orizaba); d)**  
 6 **Censo 2007 de la zona I; e) Censo 2007 de la zona II; f) Censo 2007 de la zona III. FB**  
 7 **es favorabilidad baja; FM es favorabilidad media; FA es favorabilidad alta.**  
 8

9 La concordancia entre el mapa de favorabilidad y los mapas censo agropecuario (INEGI,  
 10 2007) fue alta, ya que los sistemas de producción caprino han sido reportados en los  
 11 municipios de Huayacocotla de la Zona I (Fig. 3d), Perote y Tlacolulan de la Zona II (Fig.



1 3e) y Acultzingo y Tehuipango de la Zona III (Fig. 3f). La confiabilidad del mapa fue de  
2 0.96.

3 Los resultados obtenidos permiten entender dos posturas: la primera es la expansión de la  
4 caprinocultura a otras zonas y la segunda es el establecimiento de rutas para el transporte de  
5 los requerimientos así como para la venta de los productos generados en la unidad de  
6 producción caprina.

7

## 8 **Conclusiones**

9 El uso de expertos en caprinocultura y la información geográfica pudo ser identificado  
10 4,494.33 Km<sup>2</sup> (6.25%) de terreno apto para la caprinocultura en el estado de Veracruz. Las  
11 principales zonas favorables se ubican en las regiones montañosas de la Sierra de  
12 Huayacocotla, Zona de Perote y Zona de Orizaba.

13

## 14 **Literatura consultada**

15 Brunschwig, G., Chevillot, B., Sibra, C. and Michellin, Y. (2004). Representation  
16 cartographique d'activités d'élevage: exemple d'élevage bovin laitier pour la production de  
17 fromages d'AOC dans le Massif central. INRA Productions Animales, **17(2)**, 109-122.

18 Delfín-Alfonso C., Gallina, S., and López-González, C. (2009). Evaluación del hábitat del  
19 venado cola blanca utilizando modelos espaciales y sus implicaciones para el manejo en el  
20 centro de Veracruz, México. Tropical Conservation Science, **2(2)**, 215-228.

21 Garzón, A. (2011). Cambio climático: ¿Cómo afecta la producción ganadera?. [Versión  
22 electrónica]. Rev Electrón. Vet., **12(8)**, 1-8.

23 Herrera, D. (2013) Principales agentes etiológicos en caprinos. In: Revista Agroentorno.  
24 URL:[http://www.uv.mx/veracruz/cienciaanimal/files/2013/11/Principales-agentes-](http://www.uv.mx/veracruz/cienciaanimal/files/2013/11/Principales-agentes-etiologicos-en-caprinos.pdf)  
25 [etiologicos-en-caprinos.pdf](http://www.uv.mx/veracruz/cienciaanimal/files/2013/11/Principales-agentes-etiologicos-en-caprinos.pdf).

26 Hernández, J.S., Rodero, E., Herrera, M., Delgado, J.V., Bárbara, C. and Sierra, A. (2001).  
27 La caprinocultura en la mixteca poblana (México) descripción e identificación de factores  
28 limitantes. Archivos de Zootecnia, **50**, 231-239.

29 Salinas, G.H., Echavarría, Ch.F.G., Flores-Nájera, N.M.J., Flores-Ortiz, O.M.A., Gutiérrez,  
30 L.R, Rumayor, A., Meza-Herrera, H.C.A. and Pastor, F. (2011). Evaluación participativa de

1 tecnologías en caprinos en el semiárido del Norte Centro de México. Revista Chapingo  
2 Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, **27**, 225-234.

3 Saaty, T.L. (2008). Decision-making with the analytic hierarchy process. International  
4 Journal of Services Sciences, **1(1)**, 83-98.

5 Sour, A., Arzani, H. Feizizadeh, B, Tavili, A. and Alizadeh, E. (2013). GIS Multi-Criteria  
6 Evolution for Determination of Rangelands Suitability for Goat Grazing in the Middle  
7 Taleghan Rangelands. International Journal of Agronomy and Plant Production, 4(7), 1499-  
8 1510.

9 Williams-Linera, G., Manson, R.H. and Isunza, V.E. (2002). La fragmentación del bosque  
10 mesófilo de montaña y patrones de uso del suelo en la región oeste de Xalapa, Veracruz,  
11 México. Madera y Bosques, **8(1)**, 73-89.

12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30

1 **ANEXO 3. Cartas de autorización de colaboradores**

2 3.1. Autorización del colaborador externo del capítulo III.

M.C. Emmanuel de Jesús Ramírez Rivera  
Estudiante del Posgrado en Agroecosistemas Tropicales  
Colegio de Posgraduados Campus Veracruz

Por este medio, se da la autorización para que el artículo científico titulado “A multi-criteria approach to identify favorable areas for goat production systems in Veracruz, Mexico” enviado a la revista Tropical Animal Health and Production se conforme en el Capítulo III de la tesis doctoral titulada “Tipificación de queso artesanal fresco y madurado de cabra del Estado de Veracruz”.

**MC. Jazmín Jacinto Padilla**  
*Jazmin Jacinto P.*

Tepetates, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz. Octubre, 2016.

3

4

1 3.2 Autorización de los colaboradores externos del capítulo V

M.C. Emmanuel de Jesús Ramírez Rivera  
Estudiante del Posgrado en Agroecosistemas Tropicales  
Colegio de Posgraduados Campus Veracruz

Por este medio, se da la autorización para que el artículo científico titulado "Typification of a goat fresh cheese of Mexico by path" aceptado en la revista Turkish Journal of Veterinary Science (DOI: 10.3906/vet-1605-66) se conforme en el Capítulo V de la tesis doctoral titulada "Tipificación de queso artesanal fresco y madurado de cabra del Estado de Veracruz".



**Dr. Jesús Rodríguez Miranda**  
Instituto Tecnológico de Tuxtepec



**Dr. José M. Juárez Barrientos**  
Instituto Tecnológico de Tuxtepec



**MC. Lorena G. Ramón Canul**  
Colegio de Posgraduados  
Campus Veracruz



**Ing. María I. Hernández Serrano**  
Universidad Tecnológica del Centro de  
Veracruz

Tepetates, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz. Octubre, 2016.

2  
3  
4

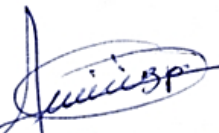
1 3.3. Autorización de los colaboradores externos del capítulo VI

M.C. Emmanuel de Jesús Ramírez Rivera  
Estudiante del Posgrado en Agroecosistemas Tropicales  
Colegio de Posgraduados Campus Veracruz

Por este medio, se da la autorización para que el artículo científico titulado “Tipificación de quesos madurados de cabra producidos en la zona montañosa central del estado de Veracruz, México” enviado a la revista Agrociencia se conforme en el Capítulo VI de la tesis doctoral titulada “Tipificación de queso artesanal fresco y madurado de cabra del Estado de Veracruz”.



**Dr. Jesús Rodríguez Miranda**  
Instituto Tecnológico de Tuxtepec



**Dr. José M. Juárez Barrientos**  
Instituto Tecnológico de Tuxtepec



**MC. Lorena G. Ramón Canul**  
Colegio de Posgraduados  
Campus Veracruz

Tepetates, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz. Octubre, 2016.

1 3.4. Autorización del colaborador externo del capítulo VIII y VIII



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO  
Instituto Tecnológico de Mérida

Mérida, Yuc., a 05 de octubre de 2016.

**M.C. Emmanuel de Jesús Ramírez Rivera**  
Estudiante del Posgrado en Agroecosistemas Tropicales  
Colegio de Postgraduados Campus Veracruz

Por este medio, se da la autorización para que los artículos científicos titulados "Elementos minerales como indicadores de autenticidad y origen geográfico de quesos artesanales de cabra producidos en el centro del estado de Veracruz" y "Caracterización microestructural de quesos artesanales de cabra mediante análisis de imagen" se conformen en los Capítulos VII y VIII de la tesis doctoral titulada "Tipificación de queso artesanal fresco y madurado de cabra del Estado de Veracruz".



**Dr. Víctor Manuel Toledo López**  
Profesor Investigador  
Instituto Tecnológico de Mérida



1 3.5. Autorización de los colaboradores externos del capítulo IX

M.C. Emmanuel de Jesús Ramírez Rivera  
Estudiante del Posgrado en Agroecosistemas Tropicales  
Colegio de Posgraduados Campus Veracruz

Por este medio, se da la autorización para que el artículo científico titulado “Influence of production and cultural context of the panel on the sensory profile of artisan goat cheeses” enviado a la revista International Journal of Food Science and Technology se conforme en el Capítulo IX de la tesis doctoral titulada “Tipificación de queso artesanal fresco y madurado de cabra del Estado de Veracruz”.



**Dr. José M. Juárez Barrientos**  
Instituto Tecnológico de Tuxtepec



**MC. Lorena G. Ramón Canul**  
Colegio de Posgraduados  
Campus Veracruz

Tepetates, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz. Octubre, 2016.

2

3



1 3.6 Autorización del colaborador internacional del capítulo IX



School of Nutrition and Food Sciences  
Louisiana State University  
Agricultural Center  
Baton Rouge, LA 70803

October 10, 2016

M.C. Emmanuel de Jesús Ramírez Rivera  
Estudiante del Posgrado en Agroecosistemas Tropicales  
Colegio de Posgraduados Campus Veracruz

Dear Emmanuel de Jesús Ramírez Rivera:

I authorize "Sensory Profiles of Artisan Goat Cheeses as Influenced by the Cultural Context and the Type of Panel" which was submitted to the International Journal of Food Science and Technology Journal to be included in the Chapter IX of the doctoral dissertation entitled "Tipificación de queso artesanal fresco y madurado de cabra del Estado de Veracruz".

Should you have questions, please contact me at [wprinya@lsu.edu](mailto:wprinya@lsu.edu).

Sincerely,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Witoon Prinyawiwatkul". The signature is fluid and cursive, with a large loop at the end.

Witoon Prinyawiwatkul, Ph.D.  
Professor