



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS
AGRÍCOLAS

CAMPUS VERACRUZ

**TIPICIDAD Y CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN
AGROINDUSTRIAL DEL QUESO RANCHERO JAROCHO**

JOSÉ MANUEL JUÁREZ BARRIENTOS

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE

DOCTOR EN CIENCIAS

TEPETATES, MANLIO FABIO ALTAMIRANO, VERACRUZ

2014

La presente tesis, titulada: **Tipicidad y caracterización del Sistema de Producción Agroindustrial del queso rancharo Jarocho**, realizada por el alumno: **José Manuel Juárez Barrientos**, 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:



DRA. ALEJANDRA SOTO ESTRADA

ASESOR:



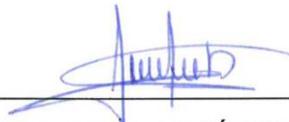
DR. EUSEBIO ORTEGA JIMÉNEZ

ASESOR:



DR. ERASMO HERMAN Y LARA

ASESOR:



DRA. DORA ANGÉLICA ÁVALOS DE LA CRUZ

Tepetates, Manlio Fabio Altamirano Veracruz, México, 01 de Diciembre de 2014

TIPICIDAD Y CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL DEL QUESO RANCHERO JAROCHO

José Manuel Juárez Barrientos, Dr.

Colegio de Postgraduados, 2014

El objetivo de la presente investigación fue establecer la tipicidad del queso ranchero Jarocho elaborado en el Distrito de Desarrollo Rural 008 (DDR 008) para lo cual se caracterizó el sistema de producción de leche y la leche producida en ellos. Así mismo se caracterizó el queso y su proceso de elaboración. Los sistemas de producción de leche del DDR 008 son heterogéneos, identificándose cuatro tipos de productores: tradicionales de subsistencia, tradicionales comerciales, semi-tecnificados y tecnificados. La calidad de la leche fue inferior a la reportada en la literatura en el contenido de proteína, lactosa y sólidos no grasos, relacionado con valores elevados de crioscopía y bajos de densidad que sugieren una pobre alimentación o prácticas de adulteración. El 28 % de las muestras presentaron cuentas de coliformes fuera de la norma. Las prácticas de manejo asociadas con el contenido de sólidos de la leche fueron la suplementación, la raza y el uso de oxitocina. El tipo de ordeño y sistema de producción se asociaron con los conteos microbianos. El queso ranchero Jarocho presentó características heterogéneas relacionadas con la falta de estandarización del proceso de elaboración. Este queso está vinculado con el territorio ya que es el resultado de la adaptación de las habilidades técnicas de los productores a las condiciones y recursos locales. Es necesario desarrollar estudios para estandarizar el proceso de producción y las características del producto, lo cual es fundamental para obtener una protección comercial.

Palabras clave: características fisicoquímicas, leche, queso, sistemas de producción

TYPICITY AND CHARACTERIZATION OF AGRO INDUSTRIAL PRODUCTION
SYSTEM OF RANCHERO JAROCHO CHEESE

José Manuel Juárez Barrientos, Dr.

Colegio de Postgraduados, 2014

The aim of the present research was to establish the typical rancher Jarocho cheese produced in the District Rural Development 008 (DDR 008) for which the system of milk production and milk derived from these systems was characterized. Also the making process and cheese were characterized. Was found that milk production systems are heterogeneous, identifying four types of producers: subsistence traditional, commercial traditional, semi-technified and technified. The milk quality was poor in content of protein, lactose and non-fat solids, which are associated with elevated cryoscopy and low density values suggest poor feeding or adulteration practices. In addition 28 % of the samples showed coliform counts out standard. Management practices associated with the solids content were supplementation, breed and the use of oxytocin. Milking type and production system were associated with microbial counts. The ranchero Jarocho cheese presented heterogeneous characteristics related to the lack of standardization of the manufacturing process. This cheese is linked to the territory because it is the result of the adaptation of the technical skills of producers to local conditions and resources. Studies need to be developed to standardize the production process and product characteristics, which are fundamental for legal protection.

Keywords: cheese, milk, physicochemical characteristics, production systems

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada. Al Colegio de Postgraduados por haber financiado la presente investigación a través del fideicomiso 2013. A los integrantes de mi Consejo Particular por el esfuerzo, la dedicación, el tiempo y el apoyo brindado.

CONTENIDO

	Página
INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
1. Planteamiento del problema y justificación.....	3
2. Objetivos.....	4
3. Hipótesis.....	5
4. Revisión de literatura.....	6
5. Literatura citada.....	16
CAPÍTULO I. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE BOVINA Y FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE: UNA REVISIÓN.....	18
1.1. Introducción.....	20
1.2. Conclusiones.....	29
1.3. Literatura citada.....	30
CAPÍTULO II. TIPIFICACIÓN DE SISTEMAS DE DOBLE PROPÓSITO PARA PRODUCCIÓN DE LECHE EN EL DISTRITO DE DESARROLLO RURAL 008, VERACRUZ, MÉXICO.....	34
2.1. Introducción.....	36
2.2. Materiales y métodos.....	37
2.3. Resultados y discusión.....	40
2.4. Conclusiones.....	49
2.5. Literatura citada.....	49
CAPÍTULO III. CALIDAD DE LA LECHE Y ASOCIACIÓN CON PRÁCTICAS DE MANEJO EN SISTEMAS DE DOBLE PROPÓSITO.....	52
3.1. Introducción.....	54
3.2. Materiales y métodos.....	55
3.3. Resultados y discusión.....	57

3.4. Conclusiones.....	66
3.5. Literatura citada.....	67
CAPÍTULO IV. TIPICIDAD DEL QUESO RANCHERO JAROCHO TRADICIONAL.....	70
4.1. Introducción.....	72
4.2. Materiales y métodos.....	73
4.3. Resultados y discusión.....	79
4.4. Conclusiones.....	97
4.5. Literatura citada.....	98
DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES...	101
1. Discusión general.....	101
2. Conclusiones generales.....	107
3. Recomendaciones generales.....	109
4. Literatura citada.....	110

LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1.1. Composición porcentual de leches de razas especializadas.....	24
Cuadro 2.1. Indicadores socioeconómicos, técnico-productivos y de comercialización de productores del DDR 008.....	44
Cuadro 2.2. Variables principales por tipo de productor de leche dentro del sistema doble propósito.....	48
Cuadro 2.3. Número de productores por municipio y tipo de productor identificado en el DDR 008.....	48
Cuadro 3.1. Calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche.....	59
Cuadro 3.2. Correlación entre variables fisicoquímicas.....	60
Cuadro 3.3. Descripción de los grupos de leche formados con base en sus propiedades fisicoquímicas.....	62
Cuadro 3.4. Correlación entre variables microbiológicas.....	63
Cuadro 3.5. Calidad fisicoquímica y rendimiento con respecto a las prácticas de manejo.....	65
Cuadro 3.6. Calidad microbiológica y su relación con prácticas de manejo.....	66
Cuadro 4.1. Análisis fisicoquímico de la leche en cada quesería.....	83
Cuadro 4.2. Análisis microbiológico de la leche en las distintas queserías.....	84
Cuadro 4.3. Análisis químico proximal del queso ranchero Jarocho.....	86
Cuadro 4.4. Parámetros de textura del queso ranchero Jarocho.....	88
Cuadro 4.5. Parámetros de color del queso ranchero Jarocho.....	90
Cuadro 4.6. Análisis microbiológico del queso ranchero Jarocho.....	92

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Municipios que integran el DDR 008.....	7
Figura 2. Estructura del SPAI leche-queso del DDR 008.....	13
Figura 2.1. Dendograma de las tipologías de productores de leche en el DDR 008.....	45
Figura 3.1. Formación de grupos de leches con base en sus propiedades fisicoquímicas.....	61
Figura 4.1. Diagrama de flujo del proceso de elaboración del queso rancharo Jarocho.....	81
Figura 4.2. Efecto del tiempo de prensado en el contenido de humedad, grasa y proteínas.....	86
Figura 4.3. Efecto de: a) tiempo de prensado (horas), b) número de vires, c) adición de grasa vegetal y d) porcentaje de sal, sobre la dureza de los quesos analizados.....	88
Figura 4.4. Efecto de: a) pruebas de calidad en la leche, b) tipo de recipiente y c) capacitación del productor, sobre el conteo total bacteriano (CTB), conteo de coliformes totales (CCT) y conteo de hongos en los quesos analizados.....	93
Figura 4.5. a) Elipses de confianza alrededor de los quesos y b) Perfil sensorial de los quesos.....	95
Figura 4.6. a) Espacio multivariado de la encuesta, b) Correlación sensorial-fisicoquímico-instrumental (FQ-INS) y c) Representación global y parcial de los quesos en el AFM.....	96

INTRODUCCIÓN GENERAL

La industria de los productos lácteos es la tercera actividad más importante dentro de la industria agroalimentaria, después de la industria del maíz y la carne (López, 2004). La producción nacional de leche bovina se ha incrementado de manera constante, llegando a producir 10, 965, 632 toneladas durante el año 2013; ocupando el estado de Veracruz el sexto lugar en producción con 706, 981 toneladas. Entre los diferentes derivados lácteos, la producción de queso ocupa un lugar importante ya que del total de leche producida en México durante el 2010 se obtuvieron 290,715 toneladas de queso (SIAP-SAGARPA, 2013). El queso se define como el producto fermentado o no, constituido esencialmente por la coagulación de la caseína de la leche, en forma de gel más o menos deshidratado que retiene casi toda la materia grasa, un poco de lactosa en forma de ácido láctico y una fracción variable de sustancias minerales (Veisseyre y Roger, 1990). El queso es la modalidad más antigua de transformación industrial de la leche y tiene gran importancia nutricional, ya que proporciona proteínas ricas en aminoácidos esenciales no sintetizables por el organismo (González, 2002) y muchos de los nutrientes presentes en la leche, tales como vitaminas, minerales; entre ellos algunos no tan deseados como la sal y grasas. En cuanto a su contenido graso real, este debería ser tomado en cuenta por los consumidores que cuidan su consumo calórico; sin embargo, al aumentar el contenido graso mejora el sabor (Günter *et al.*, 1999).

Mundialmente existe una gran variedad de quesos de acuerdo con los diferentes criterios de clasificación; sin embargo, es importante determinar las diferencias de elaboración que existen de un lugar a otro, las cuales determinan las características especiales y específicas de cada producto. La valorización de los quesos tradicionales hoy día cobra un elevado interés, ya que se basa en algunos de los escasos elementos en que una determinada zona productora puede ser

competitiva y satisfacer al mercado en las actuales circunstancias de liberalización y globalización, por lo que la calidad, la diferenciación y el territorio, son factores que se encuentran interrelacionados. Esta interacción es particularmente importante en áreas marginales, que no pueden competir con otros productos, pero también se aplica a zonas en las que la diferenciación ligada al territorio puede resultar muy ventajosa. En este contexto, la unidad “territorio” no sólo tiene un carácter geográfico, sino también histórico y cultural (Gómez *et al.*, 2006).

En la presente investigación se analizó la producción del queso ranchero Jarocho en el Distrito de Desarrollo Rural 008, Cd. Alemán, Veracruz, México (DDR 008), el cual fue considerado por ser una zona ganadera y por su importante aporte productivo de leche bovina (cerca del 10 %) a la zona centro del estado de Veracruz (INEGI, 2007). El análisis se efectuó desde un enfoque de Sistema Agroalimentario Localizado (SIAL) con el fin de establecer la tipicidad del queso ranchero Jarocho producido en el contexto del sistema de producción agroindustrial local y generar información que facilite establecer las bases para la futura búsqueda de una protección del tipo jurídico comercial. En los capítulos posteriores, se realiza un análisis detallado con respecto a los sistemas de producción de leche (SPL) sus componentes e interacciones. En el Capítulo I, se analizan los elementos involucrados en los SPL, su interacción e influencia sobre la calidad de la leche. Posteriormente (Capítulo II), se describen las características del SPL en el DDR 008 y se clasifica con base en algunas variables técnico-productivas, así mismo, se describen las prácticas de manejo que se llevan a cabo en el SPL del DDR 008 y su influencia sobre la calidad de la leche producida (Capítulo III) y finalmente se describe el proceso de elaboración del queso ranchero Jarocho así como la variabilidad en algunas prácticas dentro de las queserías y su influencia sobre las características del queso (capítulo IV).

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

El queso ranchero Jarocho, se considera un queso genuino, ya que se encuentra ligado espacial y culturalmente a una zona ganadera del estado de Veracruz, se elabora de manera artesanal y representa una de las principales fuentes de ingresos y medio de subsistencia de muchas familias. Sin embargo, en la actualidad no existen elementos que permitan definir la tipicidad del queso ranchero Jarocho producido en el DDR 008, y de esta forma brinden la opción a los productores de la búsqueda de una protección del tipo jurídico comercial como la denominación de origen (DO) o marca colectiva (MC).

Una alternativa para el queso ranchero Jarocho es la realización de un estudio encaminado a determinar su tipicidad, ya que según Gómez *et al.* (2006) este tipo de estudios se basan en algunos de los elementos en que una zona productora determinada puede ser competitiva y satisfacer al mercado, siendo la calidad, diferenciación y el territorio factores determinantes que actúan relacionados. Para determinar la tipicidad de un queso es necesario obtener la mayor cantidad de información sobre el sistema de producción de la leche utilizada (razas, manejo del hato, alimentación) el proceso de elaboración del queso y sus características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales. Debido a lo anterior, se planteó una investigación dirigida a establecer la tipicidad del queso ranchero Jarocho, en el contexto del SPAI local, con el objetivo de generar información que facilite establecer las bases para la futura búsqueda de una protección del tipo jurídico comercial.

2. OBJETIVOS

General

Establecer la tipicidad que define al queso ranchero jarocho y lo vincula territorialmente en el contexto del Sistema de Producción Agroindustrial.

Particulares

- Analizar la estructura y la dinámica del Sistema de Producción leche - queso ranchero Jarocho del DDR 008.
- Caracterizar los sistemas de producción de leche en los diferentes municipios que constituyen el Distrito de Desarrollo Rural 008.
- Determinar la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche producida en el Distrito de Desarrollo Rural 008 en función de las prácticas de manejo empleadas en las Unidades de Producción.
- Caracterizar el proceso de elaboración del queso ranchero Jarocho producido en el DDR 008.
- Definir las características fisicoquímicas (composición, textura y color) y microbiológicas del queso ranchero Jarocho producido en los diferentes municipios del DDR 008.
- Obtener un perfil sensorial de los quesos producidos en el DDR 008.
- Analizar e integrar la información generada para establecer la tipicidad del queso ranchero.

3. HIPÓTESIS

General

El Sistema de Producción Agroindustrial leche – queso ranchero Jarocho del Distrito de Desarrollo Rural 008 presenta particularidades relacionadas con los recursos locales que le otorgan al queso características distintivas.

Particulares

- La interacción entre los diferentes componentes y elementos inmersos en el Sistema de Producción Agroindustrial leche – queso ranchero Jarocho del Distrito de Desarrollo Rural 008 definen su estructura y dinámica.
- Dentro del sistema de producción de leche existen diferentes tipos de productores que pueden diferenciarse con base en sus características.
- Las prácticas de manejo empleadas en las Unidades de Producción influyen en la calidad de la leche producida en el Distrito de Desarrollo Rural 008.
- Existen diferencias en el proceso de elaboración entre las diferentes queserías del Distrito de Desarrollo Rural 008 causan variabilidad en las características fisicoquímicas (composición, textura y color), microbiológicas y sensoriales del queso ranchero Jarocho.
- El análisis del Sistema de Producción Agroindustrial, las características de los sistemas de producción de leche, el proceso de elaboración del queso ranchero Jarocho y sus características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales permitirán establecer su tipicidad.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

Los quesos tradicionales en México

En México, los pequeños productores se dedican a la crianza de vacunos y la elaboración de quesos artesanales como una forma de ahorro y estrategia para asegurar la viabilidad del núcleo familiar (Hernández *et al.*, 2009). Los quesos tradicionales mexicanos son producto del terruño (*terroir*), entendiendo este término no sólo como la parte geográfica del territorio donde se elaboran, sino también como el conocimiento acumulado históricamente, y que les da origen (Villegas *et al.*, 2009). México cuenta con una gran variedad de quesos artesanales genuinos distribuidos en diferentes regiones del país; son elaborados en pequeñas Unidades de Producción con escasa tecnología (maquinaria y equipo), durante el proceso de producción demandan relativamente mucha mano de obra y generalmente son el resultado de procesos no estandarizados. Se han documentado un poco más de treinta quesos, que sólo se conocen a nivel local o regional; éstos forman parte de la tradición, cultura y patrimonio de los mexicanos. La situación de estos quesos es alarmante, en especial para las más de treinta variedades genuinas documentadas, que no son conocidas (y por ende no valoradas) por la mayoría de la población, debido a que no existe una investigación que los rescate de su confinamiento regional antes de que desaparezcan totalmente. Entre estos quesos tradicionales se encuentra el queso ranchero Jarocho que es un queso fresco de pasta blanda, prensada, y elaborado con leche bovina cruda. Este queso se elabora principalmente en las regiones ganaderas del estado de Veracruz y representa una fuente importante de ingresos y medio de subsistencia de algunas familias (Villegas *et al.*, 2009). En el DDR 008, la elaboración del queso ranchero Jarocho se da en el contexto de un Sistema de producción Agroindustrial (SPAI) particular, el cual se describe a continuación.

El SPAI leche-queso del Distrito de Desarrollo Rural 008

Ubicación

El DDR 008 se ubica entre los paralelos 18° 11´a 18° 45´ latitud Norte y los meridianos 95° 09´a 96° 37´ longitud Oeste del meridiano de Greenwich, dentro de la Cuenca baja del Río Papaloapan. Se compone de 12 municipios.

Extensión Territorial

El DDR 008 está integrado por 12 municipios; 1) Tierra Blanca, 2) Cosamaloapan, 3) Chacaltianguis, 4) Otatitlán, 5) Tlacojalpan, 6) Tuxtilla, 7) Tres Valles, 8) Carlos A. Carrillo, 9) Amatitlán, 10) Ixtamatlahuacan, 11) Tlacotalpan y 12) Acula (Figura 1); que en conjunto suman 453,873 ha., equivalentes al 6.23 % de la superficie del estado de Veracruz (Vilaboa, 2012).

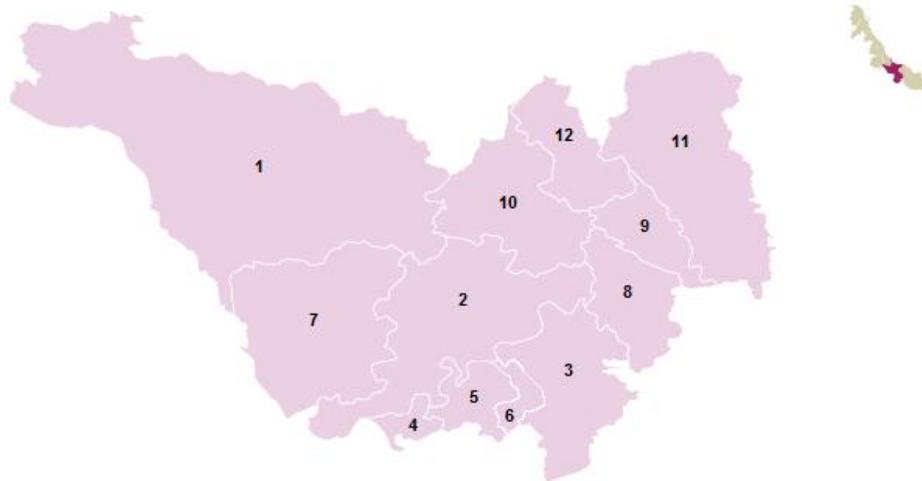


Figura 1. Municipios que integran el Distrito de Desarrollo Rural 008.

Suelos

Predominan los luvisoles, en distintas asociaciones con textura media y acumulación de arcilla en el subsuelo en las partes más bajas de los municipios de la ribera del río Papaloapan. También existen suelos del tipo gleysol, cambisol y vertisol. El primero se caracteriza porque en él se acumula y estanca el agua; el segundo presenta grietas anchas y profundas en época de sequía, coloración negro, gris o rojo y el tercero es aquel suelo en donde hay un alto contenido de arcilla expansiva que forma profundas grietas en las estaciones secas (Red Comunitaria Vasconcelos, 2009). El uso actual del suelo es agrícola (34 %), pecuario (44 %), forestal (4 %), en otros usos (18 %) (Vilaboa, 2012).

Hidrografía

En el DDR 008 se localiza la Cuenca baja del río Papaloapan que sirve de límite natural con los municipios de Chacaltianguis, Acula, Amapa, Estanzuela, Guacimal, Moreno, Obispo, Otatitlán, Tuxtilla, San Juan, El Susana, Tesechoacán, Tlacojalpan. La Cuenca baja del río Papaloapan se forma con la convergencia de los ríos: Tonto, Hondo, Chino (que corresponden a los límites territoriales con Ixmiquilpan y Tierra Blanca), Actopan y San Carlos. Este último río pasa por Alvarado, Tlacotalpan y Cosamaloapan y desemboca en el Golfo de México formando la Barra de Chachalacas. Además, convergen los arroyos Mondongo, Pinolapan, Popuyeca, Vainillal, Punta lagarto, Pijijiapan, Mata de Palma, Coralillo, Talmachapa, San Marcos, El Coyote, Zapote y Jobo. Dentro de los cuerpos lénticos, se encuentran las lagunas de El Mirador y La Lima, El lago Salado, La Miel, Chalpa y Coralillo que forman parte del Complejo Lagunar de Alvarado, la del Lagarto, la del Burro, María Lizamba, Piedras, San Marcos, Mata de Agua, San Bartolo y Juan García así como diversas zonas pantanosas e inundables (Vilaboa, 2012).

Clima

El clima en el DDR 008 es subhúmedo y muy cálido clasificado en la fórmula climática de Koppen, con temperatura media anual de 27.9 °C, precipitación media anual de 2,821 mm y evaporación media de 1,592 mm (Red Comunitaria Vasconcelos, 2009).

Flora

En algunos municipios prácticamente no existen vestigios significativos de ecosistemas naturales, en su lugar hay agroecosistemas dominados por especies de pastos inducidos, cultivos de mango (*Mangífera indica* L.), plátano (*Musa paradisiaca* L.) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). En terrenos que se dedican a la ganadería todavía se conservan ciertos tipos de árboles para sombra del ganado y como proveedores de postes para las cercas. Se observa vegetación compuesta en terrenos regularmente inundables donde solo existen relictos de vegetación riparia, así como especies típicas de selvas medianas subperenifolias; por ejemplo: pochota (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn), múchite (*Pithecelobium dulce* (Roxb.) Benth), cópite (*Cordia dodecandra* A. DC.), Cocuite (*Gliricidia sepium* Jacq.), mulato (*Bursera simaruba* L.), guachilote (*Parmentiera aculeata* Kunth), palmares de Marrachao (*Sabal mexicana* Mart.), coyol redondo (*Acrocomia mexicana* Karw. ex Mart.), palma real (*Scheelea liebmannii* Becc.), nacaste o nacastle (*Enterolobium cyclocarpum* Jacq.) y moral (*Chlorophora tinctoria* L). Los árboles frutales, también tienen cierta presencia, por mencionar algunos: ciruelas, palma de coco, zapote, naranja, papaya, limón y guayaba (Red Comunitaria Vasconcelos, 2009).

Fauna

Dado que las tierras están ocupadas por amplias regiones agrícolas y ganaderas, las especies de fauna mayor se encuentran desplazadas; el venado se extinguió en la primera mitad del siglo XX, sin embargo, es posible encontrar especies menores o medianas como: conejo (*Sylvilagus floridanus* J. A. Allen y *Sylvilagus brasiliensis* L.), coyote (*Canis latrans* Say), tacuazín o tlacuache (*Didelphis marsupialis* L. y *Didelphis virginiana* Kerr), armadillo (*Dasypus novemcinctus* L.), comadreja (*Mustela frenata* Lich.). Algunos reptiles: lagartos, víboras de cascabel, mazacuate, sabanera, bejuquillo, sorda, mano metate, prieta, coralillo y nauyaca, aves como: paloma, mora, pecho amarillo, calandria, primavera, garza, tordo, cardenal, pato, pichichi, codorniz, zopilote y gavilán; así como una gran variedad de insectos. Al ser esta una región con una gran variedad de afluentes hidrológicas, la fauna acuática nativa también ocupa un espacio importante: tortuga blanca, chachagua, chopontil, galápago, mojarra negra y blanca, mojarra tilapia (introducida recientemente), camarón, naca y guabino (Red Comunitaria Vasconcelos, 2009).

Especies Ganaderas

Se cuenta con inventario de 261,058 cabezas de bovinos destinadas a la producción de leche y carne, 77,081 cerdos, 47,882 cabezas de ovinos y 150 cabezas de caprinos. En aves se tiene un inventario de 1,195,253 y de éstas, 502,000 son explotadas en granjas tecnificadas y 693,253 están destinadas a la producción de carne y huevo, y su explotación es de traspatio o sin tecnificar. También se tienen 5,086 colmenas para producción de miel y cera y 20,366 equinos (Vilaboa, 2012).

Estructura del SPAI leche-queso ranchero jarocho del DDR 008

Para analizar el SPAI leche-queso ranchero Jarocho se aplicó el enfoque de agroecosistemas (AGES) basado en la teoría general de sistemas. Se concibió el SPAI leche-queso ranchero Jarocho como un sistema abierto que posee estructura, componentes, entradas (inputs), salidas (outputs), función e interacción entre sus elementos y componentes; en el cual se realiza intercambio de energía, materia e información con la finalidad de lograr un objetivo en particular que coincide con los productos de salida: alimentos, materias primas y servicios (Vilaboa *et al.*, 2009). El SPAI leche-queso es un grupo de bovinos manejados de cierta manera, que aprovechan una comunidad vegetal mediante el conjunto ordenado de decisiones y acciones en la selección, reproducción, alimentación, higiene, salud, producción, administración y comercialización. Se desarrolla en un entorno físico-biótico y social controlado por el productor mediante técnicas y herramientas para la obtención de leche y queso para el consumo por la sociedad. Los elementos del SPAI leche-queso y la forma en que interactúan se aprecian en la Figura 2.

Componentes

La siguiente descripción se realiza con base en lo observado en el SPAI durante el trabajo de campo. Para facilitar su análisis será dividido en SPL y queserías.

Entradas

Energía: la principal entrada es la solar mediatizada por las plantas fotosintéticas, que impacta en la producción de pastos. También se puede caracterizar al sistema como un sistema natural subsidiado, puesto que las viviendas y queserías reciben energía eléctrica por medio de las líneas regionales y energía fósil.

Recursos naturales: El recurso agua en el SPL es necesario para que se realicen los procesos en todo los seres vivos, tanto vegetales (autótrofos) como animales (heterótrofos). El SPAI requiere el ingreso de agua, en este caso mediante precipitaciones y parcialmente mediante la extraída de pozos para dar de beber al hato. También ingresa por escurrimiento que alimenta las zonas bajas y mejora la productividad forrajera. En las queserías el agua llega por tuberías o pipas. Otro recurso natural importante en el SPL es el pasto, el cual puede ser natural (pastos nativos) o puede estar sujeto a la decisión del productor (pastos inducidos), de acuerdo con la factibilidad basada en las condiciones del terreno y las condiciones climáticas.

Dinero: el dinero gastado ingresa en el SPL en forma de alimentos balanceados, medicamentos, material genético y es manejado por el productor enfocado a la actividad principal, que es la producción de leche. En las queserías el dinero ingresa en forma de insumos para la producción del queso.

Tecnología e información: la tecnología entra al SPL en forma de paquetes fomentados principalmente por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y están enfocados a incrementar la productividad. Generalmente se acompañan de asesorías técnicas, lo cual aporta al sistema información que es utilizada por el productor para la toma de decisiones. En las queserías la capacitación se basa en las buenas prácticas de manufactura enfocadas en mejorar la calidad del queso y garantizar su inocuidad.

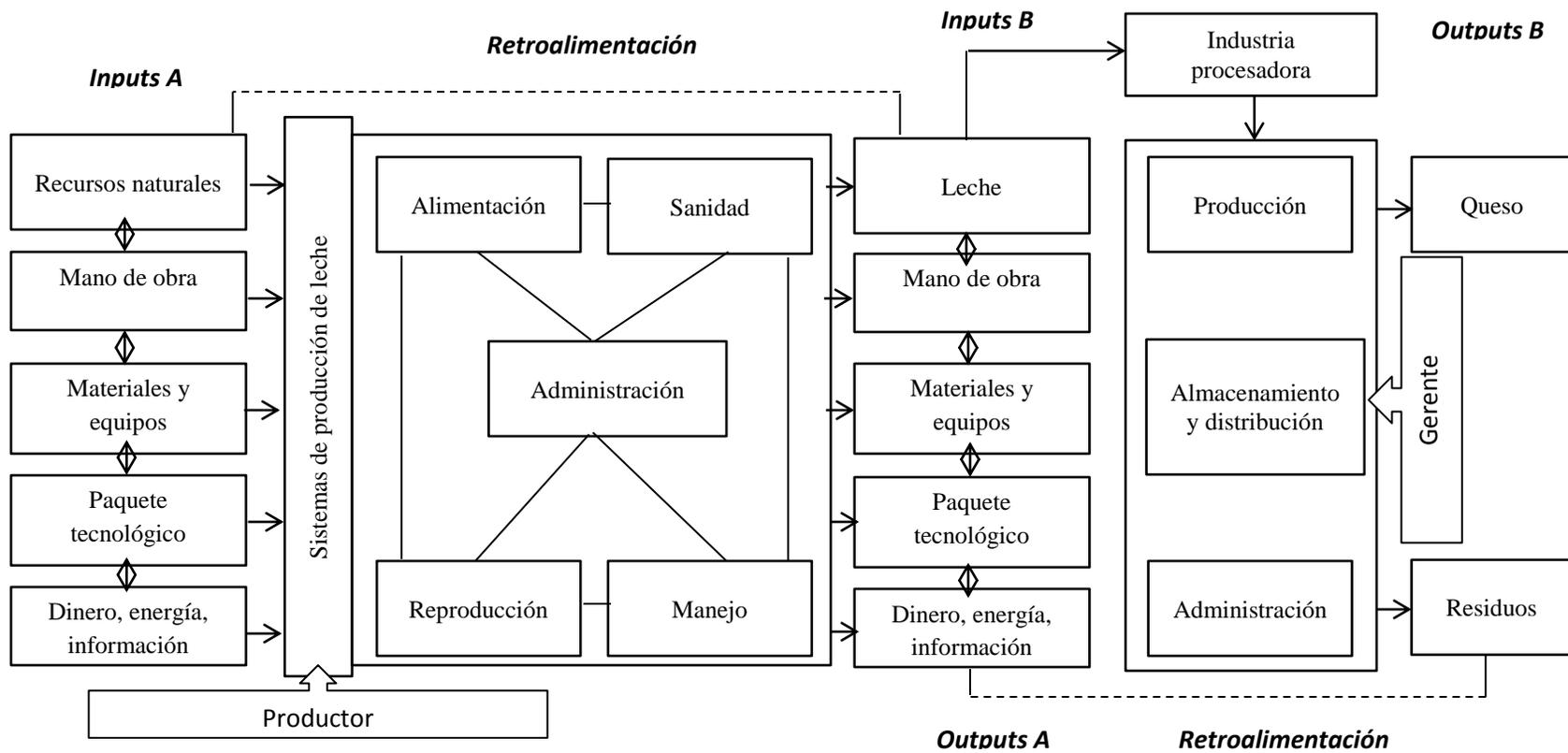


Figura 2. Estructura del Sistema de Producción Agroindustrial leche-queso del DDR 008 (Diseño basado en Vilaboa *et al.*, 2009).

Mano de obra: es el personal que se encarga de regular los procesos productivos a lo largo del SPAI. En el caso del SPL la mano de obra es generalmente familiar. En las queserías los directivos o gerentes son los dueños o familiares y la mano de obra es en su mayoría permanente y ajena a la familia.

Materiales y equipos: Los materiales y equipos en el SPL son básicamente los utensilios para el ordeño, los cuales pueden ir de los más rústicos (cubetas, mantas) hasta los más tecnificados (sistemas de ordeño mecánico de varias plazas). En las queserías los materiales y equipos se basan en contenedores y cubetas de plástico, cuchillos, mallas y moldes de madera o plástico (en queserías rústicas) o contenedores de acero inoxidable, sistemas de refrigeración, agitadores de acero inoxidable, moldes de plástico y tamices de acero (en queserías tecnificadas).

Interacción entre los componentes, salidas y retroalimentación

El sistema de producción de leche

En el SPL la energía solar fomenta el crecimiento de las especies forrajeras a través de la fotosíntesis en conjunto con el recurso agua. Mediante este proceso se genera energía metabolizable por el ganado lechero. Dicha energía es manejada por el productor con base en la información, tecnología y recursos disponibles. Para alcanzar el objetivo del sistema, que es la producción de leche, es necesario que el productor administre los recursos de forma tal que la sanidad del hato lechero esté garantizada. El aspecto reproductivo en el SPL es vital para mejorar el rendimiento, ya que un buen manejo y gestión del material genético; a través de la capacitación; trae como resultado, vacas bien adaptadas a las condiciones locales, y por lo tanto el recurso pasto es aprovechado de forma óptima y se refleja en una mayor eficiencia productiva

(L·vaca·ha⁻¹), lo cual genera mayores ingresos al productor, que sirven para retroalimentar al sistema, a través del acceso a la capacitación, mayor nivel tecnológico e insumos de alta calidad, además de garantizar la sanidad del hato por medio del acceso a la asistencia técnica. Los resultados obtenidos en cuanto a la calidad de la leche conforman la información que retroalimenta al sistema y sirve al productor en la toma de decisiones. La finalidad del SPL es producir leche, siendo esta salida, la principal materia prima (entrada) en la industria procesadora.

En las queserías

En las queserías la principal entrada es la leche, que en conjunto con los insumos y a través de la mano de obra, materiales, equipos e información es transformada en queso. Durante el proceso es importante cuidar las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), que garantizarán la calidad del queso además de su inocuidad. Los resultados obtenidos en cuanto a la calidad del queso; mediante el pleno conocimiento del proceso de producción; retroalimenta al sistema y es útil al gerente de la industria procesadora en la toma de decisiones.

Implicaciones a diferentes escalas jerárquicas

En un contexto internacional, el SPAI leche-queso ranchero jarocho interactúa con un supra sistema económico, llamado economía internacional, la cual influye en la fijación y la evolución probable de los precios de los productos y de los medios de producción necesarios en el mercado internacional. Estos precios influyen a su vez sobre las capacidades de los productores para adquirir los medios de producción necesarios, o desarrollar nuevos rubros productivos en condiciones, favorables o no, de productividad y remuneración del trabajo. Dado que los

sistemas de producción de leche demandan fuertes inversiones, la oferta es muy rígida a corto plazo, ya que cuando hay variaciones importantes en los precios a nivel mundial, un productor no puede modificar su sistema de producción; por lo tanto, es fundamental identificar y prever la competencia internacional con la finalidad de evitar proponer a los productores de una región determinada, cambios de sistemas productivos y tecnológicos que les pondrían en directa competencia con agricultores mucho más competitivos a nivel internacional. En el contexto nacional, el SPAI leche-queso ranchero Jarocho interactúa con el Estado, siendo necesario identificar y caracterizar los programas o proyectos de desarrollo que puedan contribuir a resolver los principales problemas socio-económicos. En este sentido, es importante conocer la situación actual y mediante un diagnóstico comprender la probable evolución de criterios relacionados con el rol que desempeña el SPAI leche-queso ranchero Jarocho en la economía nacional (Apollin y Eberhart, 1999). A nivel regional y local el SPAI leche-queso ranchero Jarocho interactúa con un entorno sociocultural, existiendo un intercambio de productos y recursos. El SPL provee de leche para consumo a nivel local e incluso a nivel regional, además de suministrar de materia prima a otras industrias ajenas al sistema. Este intercambio genera el flujo de dinero que contribuye a la economía regional, a través de la generación de empleos e impacta directamente a nivel sociocultural; ya que al existir una fuente de ingresos, el núcleo familiar se mantiene, por lo que no existe la necesidad de que el jefe de familia salga de su región o del país en busca de empleo. Este flujo económico garantiza el acceso a la educación a los hijos de la familia, lo cual contribuye en el incremento del nivel educativo regional.

5. LITERATURA CITADA

Apollin F., y Eberhart C. 1999. Análisis y Diagnóstico de los sistemas de producción en el medio rural. Guía metodológica. Venezuela. 210 p.

- Gómez M., A., M. Murillo S., y P. Albert, C. 2006. Catalogación y Caracterización de los Productos Típicos Agroalimentarios de Andalucía, España. 560 p.
- González V., M. 2002. Tecnología para la elaboración de queso blanco, amarillo y yogurt, Secretaria Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, República de Panamá. 150 p.
- Günter V., Dieter, J., Wolfgang, S., y S. Norbert, V. 1999. Elementos de bromatología descriptiva, Editorial ACRIBIA, S.A. Zaragoza, España, 350 p.
- Hernández M., C., H. A. Montes A., E. Mandujano D., and A. Villegas G. 2009. Physicochemical, microbiological, textural and sensory characterisation of Mexican Añejo cheese. *International Journal of Dairy Technology*. 63: 552-560.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2007. Cría y explotación de animales en Veracruz de Ignacio de la Llave. Censo Agropecuario 2007.
- López O., M. 2004. Mejoramiento de la vida de anaquel en queso tradicional ranchero y queso de pasta hilada (Oaxaca). Tesis de Maestría. Universidad Iberoamericana. México, D.F.
- Red Comunitaria Vasconcelos. 2009. Manual por regiones, Distrito de Desarrollo Rural 08 Cd. Alemán. Departamento de Gestión Educativa. Xalapa, Veracruz, México. 1-63 pp.
- SIAP-SAGARPA (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2013. Leche de Bovino.<http://www.lechebovino.gob.mx/index.php?portal=lechebovino>. (Consulta: Octubre, 2014).
- Veisseyre H., y Roger C. 1990. Lactología técnica, Composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche. 3ª Ed, Editorial Española, España. 210 p.
- Vilaboa A., J., P. Díaz R., O. Ruiz R., D. Platas R., S. González M., and F. Juárez L. 2009. Caracterización socioeconómica y tecnológica de los agroecosistemas con bovinos de doble propósito de la región del Papaloapan, Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 10: 53-62.
- Vilaboa A., J. 2012. Diagnóstico de la cadena productiva bovinos de doble propósito en el Distrito de Desarrollo Rural 008 Cd. Alemán. Agroentorno, Edición de Septiembre.
- Villegas G., A., A. Santos M., y A. Hernández M. 2009. Los quesos mexicanos genuinos: contribución a su rescate a través de la vinculación Universidad-Productores, *Claridades Agropecuarias* 191: 29-35.

**CAPÍTULO I. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE BOVINA EN MÉXICO Y
FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE:
UNA REVISIÓN**

RESUMEN

En el presente artículo se analizaron los Sistemas de Producción de Leche (SPL) y los factores que afectan la producción y composición de la leche en México. Se describen los SPL especializado, semi-especializado, de doble propósito y pequeña escala. Los sistemas especializados se encuentran en las zonas altas templadas; se explotan razas puras alimentadas con leguminosas y concentrados, manteniendo al ganado en espacios reducidos y controlados. Los sistemas semi-especializados se encuentran en las zonas altas del norte central, se crían razas puras con bajo mérito genético, alimentadas con pastos, leguminosas y ocasionalmente suplementos. El sistema de doble propósito, localizado en zonas tropicales se caracteriza por las cruzas *Bos taurus* x *Bos indicus* manejadas en pastoreo extensivo con suplementación ocasional. El sistema de pequeña escala se disgrega por todo el país. Los hatos son pequeños e integrados por razas puras o cruzas. En condiciones tropicales, las razas puras no expresan su potencial genético, por lo tanto, se realiza la cruza *B. taurus* con *B. indicus*. Las estaciones de secas y lluvias determinan la disponibilidad y calidad del forraje, lo cual influye sobre el manejo de la alimentación del ganado. Otros factores como el número de parto y el período de lactancia afectan la producción y composición de leche, mientras que la higiene y el almacenamiento en frío son prácticas importantes para garantizar su seguridad para el consumo humano.

Palabras Clave: alimentación, factores genéticos, producción y composición de la leche, factores fisiológicos, factores zootécnicos

BOVINE MILK PRODUCTION SYSTEMS IN MEXICO AND FACTORS AFFECTING MILK YIELD AND COMPOSITION: A REVIEW

ABSTRACT

Dairy cattle milk production systems (MPS), along with the factors affecting milk yield and composition in Mexico are analyzed in this paper. Four MPS, specialized, semi-specialized, dual-purpose, and small scale are described. The specialized systems are located in temperate highlands of the country. Pure breeds are fed with legumes and concentrates, and cattle are kept in confined and controlled spaces. Semi-specialized systems are found in the central north highlands. In this system, pure breeds with low genetic merit are raised. Here cattle are fed with grasses and legumes and occasionally supplemented. The dual purpose system, which is located in tropical areas, is characterized by crosses of *Bos taurus* x *Bos indicus* and extensive grazing with occasional supplementation. The small scale system is dispersed around the country. The herds are small and integrated by pure breeds or crossed animals. In the tropical conditions, the pure breeds cannot express their genetic potential; therefore, genetic improvement crossing *B. taurus* with *B. indicus* is carried out. Also, dry and rainy seasons, prevalent in these conditions determine the availability and quality of forage, which greatly influence the feeding management of cattle. Other factors as, calving number and lactation period affects milk yield and composition, whereas hygiene and cold storage are important practices for ensuring the safety of milk for human consumption.

Keywords: feeding, genetic factors, milk production systems, milk composition, physiological factors

1.1. INTRODUCCIÓN

Los Sistemas de Producción de Leche (SPL) determinan los procesos productivos, que dependen del tamaño del hato, los recursos disponibles y las condiciones socioeconómicas de los productores. Estos sistemas funcionan en un entorno físico-biótico y social, controlado por el productor mediante técnicas y herramientas para la producción de leche destinada al consumo humano (Vilaboa *et al.*, 2009). Los SPL en México se llevan a cabo bajo condiciones agroecológicas y socioeconómicas heterogéneas (Oros *et al.*, 2011), mientras que su manejo depende del nivel tecnológico, idiosincrasia, tradiciones y costumbres de los productores. Debido a la heterogeneidad de los SPL en cuanto a la genética, fisiología, prácticas de manejo de los animales y medio ambiente, la cantidad y composición de la leche varía significativamente (Román-Ponce *et al.*, 2013). Hay mucha información en relación con las prácticas y características de SPL y de las propiedades fisicoquímicas y nutricionales de la leche, sin embargo, esta información se encuentra dispersa. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue realizar una revisión crítica de la evidencia científica que conduzca a la identificación de patrones consistentes entre los factores de los SPL específicos considerados en los diferentes estudios.

Sistemas de Producción de Leche en México

Aunque los SPL en México son heterogéneos desde el punto de vista agroecológico y socioeconómico, se han identificado cuatro tipos principales, que tienen diferentes niveles de participación en el inventario de ganado (Lara *et al.*, 2003; SIAP-SAGARPA, 2012).

Especializado

El sistema especializado es una réplica del sistema Holstein norteamericano (FIRA, 2001) y se encuentra en la meseta central y el norte de México, en las regiones templadas, áridas y semiáridas. En este sistema, las principales razas que se explotan son Holstein, Suizo Americano y Jersey (SIAP-SAGARPA, 2012). La producción de forraje y el ordeño se realizan de forma mecánica. La producción de leche requiere una elevada ingesta de proteínas en la dieta para asegurar la producción y mantener la condición corporal de las vacas. Las especies leguminosas y oleaginosas como *Medicago sativa* L. y *Glycine max* L., consumidas directamente o en alimentos balanceados son la principal fuente de proteínas. El tamaño promedio del hato es de 300-400 cabezas. Este sistema proporciona el 50.6 % de la producción nacional de leche bovina (Financiera Rural, 2012), con un rendimiento de $24 \text{ kg}\cdot\text{vaca}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$ en un período de 305 días de lactancia. El principal problema de este sistema es la gran cantidad de superficies de terrenos y agua necesarios para la producción de alimento para el ganado. Como resultado, la estabilidad actual es baja y el número de Unidades de Producción tiende a disminuir (Cox, 2007).

Semi-especializado

Este sistema se encuentra en las tierras altas del centro-norte del país. Las razas predominantes son Holstein, Jersey y Suizo Americano (SIAP-SAGARPA, 2012), presenta niveles más bajos de producción y períodos de lactancia más cortos que el sistema especializado, debido al menor mérito genético de los toros utilizados. El ordeño se realiza de forma manual o mecánica. La alimentación se basa en el pastoreo, complementado con forraje de corte y concentrados. El tamaño promedio del hato ganadero es 180-200 cabezas. Aporta el 21.3 % de la producción nacional de leche bovina, la producción de entre 12.4 y $20.6 \text{ kg}\cdot\text{vaca}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$ durante un período de

lactancia 280-305 días (Financiera Rural, 2012). Este sistema se enfrenta al mismo problema que el sistema especializado, pero a un nivel más bajo debido a que el tamaño de los hatos es más pequeño.

Doble propósito

En el trópico latinoamericano, se estima que aproximadamente el 78 % de la población bovina se maneja bajo este sistema, el cual contribuye con el 40 % de la producción de leche (Rojo-Rubio *et al.*, 2009). En México, está presente en los estados de Veracruz, Tamaulipas, San Luis Potosí, Chiapas y Tabasco (Magaña *et al.*, 2006; Vilaboa *et al.*, 2009), representando el 62 % del hato nacional y proporcionando el 18.3 % de la producción total de leche, que oscila entre 3.6 y 7.2 kg·vaca⁻¹·día⁻¹ (SAGARPA-INIFAP, 2007). Se utilizan razas Cebú y sus cruces con Holstein y Suizo Americano (Oros *et al.*, 2011). Además se caracteriza por hatos pequeños (30 a 40 cabezas) (Rojo-Rubio *et al.*, 2009). Los ingresos se obtienen por la venta de leche, becerros al destete, y animales de desecho (Magaña *et al.*, 2006). La leche se vende como leche cruda para el consumo y el procesamiento agroindustrial o es utilizada para la producción de queso artesanal (Vilaboa *et al.*, 2009). La alimentación se basa en el pastoreo extensivo de pastos nativos (Ruiz *et al.*, 2004). El sistema de doble propósito muestra una baja eficiencia en el uso de los recursos, alta estacionalidad de la producción, infraestructura deficiente, un alto número de intermediarios y bajo desarrollo empresarial (Oros *et al.*, 2011).

Pequeña escala

Este tipo de sistema está disperso por todo el país y tiene diversas características que contribuyen al desarrollo rural sostenible, ya que se trata de sistemas de producción campesina para el

autoconsumo (FIRA, 2001). La explotación ganadera se realiza en pequeñas superficies cercanas a la casa habitación y se utiliza únicamente mano de obra familiar, explotando razas puras o cruza (SIAP-SAGARPA, 2012). El ordeño es principalmente manual y la alimentación se basa en el pastoreo y ocasionalmente se suplementa (Cervantes *et al.*, 2008) con residuos agrícolas, granos o concentrados. La leche se utiliza para consumo humano directo o para la producción de queso artesanal. El rendimiento de la leche varía entre 8.4 y 12.6 kg·vaca⁻¹·día⁻¹ en un período de lactancia de 180-240 días, que representa el 9.8 % de la producción nacional de leche de vaca (Financiera Rural, 2012). Por lo tanto, este tipo de sistema se considera un elemento clave para reducir la pobreza y el hambre (Posadas-Domínguez *et al.*, 2014).

Factores que influyen en el rendimiento y la composición de la leche

En los SPL se considera una diversidad de factores, cuyas acciones e interacciones determinan la producción y composición de leche, los cuales se pueden clasificar en intrínsecos y extrínsecos. En los intrínsecos se analizan los factores genéticos y fisiológicos; mientras que en los extrínsecos, se consideran los ambientales, agroecológicos y de manejo.

Factores intrínsecos

Genéticos

Entre los factores genéticos, en el presente artículo se analizan dos elementos relevantes, como la raza y el cruzamiento.

Raza: En México, las razas puras *B. taurus*, como la Holstein, Suizo Americano y Jersey son las más comúnmente utilizadas, debido a su alta producción de leche. Sin embargo, la leche

producida difiere en su composición, tal como se muestra en el Cuadro 1.1. Además, estas razas se crían principalmente en las SPL especializados y semi-especializados en las regiones templadas, áridas y semi-áridas del país (Cervantes *et al.*, 2008; SIAP-SAGARPA, 2012). En las regiones tropicales, estas razas presentan problemas de adaptación debido al bajo consumo de materia seca, como resultado de la baja calidad del forraje y consumo reducido debido al estrés térmico (Pérez y Gómez, 2005). En cambio, otras razas puras podrían ser explotadas en estas regiones. Por ejemplo, a pesar de que las razas asiáticas (Cebú o *B. indicus*) tienen una baja producción de leche y bajo rendimiento reproductivo, se adaptan fácilmente a las condiciones tropicales. Debido a su rendimiento lechero medio (1,300 kg·vaca⁻¹·año⁻¹), el aumento de la composición de la leche (porcentaje de grasa, proteína y sólidos totales), y la capacidad de adaptación, el ganado Criollo Lechero Tropical (CLT) podría ser otra opción viable (Santellano *et al.*, 2011).

Cuadro 1.1 Composición porcentual de leches de razas especializadas.

Grasa			Proteínas			Sólidos totales			Referencia
H	SA	J	H	SA	J	H	SA	J	
3.6	4.0	4.7	3.1	3.5	3.7	S/I	S/I	S/I	Van Tassell, 1999
3.4	4.0	5.3	3.3	3.6	3.9	12.2	12.4	14.9	Magariños, 2000
3.4	4.0	5.4	3.3	3.6	4.0	12.2	12.4	15.0	Cu <i>et al.</i> , 2010

H: Holstein. SA: Suizo Americano. J: Jersey. S/I: Sin información con respecto a esa clasificación

Cruzamiento: Las razas puras no pueden expresar su potencial genético cuando son criados en condiciones tropicales, por lo tanto, la producción de leche es menor que en los climas

templados. Por esta razón, en las zonas tropicales, el mejoramiento genético se lleva a cabo con mayor frecuencia por el cruce de las razas *B. taurus* con *B. indicus* (Córdova *et al.* 2005).

La producción de leche varía en función de mestizaje. En México, al cruzar *B. indicus* con razas Holstein, la producción de leche reportada fue de 2.358 kg·vaca⁻¹·año⁻¹. En contraste, 1.866 kg·vaca⁻¹·año⁻¹ se reportaron en los cruces *B. indicus* con Suizo Americano (Román-Ponce *et al.*, 2013). Estos resultados tienen una tendencia similar a los obtenidos en las regiones tropicales en Venezuela con las mismas cruces (3.427 vs 2.928 kg·vaca⁻¹·año⁻¹) (Aranguren *et al.*, 1994). Sin embargo, los resultados encontrados por Briñez *et al.* (2008), muestran una tendencia opuesta (2.226 vs 3.244 kg·vaca⁻¹·año⁻¹). Estas diferencias pueden estar relacionadas con factores no genéticos y la interacción de genotipo-ambiente (Ochoa, 1991). A pesar de las diferencias, diversos estudios han demostrado que la descendencia de los cruces de *B. taurus*, de proporciones ½ a ¾ con el grupo *B. indicus*, aumenta la producción de leche (Magaña *et al.*, 2006; Salamanca y Benítez, 2012) pero disminuye en progenies con proporciones mayores (López *et al.*, 2012).

Factores fisiológicos

El número de parto, la etapa de lactancia, y las enfermedades juegan un papel importante en el rendimiento y la composición de la leche. La influencia de estos factores se discute a continuación.

Número de parto y etapa de lactancia: Las vacas de primer parto, producen menos leche debido a que sus órganos no están bien desarrollados, sobre todo la ubre. Además, la mala alimentación en los días cercanos al parto, reduce aún más la producción de leche (Pérez y Gómez, 2005). La

máxima producción de leche se alcanza entre el segundo y el cuarto parto (Briñez *et al.*, 2008), disminuyendo gradualmente a partir del quinto parto (Salamanca y Benítez, 2012). Esta tendencia depende de varios factores, siendo el más importante la estación en la que se origina el parto, ya que se asocia con la disponibilidad de forrajes (Rojo-Rubio *et al.*, 2009). Se ha encontrado que cuando las vacas de primer parto se alimenta correctamente, la producción de leche en la segunda y tercera lactancia mejoró aproximadamente en un 60 % (Absalón-Medina *et al.*, 2012). La producción de leche alcanzó un pico en 21 a 84 días para Holstein, mientras que la curva de lactancia para la raza Cebú, no muestra ningún pico o este es muy pequeño (entre 7-21 días). En ambos casos, una vez que la producción de leche alcanza el pico, esta disminuye gradualmente (Ponce, 2009). Tanto el número de partos como la etapa de lactancia están relacionados con la composición de la leche, sin embargo está más influenciada por el período de lactancia; por lo tanto, el contenido de grasa aumenta gradualmente durante la lactancia y el contenido de proteínas, sólidos totales y lactosa aumenta en la etapa final, coincidiendo con una disminución en la producción de leche.

Enfermedades (Mastitis): La mastitis altera considerablemente la composición de leche y eleva la concentración de células somáticas; las vacas Holstein de sistemas especializados son más susceptibles a esta enfermedad que los cruzamientos de vacas criadas en sistemas de doble propósito (Ramírez-Vásquez *et al.*, 2011). La mastitis causa una disminución entre 3 y 50 % de la producción de leche, dependiendo del grado de inflamación de la ubre (Ramírez *et al.*, 2011). El sodio y el contenido de cloruros también se incrementan, mientras que la lactosa se reduce, proporcionando un sabor ligeramente salado. El contenido de proteína no cambia significativamente (Blowe y Edmondson, 1995).

Factores extrínsecos

Ambientales y agroecológicos

El Trópico de México se caracteriza por tener dos estaciones contrastantes, seca y lluviosa. Las estaciones determinan la disponibilidad y calidad del forraje (Cruz *et al.*, 2011), lo que influye en gran medida la gestión de la alimentación del ganado.

Estación: Durante la estación seca (marzo-mayo), la cantidad y calidad del forraje disponible se reduce (bajo contenido de proteína y alto contenido de fibra) debido a la falta de humedad del suelo, por esta razón, los animales disminuyen su consumo de nutrientes. Como resultado, disminuye la producción de leche (Aguilar *et al.*, 2000), pero el contenido de grasa, sólidos totales y proteína aumenta (Briñez *et al.*, 2008). Además, las vacas tienen períodos de lactancia más cortos (Salamanca y Benítez, 2012). Un efecto contrario se produce durante la temporada de lluvias (junio-octubre), cuando la precipitación y la temperatura inducen el crecimiento de pastos, aumentando el forraje disponible. Por lo tanto, el ganado mejora su metabolismo y optimiza su crecimiento corporal y la producción de leche (Briñez *et al.*, 2008). El contenido de proteína y grasa de la leche se reduce a pesar del abundante forraje, que presenta alta humedad y bajo contenido de fibra (Sánchez *et al.*, 1996).

Como se mencionó anteriormente, en condiciones tropicales, los sistemas extensivos son más frecuentes, siendo en tales condiciones como se cría el ganado de doble propósito. Sin embargo, estos sistemas se enfrentan a dos limitaciones importantes: La primera es que el ganado consume pastos más fibrosos que son energéticamente menos densos. Como resultado, producen menor cantidad de leche con mayor contenido de grasa y proteína (Briñez *et al.*, 2008). En segundo lugar, las fluctuaciones climáticas generan variación estacional del forraje, obligando a los

ganaderos a suplementar a las vacas con alimentos alternativos para aumentar la producción de leche (Magaña *et al.*, 2006). La leche que se produce cuando se utilizan alimentos alternativos presenta mayor contenido de sólidos no grasos (Álvarez *et al.*, 2006). Vite *et al.* (2007) reportaron que la adición de concentrados proporcionan nutrientes adicionales para disminuir las deficiencias de forraje de temporada. Aunque la suplementación con concentrados ha mostrado un aumento en la producción de leche (Tinoco-Magaña *et al.*, 2012), el uso de concentrados en niveles elevados no siempre la incrementan, debido al efecto de estrés térmico sobre el consumo de materia seca (Aguilar *et al.*, 2000).

Alternativa silvopastoril: Otra alternativa importante para hacer frente a los problemas de alimentación durante las estaciones seca y lluviosa es la implementación de sistemas silvopastoriles, que incluyen la vegetación arbórea y arbustiva combinada con pastos. Bacab *et al.* (2013) confirman que estos sistemas son una opción importante para mejorar la producción de leche del ganado debido a la alta calidad del forraje. Debido a sus múltiples beneficios, *Leucaena leucocephala* L. es la especie más utilizada en estos sistemas. Por ejemplo, la producción de leche aumentó 4.90 a 6.35 kg·vaca⁻¹·día⁻¹ cuando se alimentó a vacas Holstein x Cebú con *Cynodon plectotachyus* y *L. leucocephala*, respectivamente (Macedo y Palma, 1998).

Manejo

Ordeño y conservación: El ordeño es el período de mayor vulnerabilidad para la contaminación de la leche por polvos, heces y productos químicos. La falta de higiene de los ordeñadores, el saneamiento inadecuado del equipo de ordeño, y las ubres de las vacas sucias son los principales elementos responsables de la contaminación de la leche, principalmente de origen bacteriano.

Por lo tanto, se requiere la limpieza y desinfección adecuadas previo al ordeño, para reducir las poblaciones bacterianas (Magariños, 2001). Las temperaturas frías son esenciales para la prevención de la multiplicación de microorganismos, para lo cual, se recomienda enfriar la leche a 4 °C dentro de las dos primeras horas posteriores al ordeño. Este acondicionamiento tiene un efecto significativo en la población microbiológica de la leche cruda (Álvarez *et al.*, 2012).

1.2. CONCLUSIONES

En México, el 71 % de la producción de leche es producida por el ganado criado bajo los sistemas especializado (50 %) y semi-especializado (21 %). Sin embargo, debido a su baja sostenibilidad, estos sistemas son altamente susceptibles a desaparecer y podrían afectar dramáticamente la producción nacional de leche. Por esta razón, la mejora en la productividad de la leche de Sistemas de Doble Propósito, que representa el 60 % del inventario ganadero, es un gran desafío para la cadena lechera mexicana.

En condiciones tropicales, las razas puras tienen diversas limitaciones para la producción de leche. Los cruces o razas locales como CLT son prometedores para este propósito. Además, la suplementación de vacas lecheras en pastoreo permite que la producción de leche aumente, sin embargo, dosis más elevadas de concentrados, no garantizan una mayor producción de leche. Los sistemas agrosilvopastoriles son una alternativa que permite aumentar la productividad. Los factores fisiológicos intervienen en menor medida con respecto a otros factores, sin embargo, también deben ser considerados. La higiene durante el ordeño y el almacenamiento en frío son factores importantes para garantizar la calidad microbiológica de la leche.

1.3. LITERATURA CITADA

- Absalón-Medina V., A., C. Nicholson F., R. Blake W., D. Fox G., F. I. Juárez L., E. Canudas L., and B. Rueda M. 2012. Economic analysis of alternative nutritional management of dual-purpose cow herds in central coastal Veracruz, Mexico. *Tropical Animal Health and Production* 44: 1143-1150.
- Aguilar C., Allende R., Ocampos D., y García, F. 2000. Producción de leche en el subtrópico con ganado cruza Holando Cebú: desarrollo y validación de un modelo de simulación. *Archivos de Zootecnia* 49: 457-468.
- Álvarez G., F., J., G., H. Herrera G., Alonso B., y S. Barrera A. 2012. Calidad de la leche cruda en unidades de producción familiar del sur de la Ciudad de México. *Archivos Médicos Veterinarios* 44: 237-242.
- Álvarez H., J., Dicio L., and Pece M. 2006. Effect of pasture allowance and energy supplementation upon dairy cow milk yield. *Ciencia e Investigación Agraria* 2: 81-88.
- Aranguren J., A., González C., Madrid N., y Ríos J. 1994. Comportamiento productivo de vacas mestizas 5/8 Holstein, 5/8 pardo suizo y 5/8 Brahman. *Revista Científica FCV-LUZ* 2: 99-106.
- Bacab H., M., N. Madera B., F. Solorio J., Vera F., y D. Marrufo F. 2013. Los sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala*: una opción para la ganadería tropical. *Avances en Investigación Agropecuaria* 17: 67-81.
- Blowe R., and Edmondson P. 1995. *Mastitis Control and Dairy herds*, ACRIBIA, Zaragoza, España. 265 p.
- Briñez W., E. Valbuena, G. Castro, A. Tovar, y R. Ruiz J. 2008. Algunos parámetros de composición y calidad en leche cruda de vacas doble propósito en el municipio Machiques de Perijá, Estado Zulia, Venezuela. *Revista Científica FCV-LUZ* 18: 607-617.
- Cervantes E., F., A. Villegas G., A. Cesín V., y A. Espinoza O. 2008. *Los Quesos Mexicanos Genuinos, Patrimonio Cultural que debe Rescatarse*, Mundi-Prensa, México. 120 p.
- Córdova I., A., J. Saltijeral O., G. Ariza R., M. Córdoba J., C. Córdoba J., P. Gutiérrez J., y J. Guerra L. 2005. Comportamiento reproductivo de razas bovinas de carne europeas en condiciones de trópico húmedo mexicano. *Revista Electrónica de Veterinaria* 6: 1-5.
- Cox J. 2007. *La Producción Pecuaria Intensiva. Parte del Problema de la Pobreza. Reporte de la Sociedad Mundial para la Protección Animal*. 49 p.
- Cruz L., P., I., A. Hernández G., J. F. Enríquez Q., S. Mendoza P., R. Quero C., y M. Joaquín, T. 2011. Desempeño agronómico de genotipos de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickert en el trópico húmedo de México. *Revista fitotecnia mexicana* 34: 123-131.

- Cu G., D., R., G., S. Molina B., y V. Coca R. 2010. Calidad de la Leche Cruda, In: Universidad Veracruzana - Facultad de Ciencias Agrícolas de Xalapa y S.D.A.R.P.-Gobierno del Estado de Veracruz (eds), 1er Foro sobre Ganadería Lechera de la Zona Alta de Veracruz, http://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/CALIDADDELALECHECRUDA.pdf (Consulta: Enero, 2013).
- Financiera Rural. 2012. Monografía de Bovino Lechero, Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial, Dirección Ejecutiva de Análisis Sectorial. <http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/Monograf%C3%ADaBovinoLechero%28nov12%29.pdf>. (Consulta: Marzo, 2013).
- FIRA. 2001. Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura, Tendencias y Oportunidades del Desarrollo de la Red Leche en México. Boletín informativo, México 35 p.
- Lara C., D., F. Mora S., A. Martínez D., D. García G., S. Omaña M., y S. Gallegos J. 2003. Competitividad y ventajas comparativas de los sistemas de producción de leche en el estado de Jalisco, México. *Agrociencia* 37: 85-94.
- López O., R., R. García C., M. García G., y V. Ramírez R. 2012. Producción de leche de vacas con diferente porcentaje de genes *Bos taurus* en el trópico mexicano. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 47: 435-448.
- Macedo R., y J. Palma M. 1998. Evaluación productiva y económica del manejo de bancos de proteína *Leucaena leucocephala* en Colima, México. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 15: 460-471.
- Magaña J., C., Ríos G., y Martínez J. 2006. Los sistemas de doble propósito y los desafíos en los climas tropicales de México. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 13: 105-114.
- Magariños H. 2000. Producción higiénica de la leche cruda, Producción y Servicios Incorporados S.A. (ed). Guatemala, Guatemala. 135 p.
- Magariños H. 2001. Producción higiénica de la leche cruda, una guía para la pequeña y mediana empresa, Producción y Servicios Incorporados S.A. (ed). Guatemala, Guatemala. 240 p.
- Ochoa G., P. 1991. Mejoramiento Genético del ganado bovino productor de leche. *Ciencia Veterinaria* 5: 67-88.
- Oros N., V., P. Díaz R., J. Vilaboa A., P. Martínez D., y G. Torres H. 2011. Caracterización por grupos tecnológicos de los hatos ganaderos doble propósito en el municipio de las Choapas, Veracruz, México. *Revista Científica FCV-LUZ* 1: 57-63.
- Pérez A., G., y M. Gómez G. 2005. Factores genéticos y ambientales que afectan el comportamiento productivo de un rebaño Pardo Suizo en el trópico. 1. Producción de leche. *Revista Científica FCV-LUZ* 15: 141-147.

- Ponce P. 2009. Composición láctea y sus interrelaciones: expresión genética, nutricional, fisiológica y metabólica de la lactación en las condiciones del trópico. *Revista Salud Animal* 31: 69-76.
- Posadas-Domínguez R., R., C. Arriga J., and F. Martínez C. 2014. Contribution of family labour to the profitability and competitiveness of small-scale dairy production systems in central Mexico. *Tropical Animal Health and Production* 46: 235-240.
- Ramírez G., N., L. Correa G., y J. Echeverry Z. 2011. Efecto del intervalo entre ordeños sobre el recuento de células somáticas en vacas Holstein en condiciones tropicales. *Revista de la Facultad Nacional Agraria de Medellín* 64: 5909-5916.
- Ramírez-Vásquez., N., O. Arroyave H., M. Cerón M., Jaramillo M., Cerón J., and L. Palacio G. 2011. Factors associated to mastitis in cows from the dairy production basin in Northern Highlands of Antioquia, Colombia. *Revista de Medicina Veterinaria* 22: 31-42.
- Rojo-Rubio R., J. Vázquez A., P. Pérez H., G. Mendoza M., A. Salem M., B. Albarrán P., A. González R., J. Hernández M., S. Rebollar R., D. Cardoso J., E. Dorantes C., and J. Gutiérrez C. 2009. Dual purpose cattle production in Mexico. *Tropical Animal Health and Production* 41: 715-721.
- Román-Ponce S., I., F. Ruiz L., H. Montaldo H., Rizzi R., H. Román P., M. Medellín P., y J. Hernández G. 2013. Efectos de cruzamiento para producción de leche y características de crecimiento en bovinos de doble propósito en el trópico húmedo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 4: 405-416.
- Ruiz A., Sagarraga L., Salas J., y Estrella H. 2004. Impacto del TLC en la cadena de valor de bovinos para carne, Informe Técnico. Universidad Autónoma Chapingo, México. 39 p.
- SAGARPA-INIFAP (Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuaria) 2007. Ficha tecnológica 2007 por sistema producto.
- Salamanca C., A., y J. Benítez M. 2012. Producción de leche en vacas mestizas del sistema doble propósito en el municipio de Arauca. *Revista Electrónica de Veterinaria* 13: 1-15.
- Sánchez D., M., A. Boscán L., y F. De Jongh. 1996. Características físico-químicas y sanitarias de la leche del estado de Mérida, Venezuela, I y II. Zonas Altas y Zonas bajas. *Revista Científica FCV-LUZ* 2: 99-116.
- Santellano E., Becerril C., Yu Mei C., Gianola D., Torres G., Ramírez R., Domínguez J., y Rosendo A. 2011. Caracterización de la lactancia y evaluación genética del ganado Criollo Lechero Tropical utilizando un modelo de regresión aleatoria. *Agrociencia* 45: 165-175.
- SIAP-SAGARPA. 2012 (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). Leche de Bovino. <http://www.lechebovino.gob.mx/index.php?portal=lechebovino>. (Consulta: Noviembre, 2012).

- Tinoco-Magaña J., C., C. Aguilar P., R. Delgado L., J. Magaña M., J. Ku V., and J. Herrera C. 2012. Effects of energy supplementation on productivity of dual-purpose cows grazing in a silvopastoral system in the tropics. *Tropical animal health and production* 44: 1073-1078.
- Van Tassel C., P., G., Wiggans R. and D. Norman H. 1999. Method R estimates of heritability for milk, fat, and protein yields of United States dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 82: 2231-2237.
- Vilaboa A., J., P. Díaz P., O. Ruiz R., D. Platas R., M. González S., y F. Juárez L. 2009. Caracterización socioeconómica y tecnológica de los Agroecosistemas con bovinos de doble propósito de la región del Papaloapan, Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 10: 53-62.
- Vite C., C., O. López R., y J. García G. 2007. Producción de leche y comportamiento reproductivo de vacas de doble propósito que consumen forrajes tropicales y concentrados. *Revista Veterinaria México* 38: 63-79.

CAPÍTULO II. TIPIFICACIÓN DE SISTEMAS DE DOBLE PROPÓSITO PARA PRODUCCIÓN DE LECHE EN EL DISTRITO DE DESARROLLO RURAL 008, VERACRUZ, MÉXICO

RESUMEN

Se caracterizaron los sistemas de producción de leche en el Distrito de Desarrollo Rural 008 y se propone una tipología de productores dentro del sistema Doble propósito (DP), para generar información basada en sus características. Se realizó una encuesta, mediante un cuestionario con variables sociales y técnico-productivas en 124 Unidades de Producción (UP). Se encontró que las UP tienen una superficie promedio de 40.2 ± 37.9 ha, se ordeñan 18 ± 17 vacas, con una lactancia de 7.1 ± 1.8 meses. Las UP, son manejadas por el productor, con una edad promedio de 56 ± 12 años y una escolaridad de 5.6 ± 4 años, ubicándose por debajo de la media nacional. El Análisis Cluster permitió identificar cuatro tipos de productores: tradicional de subsistencia, tradicional comercial, semi-tecnificado y tecnificado, que se diferencian por la edad, superficie de la UP, vacas en ordeño, índice tecnológico e ingresos. Los productores tradicionales de subsistencia y comerciales representan el 86 % y presentan una escolaridad de cinco años, edad de 56 años y UP de 27 a 42 ha, con pocas vacas en ordeño (9 a 22 vacas) y bajo índice tecnológico (9.1 y 10.88, respectivamente). Los productores semi-tecnificados y tecnificados representan el 14 % y tienen UP con mayor superficie (85.8 y 104.6 ha en promedio, respectivamente) y más vacas en ordeño (48 y 77 vacas en promedio), además de un índice tecnológico más elevado (12.2 y 16.0), reflejado en mayores ingresos por venta de leche.

Palabras clave: Análisis Cluster, producción de leche, sistema de doble propósito

CLASSIFICATION OF DUAL PURPOSE SYSTEMS OF MILK PRODUCTION IN THE DISTRICT RURAL DEVELOPMENT 008, VERACRUZ, MEXICO

ABSTRACT

The aim of this study was to characterize the milk production systems in the Rural Development District 008 and is proposed a typology of producers within the Dual Purpose system (DP). To obtain information a survey was applied considering social and technical-productive variables in 124 production units (PU). Was found that, the PU has a means area of 40.2 ± 37.9 ha, where are milked 18 ± 17 cows, which have a lactation of 7.1 ± 1.8 months. The PU are managed directly by producers who have an age of 56 ± 12 years and schooling of 5.6 ± 4 years, ranking below the national and state average. Through Cluster analysis were identified four types of producers: Subsistence traditional, Commercial traditional, Semi-technified and Technified, which differ by age, area of PU, milking cows, technological index and income. The subsistence traditional farmers and commercial traditional accounting for 86 % and are characterized by a five years of average schooling, average of 56 years old and small production units (27 to 42 ha), with few milking cows (9 to 22 cows) and low technological index (9.08 and 10.88, respectively). Semi-technified and technified producers account for 14 % and are differentiated for possessing greater surface area in the PU (85.85 and 104.66 ha on average, respectively) and more milking cows (48 and 77 cows on average, respectively), as well that have a higher technological index (12.2 and 16.0 on average, respectively), which is reflected in higher income from milk sales.

Keywords: Cluster analysis, milk production, dual-purpose system

2.1. INTRODUCCIÓN

Los Sistemas de Doble Propósito (DP) pueden ser considerados como ecosistemas modificados por el productor mediante el manejo del componente bovino, a través de un conjunto estructurado de actividades y decisiones sobre el uso de pastizales, información y tecnología, los cuales interactúan interdependientemente en un entorno agroecológico y socioeconómico con el objetivo de producir carne y leche para el consumo humano (Dufumier, 1990); con la finalidad de incrementar sus ingresos, el productor decide orientar su producción a la leche o a la carne según las condiciones del mercado (Urdaneta *et al.*, 2004). El sistema varía en función de las condiciones agroecológicas, la idiosincrasia, la tradición y costumbres, lo que influye incluso en la adopción de tecnología (Stup *et al.*, 2006; Moore y Payne, 2007). La diferenciación se da, gracias a la emergencia de fuerzas de diversificación que surgen de aspectos modificables por el productor y tienden hacia la multiplicidad de actividades. Cuando las fuerzas de diversificación son dominantes, surgen sistemas de producción (SP) heterogéneos en regiones homogéneas (Guevara *et al.*, 1993; Sandoval *et al.*, 2007). En el Estado de Veracruz, la producción de leche se realiza principalmente bajo el sistema DP (Espinosa *et al.*, 2000; Vilaboa *et al.*, 2009), el cual se enfoca a la producción de leche o queso artesanal, becerros de destete y bovinos de desecho para el abasto de carne (Díaz *et al.*, 2011). Veracruz aporta el 6.4 % de la producción nacional de leche (SIAP-SAGARPA, 2013). La zona centro del estado concentra el 41 % de los vientres del inventario estatal (DOF, 2003), con predominio de las razas Holstein, Jersey y Pardo Suizo (Gobierno del Estado de Veracruz, 2005) y genera más del 40 % de la producción estatal (SIAP-SAGARPA, 2013); en esta zona se localiza el Distrito de Desarrollo Rural 008, Cd. Alemán (DDR 008), el cual aporta más del 8 % de la producción de leche en la zona centro (INEGI, 2013). En el DDR 008 las condiciones tecnológicas, socioeconómicas y culturales, bajo las

cuales se obtiene la leche son contrastantes, por lo que se considera que existen diferentes tipologías dentro del sistema DP (Dufumier, 1990). Para analizar estos sistemas, la caracterización y tipificación es un punto de partida de la investigación con enfoque en sistemas (García y Ramírez, 2011). Al tipificar se busca la identificación de grupos en base a las características comunes observadas en la realidad (Bolaños, 1999), a fin de facilitar el análisis de los SP y permitir una interpretación (Guevara *et al.*, 1993) que garantice la planificación de acciones de intervención y fomento (Avilez *et al.*, 2010) y la difusión de políticas de desarrollo y transferencia de tecnología (Carrillo *et al.*, 2011), de tal forma que las acciones se focalicen, haciendo uso eficiente de los recursos (Hernández *et al.*, 2013). Por lo tanto, los objetivos de este estudio fueron: 1) caracterizar los sistemas de producción de leche en el DDR 008 y 2) establecer una tipología de productores dentro del sistema DP, con la finalidad de generar información útil para el desarrollo de políticas de fomento focalizadas.

2.2. MATERIALES Y MÉTODOS

Población de estudio

El estudio se realizó en el DDR 008 ubicado entre los paralelos 18° 11´ a 18° 45´ latitud Norte y los meridianos 95° 09´ a 96° 37´ longitud Oeste, en la zona centro del estado de Veracruz. El DDR se compone por 12 municipios (Red Comunitaria Vasconcelos, 2009) de los cuales se incluyeron: Tierra Blanca, Tres Valles, Carlos A. Carrillo, Chacaltianguis, Cosamaloapan, Acula, Ixmatalhuacan y Tlacotalpan, que en conjunto, aportan el 94.6 % de la producción de leche en el DDR 008 (INEGI, 2013).

Selección de la muestra

El tamaño de muestra se determinó en dos fases. En la primera se tomó como marco muestral el número de Unidades de Producción existentes en los ocho municipios (UP= 5,924) y como variable de referencia el número de vientres por unidad de producción (VUP= 45.163, $\sigma^2= 8.0$) (INEGI, 2013) resultando $n= 120$ UP. En la segunda fase se sustituyó VUP por el número de vientres por ha ($Vha^{-1}= 0.94$, $\sigma^2= 1.946$) extraída de los datos obtenidos en la primera fase, resultando $n= 115$ UP. Finalmente, se tuvo acceso a un total de 124 UP.

Elaboración y aplicación del instrumento

Se diseñó y validó un cuestionario semi-estructurado constituido por 49 variables, cuantitativas y cualitativas, dividido en siete secciones: aspectos sociales (4), características de la unidad de producción (5), administración (3), alimentación e insumos (4), enfoque ganadero (15), sanidad (5) y comercialización (13). El cuestionario se aplicó en el periodo enero-agosto de 2013 mediante entrevistas en las Asociaciones Ganaderas Locales (AGL) y visitas directas en las UP, utilizando un muestreo no probabilístico por cuotas, considerando como criterio de estratificación el municipio y seleccionando a los participantes por su disponibilidad de ser entrevistados.

Caracterización general del sistema DP del DDR 008

Las variables cuantitativas fueron analizadas mediante estadística descriptiva utilizando el paquete estadístico STATISTICA V 7 (STATSOFT, 2007). Se seleccionaron las variables con un coeficiente de variación superior al 70 %, para ser utilizadas en la formación de grupos (Ávila

et al., 2000; Sandoval *et al.*, 2007). El índice tecnológico (IT) se construyó asignando un factor de ponderación arbitraria a las siguientes variables: métodos de pastoreo (0-4); tipo de agua utilizada (0-2); especies de pasto mejorado (0-5); suplementación de vacas en ordeño (0-5); sistema de producción (0-3); tipo de ordeño (0-1); uso de oxitocina (0-2); lavado y secado de ubre (0-1); asistencia técnica (0-1); especialización en la producción de leche (0-4).

Obtención de tipologías de productores de leche dentro del sistema DP

Con base en lo propuesto por algunos autores (Pech *et al.*, 2002; Moore y Payne, 2007), se obtuvieron las tipologías de productores utilizando las variables edad (años), arraigo en la zona (años), escolaridad (años), antigüedad en la ganadería (años), superficie (SUP) (ha), vacas en ordeño (VO), litros por vaca ($L \cdot vaca^{-1}$), litros por hectárea ($L \cdot ha^{-1}$), ingreso diario (pesos) e índice tecnológico (IT); mediante un análisis Cluster utilizando el paquete estadístico STATISTICA V 7 (STATSOFT, 2007). Se tomó como referencia la distancia Eucladiana, utilizando el algoritmo de ligamiento completo y diferenciando por el método k-means. Se aplicó un análisis de varianza utilizando el procedimiento de Modelos Lineales Generales (GLM). Para determinar diferencias entre los grupos para cada variable, se manejó la prueba de medias de la mínima diferencia significativa del procedimiento de Fisher's a un nivel de significancia del 5 %, utilizando el software SAS versión 9.3 (SAS, 2009).

2.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización general del sistema DP del DDR 008

De los 124 productores entrevistados, el 91 % fueron hombres (113) y 9 % mujeres (11), coincidiendo con otros estudios en sistemas DP (Díaz *et al.*, 2011) en el estado de Veracruz, México. La edad promedio de los productores fue de 56 años, superior a lo encontrado en el estado de Morelos, México (52 años) (Chalate-Molina *et al.*, 2010) y en Las Choapas, Veracruz (47 años) (Díaz *et al.*, 2011) en Sistemas DP. El arraigo en la zona fue de 50 años en promedio, con una experiencia en la ganadería de 38 años en promedio, superior a lo observado en Las Choapas, Veracruz (Díaz *et al.*, 2011). La escolaridad promedio fue de 5.6 años, situándose por debajo de la media nacional (8.6 años) y estatal (7.7 años). Este resultado es similar a lo observado en el estado de Morelos (6 años) (Chalate-Molina *et al.*, 2010) y superior a lo reportado por Díaz *et al.*, (2011) en Las Choapas, Veracruz (4.7 años). El 71 % de los productores se dedican exclusivamente a la ganadería; mientras un 29 % tiene actividades extra finca, comportamiento recurrente en sistemas de DP (Rivas y Holmann, 2002; Vilaboa *et al.*, 2009).

Las UP presentaron una superficie promedio de 40 ha, similar a las 45 ha reportadas en Las Choapas, Veracruz (Díaz *et al.*, 2011) y superior a las 5 ha reportadas en el Estado de Morelos (Chalate-Molina *et al.*, 2010). El régimen de tenencia de la tierra fue principalmente pequeña propiedad (60.5 %), al igual que en Las Choapas y la región del Papaloapan Veracruz (Vilaboa *et al.*, 2009; Díaz *et al.*, 2011). Las UP son administradas por el productor (90.3 %) y la mano de obra familiar en el 48.4 %, lo cual es característico de los sistemas de DP, tanto en México como en otros países (Páez y Jiménez, 2000; Díaz *et al.*, 2011; Torres-Armas *et al.*, 2011). El 58.9 %

de las UP son dedicadas exclusivamente a la ganadería bovina, el resto, se combinó con la siembra de caña (27.4 %), maíz (8.1 %) y frijol, sorgo, piña y arroz (5.6 %).

El ganado se maneja en pastoreo (91 %), bajo un sistema semi-estabulado y estabulado (7.2 %) o silvopastoril (1.7 %), similar a los sistemas DP de Tabasco y la región de Papaloapan (Espinosa *et al.*, 2000; Vilaboa *et al.*, 2009) y difiriendo del sistema DP del Estado de Morelos, donde predomina el sistema semi-estabulado (Chalate-Molina *et al.*, 2010). La rotación de potreros se realiza en el 95 % de las UP; en potreros con pastos nativos e inducidos, donde predominan las siguientes especies de pastos: Estrella de África (*Cynodon nlemfuensis*) (23.4 %), Chetumal (*Brachiaria humidicola*) (18.2 %), Pangola (*Digitaria eriantha*) (17.3 %), Pará (*Brachiaria mutica*) (11.2 %), Jaragua (*Hyparrhenia rufa*) (10.7 %), Alemán (*Echinochloa polystachya*) (5.3 %), Insurgente (*Brachiaria brizantha*) (4.8 %), entre otros. El 83 % de las UP presentan déficit de forraje en alguna época del año, siendo el 87.5 % afectadas en la época de secas y el 12.5 % en época de lluvias, algunas explotaciones son afectadas en ambas épocas; por lo que la suplementación es una práctica recurrente.

La principal finalidad zootécnica fue la rejejería, (carne y leche) (51 %); el pie de cría (35 %), cría y engorda (11 %) entre otras (3 %). De la rejejería, el 82 % combina equilibradamente leche y carne, un 17 % se orienta más a la producción de leche y el 1 % a la producción de carne, con un patrón racial predominante de la cruce Suizo x Cebú (85 %) y el resto (15 %) son cruces variadas. En promedio se manejan hatos de 63 bovinos, coincidiendo con lo encontrado en un estudio previo (Vilaboa *et al.*, 2009). Del total de bovinos, el 29.3 % son vacas en lactancia, ordeñadas una vez al día (99.2 %), mediante ordeño manual (98.4 %) o rara vez utilizando ordeño mecánico (1.6 %). La eyección de la leche se promueve con el apoyo del becerro (86 %) y en algunos casos se usa oxitocina en la totalidad del hato (9.6 %) o en vacas de difícil ordeño

(4.4 %). La lactancia es de 7.1 meses, con una producción promedio de 4.4 L·vaca⁻¹. Las prácticas higiénicas son deficientes, ya que en un 77 % de las UP, no lavan ni secan los pezones antes del ordeño. La leche se obtiene en cubetas de lámina galvanizada (55.6 %), posteriormente almacenada en tambos de plástico de 200 L (69.4 %), y transportada en estos mismos (75 %).

En el aspecto sanitario, 96 % de los productores participan en la campaña de barrido contra tuberculosis y brucelosis, similar al 89.6 % reportado en un estudio previo (Vilaboa *et al.*, 2009), ya que es un requisito para el acceso a los apoyos gubernamentales. La asistencia técnica es limitada, ya que el 54 % no la recibe, el 30 % la recibe de profesionistas privados, el 13 % de casas comerciales y el 3 % de instituciones públicas. Lo anterior se refleja en una incidencia alta de enfermedades y desconocimiento de las mismas; situación similar se ha reportado en la Cuenca baja del Papaloapan (Vilaboa *et al.*, 2009). La mastitis es la principal enfermedad (65.3 %) reportada, afectando al menos una de las vacas en el 85.5 % de los hatos, y la combatieron aplicando algún antibiótico intramamario (92.7 %) o aislando y vendiendo al animal enfermo (7.3 %).

Los productores venden la leche producida dentro del mismo municipio (64 %), en los municipios circunvecinos y la región (23 %) o el resto del estado (13 %) a un precio promedio de \$ 5.0 pesos (mínimo \$ 3.5 y máximo \$ 7 pesos); el cual, de acuerdo a la percepción de los productores, está determinado por la oferta y la demanda (23 %), por la calidad (13 %), la época del año (7 %), los sólidos (5 %), el precio del queso (3 %), otros factores (4 %), el resto (45 %) desconoce del tema. La venta de leche genera ingresos diarios de \$ 411.49 pesos en promedio; lo que representa el soporte de las actividades diarias de la explotación para el 46.6 % de los productores. El 86 % de los productores no tuvo dificultades para comercializar la leche, mientras que 14 % si encontró alguna dificultad. Un 54 % de los productores dejó de vender

leche en algún momento, debido a la necesidad de autoconsumo (23.8 %), no hubo pariciones (20.9 %), la destinó a producir queso (16.4 %), hubo escasez de pastos (13.4 %), al bajo precio (10.4 %), entre otras situaciones no especificadas (15 %).

La producción de queso artesanal es una práctica común registrada en el 31.5 % de las UP, coincidiendo con lo descrito en otros estudios (Díaz *et al.*, 2011). Los principales indicadores socioeconómicos, técnico-productivos y de comercialización de los productores y sistemas de DP del DDR 008 se resumen en el Cuadro 2.1.

Tipología de productores de leche dentro del sistema DP

Mediante el análisis Cluster se identificaron cuatro tipos de productores (Figura 2.1), los cuales se denominaron: Tradicional de subsistencia (DP1), Tradicional comercial (DP2), Semi-tecnificado (DP3) y Tecnificado (DP4) y se describen en el Cuadro 2.2. El número de tipologías identificadas fue similar a lo encontrado en sistemas DP y otros sistemas de producción en México (Leos-Rodríguez *et al.*, 2008; Hernández *et al.*, 2013), Chile (Smith *et al.*, 2002; Carrillo *et al.*, 2011) y Venezuela (Urdaneta *et al.*, 2004). Otros autores han reportado tres tipos en sistemas DP en México (Vilaboa *et al.*, 2009; Oros *et al.*, 2011), Costa Rica (Solano *et al.*, 2001), Perú (Torres-Armas *et al.*, 2011) y Venezuela (Sandoval *et al.*, 2007); incluso, se han logrado identificar hasta 5 tipos dentro del sistema DP en Morelos, México (Chalate-Molina *et al.*, 2010). Los resultados mostrados a continuación representan el valor promedio para cada tipo de productor.

Cuadro 2.1 Indicadores socioeconómicos, técnico-productivos y de comercialización de productores del DDR 008.

Indicador	Valor*
Edad (años)	56.39 ± 12.84
Escolaridad (años)	5.61 ± 3.99
Arraigo en la zona (años)	50.79 ± 18.27
Antigüedad en la ganadería (años)	37.87 ± 18.19
Superficie UP (Ha)	40.20 ± 37.87
Superficie pastos nativos (Ha)	13.29 ± 16.15
Superficie pastos inducidos (Ha)	22.28 ± 27.94
Número de sementales (N ^o)	1.70 ± 2.30
Número de vacas (N ^o)	29.02 ± 30.85
Bovinos totales (N ^o)	62.88 ± 58.16
Número de vacas en ordeño (N ^o)	18.41 ± 17.56
Carga animal (N ^o de Animales/Ha)	2.20 ± 1.87
Meses en ordeño (meses)	7.14 ± 1.84
Producción de leche (L· vaca ⁻¹)	4.40 ± 1.20
Rendimiento (L· ha ⁻¹)	2.90 ± 2.49
Precio por Litro (\$)	5.04 ± 0.58
Ingreso diario aproximado (\$)	411.49 ± 398.56
Índice Tecnológico	10.10 ± 3.49

*Media ± Desviación estándar.

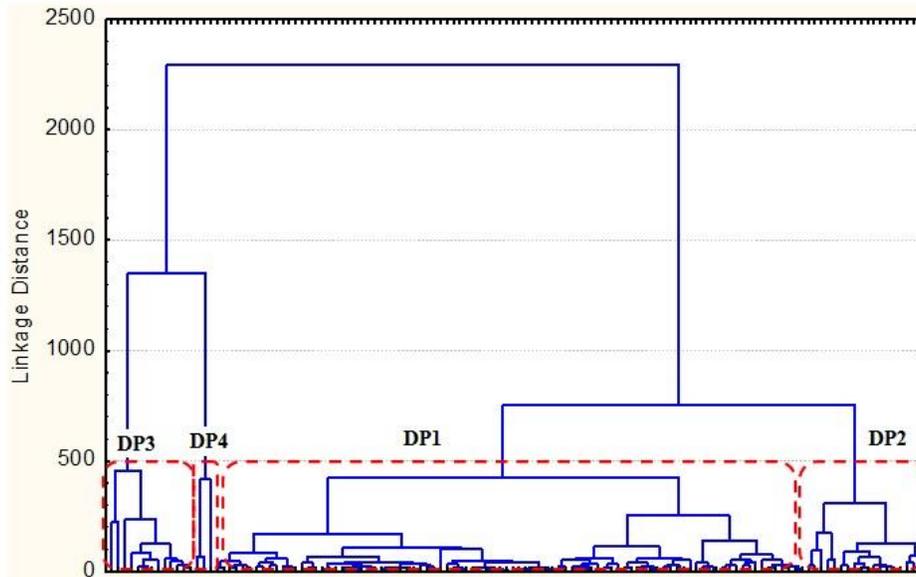


Figura 2.1 Dendrograma de las tipologías de productores de leche en el DDR 008.

Tradicional de subsistencia

Los productores de DP1 representaron el 58.9 %, con edades de 56 años, escolaridad de 5 años y una antigüedad en la ganadería de 35 años. La superficie de las UP fue de 27.6 ha, con 9 vacas en ordeño, una producción de 4 L·vaca⁻¹ y un rendimiento de 2.1 L·ha⁻¹. El nivel tecnológico fue de 9.0 y los ingresos de \$ 183 pesos diarios.

Tradicional comercial

El 27.4 % de los productores se clasificaron como DP2, con una edad de 56 años, 6 años de escolaridad y 42 años de antigüedad en la ganadería. La extensión de las UP fue de 42.7 ha, con 22 vacas en ordeño, una producción de 4.5 L·vaca⁻¹ y un rendimiento de 3.9 L·ha⁻¹. El IT fue de 10.8 y el ingreso de \$481 pesos diarios. Los productores del tipo DP2 exhibieron un número

mayor ($P < 0.05$) de vacas en ordeño e índice tecnológico que los productores DP1, lo cual se reflejó en un mayor rendimiento ($L \cdot ha^{-1}$) e ingreso por la venta de leche ($P < 0.05$).

Semi-tecnificado

Los productores de DP3, conformaron el 11.3 % de la muestra, con una edad promedio de 50 años y escolaridad de 8 años, pudiendo encontrar productores con estudios universitarios. La antigüedad en la ganadería fue de 38 años y la superficie de las UP de 85 ha, con 48 vacas en ordeño, una producción de $4.9 L \cdot vaca^{-1}$, y un rendimiento de $3.9 L \cdot ha^{-1}$. El IT fue de 12.2 y el ingreso diario por venta de leche de \$1,073.92 pesos. La escolaridad, la superficie de las UP y el número de vacas en ordeño fue mayor ($P < 0.05$) en DP3 que en DP1 y DP2. Asimismo DP3 presentó un IT mayor ($P < 0.05$) que DP1 y similar a DP2, lo cual se reflejó en una producción ($L \cdot vaca^{-1}$) y rendimiento ($L \cdot ha^{-1}$) mayor ($P < 0.05$) que DP1 pero similar al de DP2, no obstante, los ingresos por la venta de leche fueron superiores ($P < 0.05$) a los registrados en DP1 y DP2.

Tecnificados

Los productores de DP4, representaron el 2.4 %, con una edad de 75 años, siendo los más longevos ($P < 0.05$). La escolaridad (2 ± 1.7 años) fue similar con DP1 y DP2, debido al limitado número de observaciones, pero menor ($P < 0.05$) que DP3. La antigüedad en la actividad ganadera (57 años) fue similar. La superficie de la UP fue mayor ($P < 0.05$) (104.6 ha) que DP1, DP2 y similares a DP3 y exhibieron un número mayor ($P < 0.05$) de vacas en ordeño (77 vacas) que en DP1, DP2 y DP3. La producción de $5.6 L \cdot vaca^{-1}$ y el rendimiento de $4.04 L \cdot ha^{-1}$, no fue diferente a los otros grupos. El IT (16), fue mayor ($P < 0.05$) que en DP1 y DP2, pero similar que DP3, sin embargo, el ingreso diario aproximado (\$ 2,075.00 pesos) fue superior ($P < 0.05$) al

resto de las tipologías, lo cual concuerda con lo señalado en otros estudios donde se observó que los productores con mayor superficie y más longevos consiguieron mayores ingresos (Díaz *et al.*, 2011; Hernández *et al.*, 2013). Algunas características destacadas de DP4 fueron las UP con mayor superficie, el mayor número de vacas en ordeño y el IT más elevado, las cuales se expresaron en un ingreso mayor a los otros grupos, además, al ser el grupo más longevo y con mayor experiencia, tienden a manejar mejor sus UP. Con base en lo anterior, se observó que el incremento en el tamaño de las UP, el número de vacas en ordeño y el IT, a pesar de no impactar significativamente en la producción ($L \cdot vaca^{-1}$) y el rendimiento ($L \cdot ha^{-1}$), si tiene un efecto positivo y significativo ($P < 0.05$) sobre el ingreso registrado por la venta de leche. Un hallazgo de este estudio, fue que el incremento en los ingresos, está más relacionado con el incremento en la superficie y número de vacas, que con incrementos en la productividad por animal y superficie.

Respecto a la distribución de la tipología en los municipios estudiados, en Tierra Blanca el 81 % de los productores fueron tradicionales de subsistencia y tradicionales comerciales, el 13.8 % semi-tecnificados y el 5.2 % tecnificados, siendo en este municipio donde concurrieron las cuatro tipologías, esto debido a la predominancia en la actividad ganadera. En Acula, Carlos A. Carrillo y Chacaltianguis, están representados tres tipos de productores, con excepción del productor tecnificado; mientras que en los municipios de Ixmatalahuacan, Tres Valles, Tlacotalpan y Cosamaloapan, el 100 % de los productores fueron tradicionales de subsistencia y tradicionales comerciales. El número de productores por municipio y tipología se presenta en el Cuadro 2.3.

Cuadro 2.2 Principales variables por tipo de productor de leche dentro del sistema doble propósito.

Variable\Grupo	DP1*	DP2*	DP3*	DP4*
Edad (años)	56.65 ± 12.15 ^a	56.52 ± 13.28 ^a	50.64 ± 12.69 ^a	75.33 ± 10.01 ^b
Escolaridad (años)	4.97 ± 3.68 ^a	5.58 ± 4.19 ^a	8.42 ± 4.78 ^b	2.00 ± 1.73 ^a
Antigüedad (años)	34.86 ± 18.27 ^a	42.32 ± 18.51 ^a	38.64 ± 12.62 ^a	57.00 ± 20.66 ^a
Superficie UP (Ha)	27.60 ± 17.05 ^a	42.76 ± 32.59 ^b	85.85 ± 71.12 ^c	104.66 ± 24.33 ^c
Vacas en ordeño (N°)	9.32 ± 4.21 ^a	22.67 ± 8.77 ^b	48.21 ± 16.24 ^c	76.66 ± 20.81 ^d
Producción (L vaca ⁻¹)	4.14 ± 1.23 ^a	4.51 ± 1.08 ^{ab}	4.89 ± 0.80 ^b	5.57 ± 2.00 ^b
Rendimiento (L ha ⁻¹)	2.12 ± 2.04 ^a	3.98 ± 3.01 ^b	3.86 ± 2.13 ^{ab}	4.04 ± 1.08 ^{ab}
Ingreso (\$)	183.59 ± 72.84 ^a	481.26 ± 103.62 ^b	1073.92 ± 150.46 ^c	2075.00 ± 230.16 ^d
Índice Tecnológico	9.08 ± 3.16 ^a	10.88 ± 3.59 ^b	12.21 ± 2.08 ^{bc}	16.00 ± 4.00 ^c

*Media ± Desviación estándar. Valores con diferentes letras dentro de la misma fila representan diferencias significativas (P < 0.05).

Cuadro 2.3 Número de productores por municipio y tipo de productor identificado en el DDR 008.

Municipio\Tipo de productor	Tradicional de subsistencia DP1		Tradicional comercial DP2		Semi-tecnificado DP3		Tecnificado DP4		Total	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
	Acula	1	25.0	1	25.0	2	50.0	0	0.0	4
Carlos A. Carrillo	6	60.0	3	30.0	1	10.0	0	0.0	10	8.1
Chacaltianguis	15	78.9	1	5.3	3	15.8	0	0.0	19	15.3
Cosamaloapan	6	75.0	2	25.0	0	0.0	0	0.0	8	6.5
Ixmatalhuacan	4	66.7	2	33.3	0	0.0	0	0.0	6	4.8
Tierra Blanca	25	43.1	22	37.9	8	13.8	3	5.2	58	46.8
Tlacotalpan	9	81.8	2	18.2	0	0.0	0	0.0	11	8.9
Tres Valles	7	87.5	1	12.5	0	0.0	0	0.0	8	6.5
	73	58.9	34	27.4	14	11.3	3	2.4	124	100

2.4. CONCLUSIONES

Dentro del sistema DP en el DDR 008 se observaron condiciones contrastantes basadas en aspectos socioculturales, tecnológicos y productivos, además se evidenciaron limitantes estructurales, que determinaron estructura y dinámica de los sistemas de producción, ya que más del 80 % de los productores se caracterizaron como tradicionales, con bajo nivel tecnológico, siendo necesario fomentar el uso de tecnología para mejorar los índices productivos de los sistemas de DP y los ingresos de los productores. La información obtenida en este estudio, se espera sea de utilidad para la planificación de futuras intervenciones y la implementación de políticas de desarrollo focalizadas por tipo de productor.

2.5. LITERATURA CITADA

- Ávila L., Muños M. y Rivera B. 2000. Tipificación de los sistemas de producción agropecuaria en la zona de influencia del programa UNIR (CALDAS). Universidad de Caldas, Departamento de sistemas de producción, Programa UNIR. Colombia, 150 p.
- Avilez J., P., G. Escobar P., K. Von-Fabeck., Villagran F., García R., Matamoros A., y García M. 2010. Caracterización productiva de explotaciones lecheras empleando metodología de análisis multivariado. *Revista Científica FCV-LUZ* 20: 74 – 80.
- Bolaños O. 1999. Caracterización y tipificación de organizaciones de productores y productoras. XI Congreso Nacional Agronómico / I Congreso Nacional de Extensión. San José Costa Rica. 7: 19-23.
- Carrillo L., B., V. Moreira L., y V. González J. 2011. Caracterización y tipificación de sistemas productivos de leche en la zona centro-sur de Chile: un análisis multivariable. *IDESIA (Chile)*. 29: 71-81.
- Chalate M., H., F. Gallardo L., P. Pérez H., F. Lango P., J. Ortega E., y J. Vilaboa A. 2010. Características del sistema de producción bovinos de doble propósito en el Estado de Morelos. México. *Zootecnia Tropical* 28: 329-339.
- Díaz R., P., V. Oros N., J. Vilaboa A., P. Martínez D., y G. Torres H. 2011. Dinámica del desarrollo de la ganadería doble propósito en las Choapas, Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 14: 191–199.

- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2003. Secretaría de agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. Acuerdo por el que se determina la regionalización ganadera del Estado de Veracruz. México. 10/21.
- Dufumier M. 1990. La importancia de la tipología de las unidades de producción agrícolas en el análisis diagnóstico de realidades agrarias. In: Escobar y Berdegú (Eds) Tipificación de los Sistemas de Producción Agrícola. Red Internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de Producción (RIMISP), Santiago de Chile, 68-81.
- Espinosa J., Matus J., M. Martínez A., Santiago M., Román H., y Bucio L. 2000. Análisis económico de la tecnología bovina de doble propósito en Tabasco y Veracruz. *Agrociencia* 5: 651-661.
- García Q., I., I., y L., M. Ramírez N. 2011. Tipificación de sistemas de producción ganadera del Municipio de Bolívar, Valle del Cauca, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal* 4: 107-113.
- Gobierno del Estado De Veracruz. 2005. Programa veracruzano de Agricultura, Ganadería, Forestal, Pesca y Alimentación 2005-2010. SEDARPA, Veracruz, México 16 p.
- Guevara J., C., A. Páez J., y O. Estévez R. 1993. Caracterización económica de los principales sistemas de producción ganadera en el árido mendocino. *Multequina* 2: 259-273.
- Hernández M., P., G. Estrada F., N. Avilés F., F. Yong A., A. López G., D. Solís M., y O. Castelán A. 2013. Tipificación de los sistemas campesinos de producción de leche del sur del estado de México. *Universidad y Ciencia Trópico Húmedo* 29: 19-31.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2013. Cría y explotación de animales en Veracruz de Ignacio de la Llave. Censo Agropecuario 2007.
- Leos-Rodríguez J., A., J. Serrano P., P. Salas G., P. Ramírez M., y M. Sagarnaga V. 2008. Caracterización de ganaderos y unidades de producción Pecuaria beneficiarios del programa de estímulos a la Productividad ganadera (PROGRAM) en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* 5: 213-230.
- Moore D., and Payne M. 2007. An Evaluation of Dairy Producer Emergency Preparedness and Farm Security Education. *Journal of Dairy Science* 90: 2052-2057.
- Oros, N., V., P. Díaz R., J. Vilaboa A., P. Martínez D., y H. Torres G. 2011. Caracterización por grupos tecnológicos de los hatos ganaderos doble propósito en el municipio de Las Choapas, Veracruz, México. *Revista Científica FCV-LUZ* 21: 57-63.
- Páez L., A., y Jiménez M. 2000. Caracterización estructural y tipologías de fincas de ganadería de doble propósito en la microregión Acequia-Socopo del Estado Barinas. *Zootecnia Tropical* 18: 177-196.

- Pech V., Santos J., y Montes R. 2002. Función de producción de la Ganadería de Doble Propósito en la Zona Oriente del Estado de Yucatán, México. *Técnica Pecuaria en México* 40:187-192.
- Red Comunitaria Vasconcelos. 2009. Manual por regiones, Distrito de Desarrollo Rural 08 Cd. Alemán. Departamento de Gestión Educativa. Xalapa, Veracruz, México. 1-63 pp.
- Rivas L., y Holmann F. 2002. Sistemas de doble propósito y su viabilidad en el contexto de los pequeños y medianos productores en América latina tropical. In: UNAM (Ed). Curso y Simposium Internacional. Actualización en el manejo de ganado bovino de doble propósito. Martínez de la Torre, Veracruz. México. pp. 13-53.
- Sandoval E., Morales G., Jiménez D., A. Pino L., Urdaneta J., y Araque P. 2007. Caracterización de las diferentes modalidades de producción del sistema de ganadería bovina de doble propósito del Municipio José Antonio Páez del Estado Yaracuy, Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 24: 501-521.
- SAS Institute Inc. SAS/STAT® 9.2. User's Guide, Second Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2009.
- SIAP-SAGARPA (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera-Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación). 2013.
- Smith R., R., L. Moreira V., y L. Latrille L. 2002. Caracterización de sistemas productivos lecheros en La X región de Chile mediante análisis multivariable. *Revista Agricultura Técnica* 62: 375-395.
- Solano C., León H., Pérez E., and Herrero M. 2001. Characterising objective profiles of Costa Rican dairy farmers. *Agricultural Systems* 67: 153-179.
- STATSOFT INC. STATISTICA. 2007. (Data analysis software system) version 7.0. www.statsoft.com.
- Stup R., E., Hyde J., and A. Holden L. 2006. Relationships between selected human resource management practices and dairy farm performance. *Journal of Dairy Science* 89: 1116-1120.
- Torres-Armas E.,A., O. Gamarra T., y P. Huayama S. 2011. Análisis factorial de las características socioeconómicas del ganadero de las cuencas lecheras de la región Amazonas. *Revista ECIPERU* 8: 92-98.
- Urdaneta F., Materán M., M. Peña E., Casanova A. 2004. Tipificación tecnológica del sistema de producción Con ganadería bovina de doble propósito (*Bos Taurus* x *Bos Indicus*). *Revista Científica FCV-LUZ* 14: 254-262.
- Vilaboa A., J., P. Díaz R., O. Ruiz R., D. Platas R., S. González M., y F. Juárez L. 2009. Caracterización socioeconómica y tecnológica de los Agroecosistemas con bovinos de doble propósito de la Región del Papaloapan, Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystem*. 10: 53-62.

CAPÍTULO III. CALIDAD DE LA LECHE Y ASOCIACIÓN CON PRÁCTICAS DE MANEJO EN SISTEMAS DE DOBLE PROPÓSITO

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica de 102 muestras de leche cruda en la cuenca del Papaloapan y el efecto de algunas prácticas de manejo sobre la producción y calidad de la misma. El 65 % de las muestras presentó un contenido bajo de proteína (< 32 g/L), lactosa (< 43 g/L) y sólidos no grasos (< 83 g/L) relacionado con valores elevados de crioscopia (> -0.520 °C) y bajos de densidad (< 1029 g/L) que sugieren pobre alimentación o prácticas de adulteración. El 28 % de las muestras presentó valores fuera de norma (NMX-F-700-COFOCALEC-2004) para coliformes totales. El análisis de varianza reveló que las prácticas de manejo asociadas con el contenido de sólidos ($P < 0.05$) fueron la suplementación, la raza y el uso de oxitocina; mientras que el tipo de ordeño y el sistema de producción se asociaron con los conteos microbianos. El productor de leche debe considerar esta información para la toma de decisiones enfocada a mejorar la calidad de la leche.

Palabras clave: Composición, análisis fisicoquímico, análisis microbiológico, leche cruda.

MILK QUALITY AND ASSOCIATION WITH MANAGEMENT PRACTICES IN DUAL-PURPOSE SYSTEMS

ABSTRACT

The aims of this study was to evaluate the physicochemical and microbiological quality of 102 raw milk samples in the Papaloapan basin and the effect of some management practices on yield and quality of milk. Low protein content ($< 32 \text{ g / L}$), lactose ($< 43 \text{ g / L}$) and non-fat solids ($< 83 \text{ g / L}$) in 65 % of the samples was observed, and was associated with elevated cryoscopy ($> -0520 \text{ }^\circ \text{C}$) and low density ($< 1029 \text{ g / L}$) suggesting poor feeding or adulteration practices. 28 % of the samples had values outside official standard (NMX-F-700-COFOCALEC-2004) for total coliforms. Management practices associated with the solids content ($P < 0.05$) were supplementation, breed and the use of oxytocin, while milking type and production system were associated with microbial counts. The milk producers must take into consideration the information found in this study, for decision-making focused on improving milk quality.

Key words: Composition, microbiological analysis, physicochemical analysis, raw milk.

3.1. INTRODUCCIÓN

La producción de leche en las zonas tropicales de México se lleva a cabo bajo el sistema de doble propósito (DP) el cual es importante por el alto número de cabezas registrado que corresponde al 62 % del hato nacional (Vilaboa *et al.*, 2009), y por el aporte mayor al 18 % a la producción nacional de leche (Monforte *et al.*, 2006). La producción de leche en el estado de Veracruz se lleva a cabo principalmente bajo el sistema de DP, el cual se caracteriza por su rusticidad y tecnología contrastante (Vilaboa *et al.*, 2009), lo cual en conjunto con factores extrínsecos e intrínsecos influyen en la calidad de la leche (Yang *et al.*, 2013).

La calidad de la leche se basa en sus características fisicoquímicas y microbiológicas. La calidad fisicoquímica considera el contenido de sólidos, como grasa, proteínas, lactosa y sólidos no grasos, además de propiedades físicas como densidad y crioscopía (NOM-155-SCFI-2011). La calidad microbiológica considera la carga microbiana estimada a través del conteo total bacteriano, que refleja las condiciones higiénicas de manipulación, el conteo de coliformes totales como un indicador de la salud de la ubre (Afif *et al.*, 2008) y la acidez titulable que es una medida indirecta de la carga microbiana (Briñez *et al.*, 2008). La necesidad de conocer la calidad fisicoquímica de la leche producida en el Distrito de Desarrollo Rural 008, Cd. Alemán, Veracruz, México (DDR 008) radica en la importancia económica de la leche, tanto para los productores primarios como para los productores de queso. Además, el aspecto microbiológico cobra relevancia, pues al ser la leche una fuente de nutrientes, es un medio propicio para el desarrollo de bacterias (Claeys *et al.*, 2013), además la práctica de su consumo en crudo y producción de queso con leche no pasteurizada en el DDR 008 y sus alrededores es recurrente (Cervantes *et al.*, 2008).

Actualmente no existe información relacionada con la calidad de la leche producida y los factores asociados a las prácticas de manejo que afectan dicha calidad en el DDR 008. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche a nivel de finca con base en las Normas Oficiales Mexicanas y asociar dicha calidad a las prácticas de manejo del hato en las Unidades de Producción en sistemas de DP en el DDR 008.

3.2. MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo de leche

Se tomaron un total de 102 muestras de leche de diferentes Unidades de Producción (UP) de los municipios de: Tierra Blanca, Tres Valles, Carlos A. Carrillo, Chacaltianguis, Cosamaloapan, Acula, Ixmattlahuacan y Tlacotalpan, pertenecientes al DDR 008 ubicado entre los paralelos $18^{\circ} 11'$ a $18^{\circ} 45'$ latitud Norte y los meridianos $95^{\circ} 09'$ a $96^{\circ} 37'$ longitud Oeste del meridiano de Greenwich. Las muestras se tomaron de los tanques de acopio en un periodo de tiempo de 60 ± 10 minutos después del ordeño y se trasladaron en una hielera de poliestireno a una temperatura de $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ para su análisis al Instituto Tecnológico de Tuxtepec, en un lapso de tiempo de 4 ± 1 hora.

Calidad fisicoquímica

Se evaluó el contenido de grasa (GR), proteína (PR), lactosa (LA), sólidos no grasos (SNG), densidad (DE) y crioscopía (CR) usando un analizador por ultrasonido Lactoscan S (Milkotronic Ltd., 4 Narodni Buditeli Str. 8900 Nova Zagora Bulgaria) calibrado y validado, contrastando los

resultados con las determinaciones realizadas de acuerdo con la AOAC (1995) con un error promedio en ambos menor de 0.025 %.

Calidad microbiológica

Para el análisis microbiológico se tomaron muestras de 10 mL de leche en 90 mL de una solución estéril de peptona y se colocaron en un homogeneizador Stomacher® modelo 400 Circulator (Seward Limited, UK) por un minuto a velocidad normal (NORM = 265 rpm). Se prepararon diluciones 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} y 10^{-4} . Se evaluó el conteo Total Bacteriano (CTB) (método 986.33; AOAC 1995) y conteo de coliformes totales (CCT) (método 991.14; AOAC 1995). Los valores se transformaron a escala de \log_{10} (Pantoja *et al.*, 2009) para ser usados en análisis posteriores. Se midió la acidez titulable (AT) reportada como el valor promedio en gramos de ácido láctico por litro de leche (g/L) (NOM-155-SCFI-2011).

Estudio de las UP

En cada UP se aplicó un cuestionario para conocer las prácticas de manejo del hato y obtener información sobre los factores: sistema de producción (SP), raza predominante (RAZ), tipo de ordeño (ORD), suplementación (SPM), uso de oxitocina (OXI) y producción ($L \cdot vaca^{-1}$) (PROD).

Análisis estadístico

Se realizó un análisis univariado (PROC UNIVARIATE, PROC FREQ y PROC MEANS) para describir los factores involucrados en las prácticas de manejo y la calidad de la leche. Se aplicó un análisis Cluster manejando el algoritmo de ligamiento completo y diferenciando por el

método k-means para clasificar las leches con base las variables PR, LA, SNG, DE y CR. Las diferencias entre los grupos obtenidos del análisis Cluster se establecieron mediante un análisis de varianza utilizando la prueba de la mínima diferencia significativa del procedimiento de Fisher's (PROC MEANS) a un nivel de significancia del 5 %. Se determinó la correlación entre algunas variables cuantitativas de interés mediante el coeficiente de correlación de Pearson (PROC CORR). Se efectuaron análisis de varianza ANDEVA (PROC GLM) a una y dos vías para determinar el efecto de SP, RAZ, ORD, SPM, OXI sobre la PROD y la calidad. Para los análisis se usó el paquete estadístico SAS versión 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

3.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Prácticas de manejo del hato

En las UP las cruza predominantes fueron: Suizo x Cebú (SC) (61 %), Holstein x Cebú (HC) (9.4 %), Cebú (CE) (7.8 %) y cruza no definida (ND) (22 %). El hato se manejó en pastoreo (PAS) (87.5 %) y semi-estabulado (SES) (12.5 %). El ordeño fue manual (MAN) (94 %) y con menor frecuencia mecánico (MEC) (6 %). La SPM con alimento balanceado comercial se practicó en el 20.5 % de los casos. La eyección de la leche se promovió con el apoyo del becerro (sin oxitocina) (NO) (47 %), mediante el uso parcial (PAR) de oxitocina, sólo en vacas de difícil ordeño (30 %) y aplicando a todo el hato lechero (TOT) (23 %). El hato de ordeño fue de 34 vacas en promedio, con una PROD de 4.95 (\pm 1.15) L·vaca⁻¹. Las características observadas son consistentes con otros sistemas DP en cuanto a la cruza predominante (Oros *et al.*, 2011). Esta cruza es característica en sistemas de DP, no solo en México si no en el trópico latinoamericano y se efectúa con el objetivo de obtener niveles de producción aceptables, con animales resistentes

a las condiciones tropicales (Briñez *et al.*, 2008). El SP de pastoreo difiere con lo señalado por Chalate-Molina *et al.* (2010), quienes observaron un sistema semi-estabulado predominante en los sistemas de DP en el estado de Morelos, lo cual se debe a que en dicho Estado la disponibilidad de tierras es menor que en la zona de estudio del presente trabajo, por lo que los productores recurren a estrategias para producir en espacios reducidos. Finalmente la SPM es una práctica poco recurrente en los sistemas de DP debido a que los productores buscan mantener sus costos de producción bajos (Oros *et al.*, 2011).

Calidad fisicoquímica

El contenido de GR en la leche fue de 34.8 ± 7.8 g/L, cumpliendo con los estándares nacionales (NOM-155-SCFI-2011) e internacionales (Draaiyer *et al.*, 2009). Valores similares (32.6 – 34.5 g/L) se observaron en estudios en zonas tropicales (Bernal *et al.*, 2007) y se relacionan con el patrón racial manejado en los sistemas de DP (Calderón *et al.*, 2006). El contenido de PR fue de 29.5 ± 0.9 g/L, menor a lo establecido en la norma mexicana (NOM-155-SCFI-2011), pero dentro de los límites de las normas internacionales (Draaiyer *et al.*, 2009). El contenido de LA (41.9 g/L) también se ubicó por debajo de los intervalos normativos nacionales e internacionales como se establece en el Cuadro 3.1. En conjunto estos valores de PR y LA ocasionaron valores bajos de SNG (79.2 g/L) y DE (1027.46 g/L) lo que confirma la correlación observada en el Cuadro 3.2. El contenido de PR fue inferior a lo observado en otros estudios en sistemas de DP, donde se reportan intervalos entre 30.7 y 36.6 g/L (Calderón *et al.*, 2006; Bernal *et al.*, 2007; Briñez *et al.*, 2008). El contenido de LA también fue menor al intervalo de 45.3 – 49.9 g/L reportado en otros estudios (Calderón *et al.*, 2006; Bernal *et al.*, 2007). De igual manera el contenido de SNG estuvo por debajo de lo reportado por Calderón *et al.* (2006) (92.3 g/L).

Cuadro 3.1 Calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche.

Variable	Valor observado	Valor observado	Referencia	
	promedio	mínimo - máximo	Nacional	Internacional
Grasa (g/L)	34.8 ± 7.8	14.2 – 51.4	32 mínimo †	32 - 55 [¤]
Densidad (g/L)	1027.45 ± 0.90	1025.2 – 1030.5	1029 mínimo †	1032 [¤]
Sólidos no grasos (g/L)	79.2 ± 2.5	73.4 – 87.0	83 mínimo †	82 - 100 [¤]
Proteína (g/L)	29.5 ± 0.9	27.3 – 32.2	31 mínimo †	26 - 36 [¤]
Lactosa (g/L)	41.9 ± 1.3	38.8 – 45.0	43 – 50 †	46 – 50 [¤]
Crioscopía (°C)	-0.490 ± 0.02	-0.538 – -0.451	-0.530 - -0.560 †	-0.512 - -0.550 [¤]
Acidez titulable (g/L)	1.32 ± 0.17	0.67 – 1.75	1.3 – 1.6 †	1.4 – 1.8 [¤]
Conteo Total Bacteriano (UFC/mL)	1.1 × 10 ⁴ ± 0.9 × 10 ⁴	6.5 × 10 ² – 6.6 × 10 ⁴	< 1.0 × 10 ⁵ †	< 1.0 × 10 ⁵ ¶
Conteo Coliformes Totales (UFC/mL)	5.8 × 10 ² ± 1.8 × 10 ²	1.0 × 10 ² – 2.4 × 10 ⁴	< 7.5 × 10 ² §	< 7.5 × 10 ² ¶

† NOM-155-SCFI-2003, ¶ Calderón *et al.* (2006), § NMX-F-700-COFOCALEC-2004, ¤ Draaiyer *et al.* (2009). Los resultados representan el promedio de tres determinaciones ± desviación estándar.

Cuadro 3.2 Coeficientes de correlación de Pearson entre variables fisicoquímicas.

Variable	Proteína	Lactosa	Sólidos no grasos	Crioscopía	Producción	Densidad
Grasa	0.13	0.07	0.12	-0.37**	-0.39**	-0.20
Proteína		0.99**	0.99**	-0.96**	-0.36**	0.93**
Lactosa			0.99**	0.95**	-0.33**	0.95**
Sólidos no grasos				-0.96**	-0.35**	0.94**
Crioscopía					0.42**	-0.82**
Producción						-0.21

*Significativo (P < 0.05); ** altamente significativo (P < 0.01).

Los sólidos de la leche disminuyen por efecto de dilución (Sraïri *et al.*, 2009) causado por el nivel productivo originado por la adición del componente *Bos taurus* (De Marchi *et al.*, 2008) presente en el 92 % del hato estudiado. Sin embargo, el bajo contenido de sólidos encontrado revela una pobre alimentación o posibles prácticas de adulteración mediante la adición de agua a la leche, lo cual se corroboró con los valores de CR y DE observados (-0.490 °C y 1027.45 g/L, respectivamente). Al respecto Calderón *et al.* (2006) señalaron que las leches con valores de CR superiores a -0.530 °C y DE menor a 1028 g/L se consideran sospechosas de adición acuosa. Este tipo de adulteración es muy común y su finalidad es incrementar el volumen de leche para generar una mayor ganancia, sin embargo, esta práctica poco ética tiene serias repercusiones, ya que afecta económicamente a la industria transformadora además de generar riesgos a la salud (Das *et al.*, 2011).

Mediante el análisis Cluster fue posible diferenciar cuatro grupos con base en variables tales como, PR, LA, SNG, DE y CR como se observa en la Figura 3.1. Se observaron diferencias (P <

0.05) entre los cuatro grupos para todas las variables. El grupo A, que representó el 35 %, presentó valores para PR (31.0 g/L), LA (44.3 g/L), SNG (82.4 g/L), DE (1029.6 g/L) y CR (-0.520 °C), que cumplieron con los valores normativos mínimos. Los tres grupos restantes (B, C y D), representaron el 65 %, con valores de PR, LA, SNG, DE y CR inferiores a los normativos, como están especificados en el Cuadro 3.3.

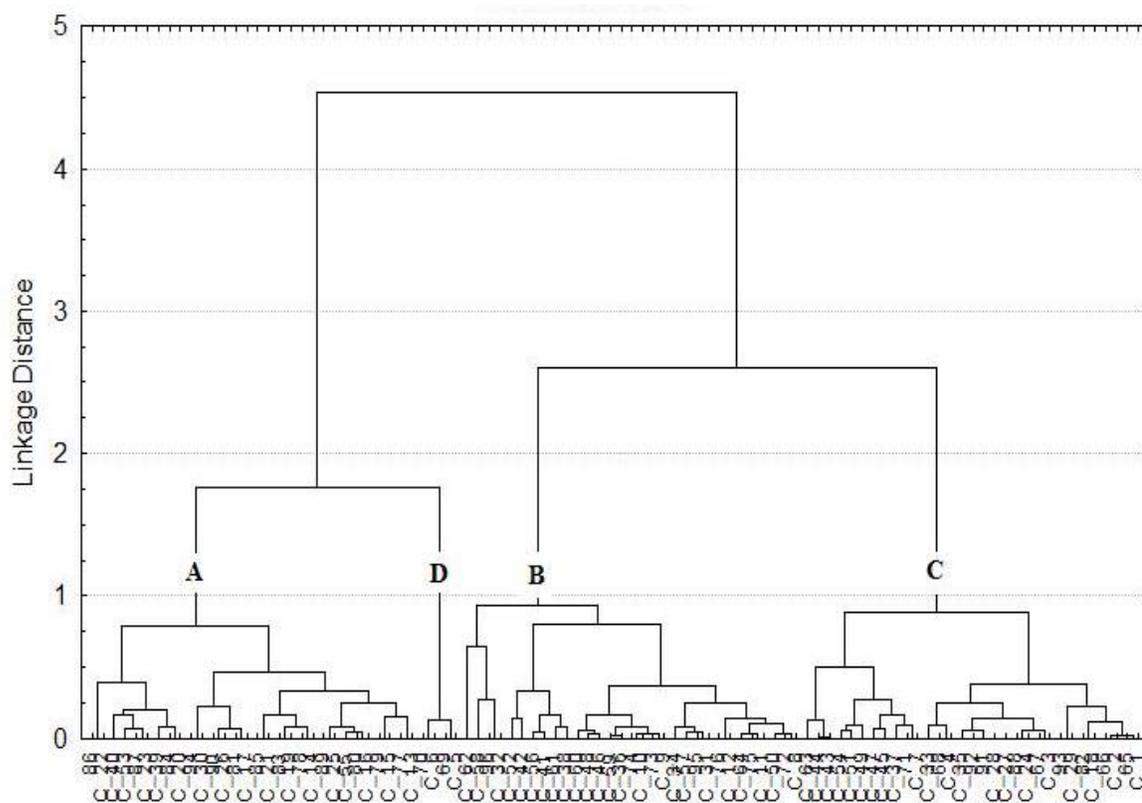


Figura 3.1 Formación de grupos de leches con base en sus propiedades fisicoquímicas.

Cuadro 3.3 Descripción de los grupos de leche formados con base en sus propiedades fisicoquímicas.

Variable	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
Proteína (g/L)	31.0 ± 1.20 ^d	29.3 ± 0.30 ^c	28.5 ± 0.50 ^b	27.73 ± 0.07 ^a
Lactosa (g/L)	44.3 ± 0.61 ^d	41.7 ± 0.51 ^c	40.5 ± 0.60 ^b	38.8 ± 0.01 ^a
Sólidos no grasos (g/L)	82.4 ± 1.20 ^d	78.9 ± 1.01 ^c	76.7 ± 1.32 ^b	73.5 ± 0.21 ^a
Densidad (g/L)	1029.2 ± 0.40 ^d	1027.34 ± 0.23 ^c	1026.46 ± 0.19 ^b	1025.26 ± 0.09 ^a
Crioscopía (°C)	-0.529 ± 0.12 ^d	-0.499 ± 0.10 ^c	-0.479 ± 0.01 ^b	-0.458 ± 0.01 ^a
Proporción (%)	35	32	30	3

Valores con diferentes superíndices dentro de la misma fila presentan diferencias significativas (P < 0.05).

Calidad microbiológica

El CTB fue de 1.08×10^4 UFC/mL, cumpliendo con los valores normativos (Chandan y Kilara, 2010; NMX-F-700-COFOCALEC-2012) (Cuadro 3.1). Los valores son similares a los observados en otros estudios y sugieren buenas prácticas higiénicas durante el ordeño (D'Amico y Donnelly, 2010). El valor medio de CCT fue de 5.80×10^2 UFC/mL presentado en el Cuadro 3.1 que están dentro de los límites de las normas mexicanas e internacionales. Sin embargo, únicamente el 72 % de las muestras cumplió con el límite fijado por la legislación americana (Calderón *et al.*, 2006). El 28 % restante estuvo fuera de la norma al mostrar valores mayores a 7.5×10^2 UFC/mL, lo cual refleja fallas en el manejo post ordeño y en la eliminación de leche o agua residual de los depósitos (Pantoja *et al.*, 2009). El valor promedio de AT cumplió con la norma nacional, pero no con la norma internacional (Cuadro 3.1). Los valores de AT fuera de la norma pueden deberse a una carga alta de bacterias termófilas comunes de las zonas tropicales las cuales provocan una mala calidad microbiológica de la leche que llega al consumidor o a la industria transformadora (Wouters *et al.*, 2002). La AT se correlacionó con Log CTB ($r = 0.81$; P

< 0.001) y Log CCT ($r = 0,45$; $P < 0.001$) como se establece en el Cuadro 3.4, representando una medida indirecta de la calidad microbiológica de la leche (Briñez *et al.*, 2003). De manera general, la calidad microbiológica de la leche analizada garantiza un proceso de pasteurización eficiente (Pantoja *et al.*, 2009) pero no avala la inocuidad de la leche cruda y sus derivados (Claeys *et al.*, 2013).

Cuadro 3.4 Coeficientes de correlación de Pearson entre variables microbiológicas de leche.

Variable	Log CCT	Acidez titulable
Log CTB	0.70**	0.81**
Log CCT		0.45**

*Significativo ($P < 0.05$); ** altamente significativo ($P < 0.01$).

Asociación entre variables de calidad y prácticas de manejo

Los resultados del ANDEVA mostraron que en las UP donde predominó la craza HC, se observó una mayor PROD ($6.71 \pm 1.29 \text{ L} \cdot \text{vaca}^{-1}$) con un menor contenido de GR y PR en la leche a una $P < 0.05$ y valores más elevados de CR. La correlación negativa entre la PROD por efecto de la raza y el contenido de sólidos en la leche ha sido establecida en algunos estudios (Briñez *et al.*, 2008). Así mismo se ha demostrado que la raza Holstein se caracteriza por un bajo contenido de sólidos en la leche (31.9 g/L) (Glantz *et al.*, 2009). Sin embargo, a pesar de que fue posible apreciar el efecto de la raza sobre el contenido de sólidos como se muestra en el Cuadro 3.5, los valores de CR y DE tiene mayor relación con prácticas de adulteración que con factores fisiológicos y de alimentación (Neville y Jensen, 1995). El ORD tuvo efecto ($P < 0.05$) sobre la calidad microbiológica (Cuadro 3.6). La leche obtenida mediante el ordeño mecánico presentó mejor calidad. Este efecto ha sido observado en otros estudios (Mhone *et al.*, 2011), sin embargo

es necesario enfatizar que la limpieza eficiente del equipo con detergentes y no solo con agua es primordial para evitar la contaminación con leche residual en el equipo de ordeño (Sraïri *et al.*, 2009) ya que se ha demostrado que de esta forma se minimiza la contaminación por coliformes (Pantoja *et al.*, 2011). En el Cuadro 3.5 se muestra un incremento aparente en la PROD con un contenido bajo de sólidos en la leche mediante el ordeño mecánico. Sin embargo, este comportamiento se relaciona más con una mezcla de factores que demostraron incrementar la PROD, ya que en las UP donde se ordeñó de forma mecánica, predominó la craza HC manejada en semi-estabulación, se practicó la SPM con alimentos balanceados y la aplicación de oxitocina en todo el hato lechero.

La aplicación de oxitocina en la totalidad del hato incrementó la PROD ($5.90 \text{ L}\cdot\text{vaca}^{-1}$) al compararse con su uso parcial ($4.59 \text{ L}\cdot\text{vaca}^{-1}$) o nulo ($4.67 \text{ L}\cdot\text{vaca}^{-1}$), provocando un contenido bajo de GR, SNG, PR y LA, así como valores de CR superiores. El incremento en la PROD se atribuye al incremento en la contracción alveolar de las células mioepiteliales que rodean los alvéolos por efecto de la oxitocina. Así, la leche se desplaza a los conductos lácteos y cavidades de las cisternas disponibles para la eyección de la leche (Bruckmaier *et al.*, 2001). El uso de oxitocina parece ser una buena opción en cuanto al incremento en la producción, sin embargo el productor debe tomar en cuenta el bajo contenido en los sólidos de la leche que reduce su calidad para ser procesada (Glantz *et al.*, 2009). La leche obtenida de SP basados en el pastoreo presentó un mayor contenido de SNG (7.96 g/L), PR (2.95 g/L) y LA (4.20 g/L), además de valores de CR inferiores (-0.496°C) al compararse con la leche de sistemas semi-estabulados, en donde se observó una mayor PROD. Una solución para mejorar la producción en los SP de pastoreo que representan el 87.5 % de las UP en la zona de estudio podría ser la SPM, ya que dicha práctica incrementó la PROD (de 4.80 a $5.50 \text{ L}\cdot\text{vaca}^{-1}$) sin afectar ($P > 0.05$) el contenido de sólidos.

Cuadro 3.5 Calidad fisicoquímica y producción con respecto a las prácticas de manejo.

Prácticas de manejo/niveles	Variable						
	Grasa (g/L)	Densidad (g/mL)	Sólidos no grasos (g/L)	Proteína (g/L)	Lactosa (g/L)	Crioscopía (g/L)	Producción (L·vaca ⁻¹)
RAZ							
CE	3.85 ± 1.16 ^b	1027.18 ± 0.81 ^a	7.84 ± 0.13 ^{ab}	2.95 ± 0.04 ^b	4.16 ± 0,07 ^{ab}	-0.494 ± 0.01 ^{ab}	3.97 ± 0.92 ^a
SC	3.70 ± 0.66 ^b	1027.36 ± 0.90 ^a	7.98 ± 0.04 ^b	2.96 ± 0.09 ^b	4.19 ± 0,13 ^{ab}	-0.496 ± 0.01 ^a	4.74 ± 0.90 ^a
ND	3.20 ± 0.66 ^b	1027.96 ± 0.90 ^a	8.03 ± 0.24 ^b	2.98 ± 0.08 ^b	4.25 ± 0,13 ^b	-0.500 ± 0.02 ^a	5.14 ± 1.04 ^a
HC	2.30 ± 0.70 ^a	1026.97 ± 0.54 ^a	7.67 ± 0.19 ^a	2.85 ± 0.07 ^a	4.06 ± 0,09 ^a	-0.471 ± 0.01 ^b	6.71 ± 1.29 ^b
ORD							
MAN	3.57 ± 0.69 ^b	1027.49 ± 0.90 ^a	7.94 ± 0.23 ^b	2.95 ± 0.08 ^b	4.20 ± 0,12 ^b	-0.496 ± 0.016 ^a	4.78 ± 0.95 ^a
MEC	2.05 ± 0.60 ^a	1026.68 ± 0.39 ^a	7.55 ± 0.09 ^a	2.81 ± 0.03 ^a	4,00 ± 0,05 ^a	-0.461 ± 0.007 ^b	7.55 ± 0.05 ^b
OXI							
NO	3.58 ± 0.85 ^a	1027.50 ± 0.94 ^{ab}	7.95 ± 0.25 ^b	2.95 ± 0.09 ^b	4.20 ± 0,13 ^b	-0.497 ± 0.018 ^a	4.59 ± 0.84 ^a
PAR	3.42 ± 0.52 ^a	1027.76 ± 0.64 ^b	8.00 ± 0.13 ^b	2.97 ± 0.05 ^b	4.23 ± 0,07 ^b	-0.499 ± 0.007 ^a	4.67 ± 0.91 ^a
TOT	3.33 ± 0.83 ^a	1027.01 ± 0.92 ^a	7.78 ± 0.28 ^a	2.89 ± 0.10 ^a	4,11 ± 0,14 ^a	-0.484 ± 0.021 ^b	5.90 ± 1.33 ^b
SPM							
NO	3.49 ± 0.84 ^a	1027.45 ± 0.80 ^a	7.92 ± 0.22 ^a	2.94 ± 0.08 ^a	4.18 ± 0,11 ^a	-0.494 ± 0.017 ^a	4.80 ± 1.08 ^a
SI	3.44 ± 0.47 ^a	1027.43 ± 1.21 ^a	7.92 ± 0.33 ^a	2.94 ± 0.12 ^a	4.19 ± 0,17 ^a	-0.494 ± 0.021 ^a	5.50 ± 1.23 ^b
SP							
PAS	3.52 ± 0.79 ^a	1027.52 ± 0.90 ^b	7.95 ± 0.23 ^b	2.95 ± 0.08 ^b	4.20 ± 0,12 ^b	-0.496 ± 0.016 ^a	4.93 ± 1.08 ^a
SES	3.14 ± 0.55 ^a	1026.86 ± 0.71 ^a	7.72 ± 0.24 ^a	2.87 ± 0.09 ^a	4.08 ± 0,12 ^a	-0.479 ± 0.019 ^b	5.12 ± 1.59 ^a

RAZ: Raza, CE: Cebú, SC: Suizo x Cebú, UD: Raza no definida, HC: Holstein x Cebú, ORD: Tipo de ordeño, MAN: Manual, MEC: Mecánico, OXI: Uso de oxitocina, NO: No aplican oxitocina, PAR: Aplicación parcial de oxitocina, TOT: Aplicación total de oxitocina, SPM: Suplementación, NO: No suplementa, SI: Si suplementa, SP: Sistema de producción, PAS: Pastoreo, SES: Semi-estabulado. Valores con diferentes superíndices dentro de la misma columna presentan diferencias significativas ($P < 0.05$).

Cuadro 3.6 Calidad microbiológica y su relación con algunas prácticas de manejo.

Prácticas de manejo/niveles	Variable		
	Acidez titulable (g/L)	Log CTB (Log UFC/mL)	Log CCT (Log UFC/mL)
ORD			
MAN	1.34 ± 0.12 ^b	3.80 ± 0.48 ^b	2.55 ± 0.52 ^b
MEC	0.87 ± 0.23 ^a	2.88 ± 0.07 ^a	1.81 ± 0.56 ^a
SP			
PAS	1.33 ± 0.17 ^b	3.83 ± 0.49 ^b	2.60 ± 0.50 ^b
SES	1.19 ± 0.07 ^a	3.11 ± 0.23 ^a	1.85 ± 0.34 ^a

ORD: Tipo de ordeño, MAN: Manual, MEC: Mecánico, SP: Sistema de producción, PAS: Pastoreo, SES: Semi-estabulado. Valores con diferentes superíndices dentro de la misma columna presentan diferencias significativas ($P < 0.05$).

La leche obtenida de las UP con SP de pastoreo presentó una carga microbiana (Log CTB = 3.83 Log UFC/mL; Log CCT = 2.60 Log UFC/mL; AT = 1.33 g/L) superior ($P < 0.05$) a la observada en los SP semi-estabulados. Este efecto puede atribuirse a que debido a la falta de instalaciones de ordeño, las vacas se ordeñaron en corrales abiertos, lo que aumentó las posibilidades de contaminación ambiental (Mhone *et al.*, 2011). El ANDEVA a dos vías reveló que existe una varianza ($P < 0.05$) en la PROD asociada al uso de oxitocina y el SP, observándose la mayor PROD (7.60 L·vaca⁻¹) con la combinación de la aplicación total de oxitocina en el sistema semi-estabulado.

3.4. CONCLUSIONES

Se encontró un bajo contenido de sólidos en la leche y el 65 % de las muestras no cumplieron con el valor mínimo de proteína, lactosa y sólidos no grasos; por lo tanto se observaron valores

elevados de crioscopía (-0.490 C) y bajos de densidad (1027.45 g/L), lo que indica una pobre alimentación o posible adulteración por adición de agua. La relación entre la suplementación, la producción y la calidad fisicoquímica de la leche, demostró que es posible incrementar la producción hasta un 20 % sin afectar los parámetros fisicoquímicos. El 28 % de las muestras analizadas presentaron valores elevados de coliformes totales (5.80×10^2). Este hallazgo es relevante ya que en la zona de estudio es común el consumo de leche cruda y quesos artesanales elaborados con leche cruda, lo que representa un riesgo de enfermedades alimentarias producidas por bacterias patógenas. Por lo tanto, es importante desarrollar más investigación en la zona de estudio, enfocada en la detección específica de bacterias patógenas. De acuerdo con los resultados, el productor puede mejorar la calidad microbiológica de la leche a través del ordeño mecánico, siempre y cuando el equipo se limpie de manera adecuada, además, debe evitar el ordeño a corral abierto, ya que de esta forma reduce el riesgo de contaminación ambiental.

3.5. LITERATURA CITADA

- Afif A., Faid M., Chigr, F., and Najimi, M. 2008. Survey of the microbiological quality of the raw cow milk in the Tadla area of Morocco. *International Journal of Dairy Technology* 61: 340-346.
- AOAC (Official Methods of Analysis). 1995. Washington, DC, USA: Association of Official Analytical Chemists.
- Bernal M., L., G. Rojas M., F. Vázquez C., O. Espinoza A., F. Estrada J., y O. Castelán O. 2007. Determinación de la calidad fisicoquímica de la leche cruda producida en sistemas campesinos en dos regiones del Estado de México. *Revista Veterinaria México* 38: 395-407.
- Briñez W., J., Valbuena E., Castro G., Tovar A., y J. Ruiz R. 2008. Algunos parámetros de composición y calidad en leche Cruda de vacas doble propósito en el municipio Machiques de Perijá Estado Zulia, Venezuela. *Revista Científica FCV-LUZ* 18: 607-617.

- Bríñez W., J., Valbuena E., Castro G., Tovar A., J. Ruiz R., y R. Román B. 2003. Efectos del mestizaje, época del año, etapa de lactancia y número de partos sobre la composición de leche cruda de vacas mestizas. *Revista Científica FCV-LUZ* 13: 490-498.
- Bruckmaier R., M., Macuhova J., and Meyer H. 2001. Specific aspects of milk ejection in robotic milking: a review. *Livestock Production Science* 72: 169-176.
- Calderón A., García F., y Martínez G. 2006. Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. *Revista MVZ Córdoba* 11: 725-737.
- Cervantes F., Villegas A., Cesín A., y Espinoza A. 2008. Los quesos mexicanos genuinos: Patrimonio que debe rescatarse. México: Mundi Prensa. 186 p.
- Chalate-Molina H., Gallardo-López F., Pérez-Hernández P., Lango-Valle F., Ortega-Jiménez E., y Vilaboa-Arroniz, J. 2010. Características del sistema de producción bovinos de doble propósito en el estado de Morelos, México. *Zootecnia tropical* 28: 329-339.
- Chandan R.C., and Kilara A. (Eds.). 2010. Dairy ingredients for food processing. John Wiley & Sons. USA. 606 p.
- Claeys W., L., Cardoen S., Daube G., De Block J., Dewettinck K., Dierick K., Zutter L., Huyghebaert A., Imberechts H., Thiange P., Vandenplas Y., and Herman L. 2013. Raw or heated cow milk consumption: Review of risks and benefits. *Food Control* 31: 251-262.
- D'amico D., J., and Donnelly C. 2010. Microbiological quality of raw milk used for small-scale artisan cheese production in Vermont: effect of farm characteristics and practices. *Journal of Dairy Science* 93: 134-147.
- Das S., Sivaramakrishna M., Biswas, K., and Goswami B. 2011. Performance study of a constant phase angle based impedance sensor to detect milk adulteration. *Sensors and Actuators A. Physical* 167: 273-278.
- De Marchi M., Bittante G., Dal Zotto R., Dalvit C., and Cassandro M. 2008. Effect of Holstein Friesian and Brown Swiss breeds on quality of milk and cheese. *Journal of Dairy Science* 91: 4092-4102.
- Draaiyer J., Dugdill B., Bennett A., and Mounsey J. 2009. Milk testing and payment systems. In Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (Eds.), a practical guide to assist milk producer groups. 77 p.
- Glantz M., Lindmark M., H., Stålhammar H., Bårström L.O., Fröjelin M., Knutsson A., Teluk C., and Paulsson M. 2009. Effects of animal selection on milk composition and processability. *Journal of Dairy Science* 92: 4589-4603.
- Mhone T., A., Matope G., and Saidi P. 2011. Aerobic bacterial, coliform, *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* counts of raw and processed milk from selected smallholder dairy farms of Zimbabwe. *International Journal of Food Microbiology* 151: 223-228.

- Monforte J., M., G. Arjona R., y J. González M. 2006. Los sistemas de doble propósito y los desafíos en los climas tropicales de México. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 14: 105-114.
- Neville C., M., and R. Jensen G. 1995. The Physical Properties of Human and Bovine Milks. In Jensen, R.G. (Eds.). *Handbook of milk composition* 82-85 pp.
- NMX-F-700-COFOCALEC-2012. 2012. Especificaciones fisicoquímicas, sanitarias y métodos de prueba. México: Consejo para el fomento de la calidad de la leche y sus derivados, A.C.
- NOM-155-SCFI-2011. 2011. Leche, formula láctea y producto lácteo combinado, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. México: Secretaría de Economía.
- Oros N., V., P. Díaz R., J. Vilaboa A., P. Martínez D., y H. Torres G. 2011. Caracterización por grupos tecnológicos de los hatos ganaderos doble propósito en el municipio de las Choapas, Veracruz, México. *Revista Científica* 21: 57-63.
- Pantoja J., C., F., D. Reinemann J., and P. Ruegg L. 2009. Associations among milk quality indicators in raw bulk milk. *Journal of Dairy Science* 92: 4978-4987.
- Pantoja J., C., F., D. Reinemann J., and P. Ruegg L. 2011. Factors associated with coliform count in unpasteurized bulk milk. *Journal of Dairy Science* 94: 2680-2691.
- Sraïri M., T., Benhouda H., Kuper M., and Le Gal P. 2009. Effect of cattle management practices on raw milk quality on farms operating in a two-stage dairy chain. *Tropical Animal Health and Production* 41: 259-272.
- Vilaboa A., J., P. Díaz R., O. Ruiz R., D. Platas R., S. González M., y F. Juárez L. 2009. Caracterización socioeconómica y tecnológica de los agroecosistemas con bovinos de doble propósito de la región del Papaloapan, Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 10: 53-62.
- Wouters J., E. Ayad H., Hugenholtz J., and Smit G. 2002. Microbes from raw milk for fermented dairy products. *International Dairy Journal* 12: 91-109.
- Yang L., Yang Q., Yi M., Pang Z., and Xiong vvh. 2013. Effects of seasonal change and parity on raw milk composition and related indices in Chinese Holstein cows in northern China. *Journal of Dairy Science* 96: 6863-6869.

CAPÍTULO IV. TIPICIDAD DEL QUESO RANCHERO JAROCHO

TRADICIONAL

RESUMEN

Se caracterizó la leche y el queso rancho Jarocho en siete queserías del Distrito de Desarrollo Rural 008. El contenido de grasa, proteína, lactosa, conteo total bacteriano y coliformes totales se evaluó en la leche. El contenido de humedad, grasa, proteínas, dureza, adhesividad, blancura (L^*), tonalidad (Hue), saturación de color (C^*), conteo total bacteriano, hongos y conteo de coliformes totales se evaluó en el queso y se relacionó con prácticas de elaboración y la calidad de la leche. Se realizó un Perfil convencional QDA®. Se observó que la calidad de la leche y el proceso de elaboración del queso entre las queserías son heterogéneos, lo cual causa variabilidad en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales. Se encontró correlación entre el contenido de proteínas en leche y el contenido de proteínas en queso ($r=0.86$, $P < 0.001$); para la grasa, la correlación fue menor ($r=0.30$, $P < 0.05$) debido supuestamente a la adulteración de algunas leches con grasa vegetal. Esta práctica compromete el reconocimiento de esos quesos como genuinos e impide su protección. El conteo microbiano en queso, se correlacionó ($r=0.98$, $P < 0.001$) con la calidad microbiológica de la leche y estuvo influenciado por el material de los recipientes utilizados, los cursos recibidos y la práctica de realizar pruebas de calidad a la leche al recibirla en las queserías. Sensorialmente, los quesos de Tlacotalpan, Tres Valles y Cosamaloapan se percibieron como más típicos por presentar mayor porosidad a la vista, presencia de suero, olor a suero, olor a ordeño y ser más salados que el resto de los quesos.

Palabras clave: Calidad, queso, tipicidad

TIPICITY OF TRADITIONAL RANCHERO JAROCHO CHEESE

ABSTRACT

Milk and rancho Jarocho cheese was characterized in seven dairies of District Rural Development 008 in Veracruz, Mexico. The content of fat, protein, lactose, total bacterial count and total coliform counts were evaluated in milk from different dairies. The contents of moisture, fat, protein, hardness, adhesiveness, whiteness (L^*), hue (Hue), color saturation (C^*), total bacterial count, yeast and total coliforms count were assessed to be related to the practical cheese making and milk quality. Sensory evaluation was performed by a conventional profile QDA®. It was noted that the quality of milk and cheese manufacturing process between different dairies are heterogeneous, causing variability in the physico-chemical, microbiological and sensorial characteristics of the cheese. A high correlation between protein content in milk and cheese protein content ($r = 0.86$, $P < 0001$) was found, for the case of fat this correlation was found less ($r = 0.30$, $P < 0.05$) by a presumed adulteration of some milk with vegetable fat. This practice threatening the recognition of such cheeses as genuine and prevents its protection. The microbial counts were strongly correlated ($r = 0.98$, $P < 0.001$) with the microbiological quality of milk and was influenced by the material of the containers used, the courses received by the producer and practice of quality testing milk on dairies. Sensory, cheeses Tlacotalpan, Tres Valles and Cosamaloapan were perceived as more typical to present higher porosity in sight, the presence of serum, serum smell, smell milking and be more salty than other cheeses.

Keywords: Quality, cheese, tipicity

4.1. INTRODUCCIÓN

La tipicidad de un alimento artesanal es el resultado de una trayectoria social de técnicas para la elaboración de un producto ligado a un territorio, en donde se desarrolla un conocimiento colectivo que surge como consecuencia de interacciones físico-biológicas con factores humanos (Scintu y Piredda, 2007). Es fundamental determinar la tipicidad de un queso cuando se busca algún tipo de protección comercial jurídica, como la denominación de origen (DO) o marca colectiva (MC). Esta protección permite su valorización, basándose en los pocos elementos en los que una zona productora puede ser competitiva en el actual contexto de globalización (Gómez *et al.*, 2006). Para determinar la tipicidad de un queso es necesario obtener la mayor cantidad de información sobre el sistema de producción (razas, manejo del hato, alimentación, etc.) y características (físicoquímicas y microbiológicas) de la leche utilizada, el proceso de elaboración del queso y sus características físicoquímicas, microbiológicas y sensoriales (Scintu y Piredda, 2007).

En México, se elaboran artesanalmente diferentes quesos tradicionales, los cuales son considerados como producto del territorio; entendiendo por este término no sólo la parte geográfica del área donde se elaboran, sino también, el conocimiento acumulado históricamente en ella y que les da origen. Entre estos quesos tradicionales se encuentra el queso Ranchero Jarocho, que es un queso fresco de pasta blanda prensada elaborado con leche bovina cruda (Villegas *et al.*, 2009). Este queso se elabora en algunas regiones de Veracruz y representa una de las principales fuentes de ingresos y medio de subsistencia de algunas familias. En la actualidad existe un gran interés por parte de los productores del Distrito de Desarrollo Rural 008 (DDR 008), Cd. Alemán, Veracruz, México, en buscar la

protección comercial del queso Ranchero Jarocho, sin embargo, no existe información disponible que determine su tipicidad y permita avanzar hacia la valorización del producto. Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue tipificar el queso ranchero Jarocho producido en el DDR 008 mediante: a) caracterización del sistema de producción de leche regional; b) caracterización fisicoquímica (grasa, proteína, lactosa) y microbiológica (conteo total bacteriano, conteo de coliformes totales) de la leche en cada quesería; c) caracterización del proceso de elaboración del queso; d) caracterización fisicoquímica (humedad, grasa, proteína, color y textura), microbiológica (conteo total bacteriano, conteo de coliformes totales, conteo de hongos) y sensorial del queso y su relación con variables del proceso de elaboración.

4.2. MATERIALES Y MÉTODOS

Delimitación del área de estudio

Se exploró el DDR 008 ubicado en el estado de Veracruz, México para definir el área de estudio. Después de una búsqueda exhaustiva y con base en el aporte productivo de leche bovina (90.5 % en el DDR 008) (INEGI, 2013) y en las características del producto y su proceso de elaboración, se eligieron los municipios de Tierra Blanca (TB), Tres Valles (TV), Cosamaloapan (COS), Ixmactlahuacan (IX), Acula (ACU), Chacaltianguis (CHA) y Tlacotalpan (TLA) como representativos de la elaboración del queso ranchero Jarocho.

Caracterización del sistema de producción de leche

Se aplicó un cuestionario semi-estructurado constituido por variables cuantitativas y cualitativas con el que se obtuvo información referente a las características de la unidad de producción el hato, enfoque ganadero y prácticas de alimentación e insumos. Se determinó el tamaño de muestra tomando como marco muestral las Unidades de Producción existentes en el DDR 008 y como variable de referencia el número de vientres por ha, resultando $n=124$ Unidades de Producción. El cuestionario se aplicó mediante entrevistas a los productores utilizando un muestreo no probabilístico por cuotas, considerando al municipio como criterio de estratificación.

Caracterización del proceso de elaboración del queso

Se seleccionó una quesería de cada municipio, tomando como criterio el volumen mínimo de 1000 L de leche procesada. Se aplicó un cuestionario semi-estructurado constituido por variables cuantitativas y cualitativas con el que se obtuvo información referente al proceso de elaboración del queso. El cuestionario se aplicó mediante una entrevista con los productores en las queserías, para obtener información sobre las variables involucradas en el proceso de elaboración del queso, tales como, pruebas de calidad que realizan a la leche durante la recepción en la quesería, porcentaje de sal añadida a la cuajada, tiempo de prensado, número de giros durante el prensado, material de los recipientes utilizados y rendimiento quesero.

Muestreo

Leche

Se tomaron muestras de leche por triplicado durante el mes de mayo de 2014, en cada una de las queserías seleccionadas para el estudio. Se tomaron 500 mL de leche antes de entrar al proceso de elaboración del queso, utilizando frascos de vidrio de borosilicato con tapón de plástico previamente esterilizados. Las muestras se trasladaron al laboratorio en una hielera de poliestireno a $4 \pm 1^\circ\text{C}$ en un tiempo de 4 ± 1 hora para su análisis.

Queso

Se efectuó un muestreo en cada quesería durante el mes de Mayo de 2014, tomando muestras por triplicado de 1 kg de queso recién elaborado, correspondientes a la leche muestreada anteriormente. Las muestras se colocaron en bolsas estériles con sellado hermético y se trasladaron al laboratorio en una hielera de poliestireno a $4 \pm 1^\circ\text{C}$ en un tiempo de 4 ± 1 hora para su análisis.

Caracterización de la leche

Fisicoquímica

El contenido de grasa, proteína y lactosa se evaluó en cada muestra a $20 \pm 0.5^\circ\text{C}$ con un analizador de leche por ultrasonido Lactoscan S (Milkotronic Ltd., 4 Narodni Buditeli Str. 8900 Nova Zagora Bulgaria); el cual se validó contra los resultados de las pruebas hechas de acuerdo a las oficiales (AOAC, 1995). Los valores en porcentajes fueron transformados a g/L.

Microbiológica

Se tomaron muestras de 10 mL de leche en 90 mL de una solución estéril de peptona y se colocaron en un homogeneizador Stomacher® modelo 400 Circulator (Seward Limited, UK) por un minuto a 265 rpm. Se prepararon diluciones 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} . Se evaluó el Conteo Total Bacteriano (CTB) por el método 986.33 y el conteo de coliformes totales (CCT) por el método 991.14 propuesto por la AOAC (1995). Los resultados obtenidos se transformaron a escala de \log_{10} (Pantoja *et al.*, 2009) para ser usados en análisis posteriores.

Caracterización fisicoquímica del queso

Análisis químico proximal

El contenido de grasa se determinó por el método Gerber-Van Gulik (Ramos, 1976), el contenido de humedad por el método 926.08 y el de proteína por el método 935 establecidos en la AOAC (1995). Todos los análisis fueron realizados por triplicado.

Determinación de Textura

Se evaluó la firmeza y adhesividad en muestras cilíndricas de 2.5 cm de diámetro \times 3.0 cm de altura (Diamantino *et al.*, 2014). Se tomaron seis muestras de cada queso a 1 cm de la superficie para reducir el efecto de la resequedad (Hernández-Morales *et al.*, 2010); las muestras se almacenaron por 10 minutos a 10 °C en recipientes de plástico. Se utilizó un texturómetro TA-XT2i (Estable Micro Systems, Surrey, Reino Unido) con una célula de carga de 5 kg aplicando compresión uniaxial a 50 % de deformación a una velocidad de 1 mm/s, con un disco de acrílico de 35 mm de diámetro (A/BE35).

Determinación de color

Se obtuvo el valor de L^* , a^* y b^* usando la escala Cielab con D65 como fuente luminosa y un ángulo de observación de 10° mediante un colorímetro UltraScan® Vis (HunterLab, Hunter Associates Laboratory Inc., 11491 Sunset Hills Road, Reston, Virginia U.S.A) y se calculó la Cromaticidad (C^*); mediante la fórmula $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ y el ángulo Hue (h°); mediante la fórmula $h^\circ = \arctan(b^*/a^*)$. Las muestras fueron analizadas por triplicado y en dos puntos diferentes de la superficie.

Caracterización microbiológica del queso

Se tomaron 10 g de queso en 90 mL de solución estéril de peptona y se colocaron en un homogeneizador Stomacher 400 Circulator® (Seward Limited, UK) durante un minuto a 265 rpm. Se prepararon diluciones 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} . Se evaluó el Conteo Total Bacteriano (CTB) por el método 986.33, conteo de hongos por el método 997.02 y conteo de coliformes totales (CCT) por el método 991.14, propuesto por la AOAC (1995). Los resultados obtenidos se transformaron a escala de \log_{10} (Pantoja *et al.*, 2009) para ser usados en análisis posteriores.

Evaluación sensorial del queso

De acuerdo con la norma ISO 8586-1:1993 se formó un panel de ocho jueces y se entrenó usando como referencia quesos comerciales (Rainey, 1986). Se evaluaron los atributos, Brilloso (BR), Poroso en vista (PV), Presencia de suero (PS), Firmeza al tacto (FT), Cremoso al tacto (CT), Olor a leche (OL), Olor a suero (OS), Olor a ordeña (OO), Salado (SA), Dureza en boca (DB), Aroma a plástico (AP), Aroma a leche (AL), Resabio a suero

(RS) y Resabio a leche (RL), en una escala no-estructurada de cero a nueve (0= débil intensidad, 9= fuerte intensidad) desarrollada por Husson *et al.* (2005). Se evaluó el atributo “Típico” (TI) usando una escala no-estructurada donde las anclas derecha e izquierda fueron: “muy buen ejemplo” y “muy mal ejemplo” de un queso típico (Ballester *et al.*, 2008). Se sirvieron cubos de 20 g de queso de forma monádico secuencial de acuerdo a Périnel y Pagès (2004) a temperatura ambiente en platos codificados con tres dígitos al azar. Se hicieron ocho sesiones con una sesión de repetición para obtener el perfil sensorial mediante un Perfil convencional QDA®.

Análisis estadísticos

Se realizó un análisis univariado y se determinó la correlación entre algunas variables cuantitativas mediante el coeficiente de correlación de Pearson (PROC CORR). Se efectuó un Análisis de varianza (PROC GLM) a un nivel de significancia del 5 %, para determinar el efecto de las variables del proceso de elaboración sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas del queso usando el paquete estadístico SAS versión 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Los datos fisicoquímicos y sensoriales se correlacionaron mediante un Análisis Factorial Múltiple (AFM) y coeficiente de correlación vectorial R_v (Lê-Dien y Husson, 2008) usando XLSTAT 2009 (Addinsoft, New York, NY, USA). Los datos fisicoquímicos y sensoriales se incluyeron en el AFM como variables activas y las variables del proceso de elaboración como suplementarias (Abdi *et al.*, 2013). La estabilidad del mapa sensorial y de correlación se determinaron mediante elipses de confianza (95 %) y la prueba de Hotelling T^2 (Cadoret y Husson, 2013) utilizando el software SensoMineR

implementado en lenguaje de programación R versión 2.15.3 (R Development Core Team, 2011).

4.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización del sistema de producción de leche

La totalidad de los ranchos productores de leche estudiados se manejaron bajo un sistema de doble propósito (DP), con una craza predominante Suizo x Cebú (85 %) alimentado en pastoreo (91 %) y en menor medida (9 %) en semi-estabulación. La craza Suizo x Cebú es característica de los sistemas de DP y tiene el objetivo de obtener niveles aceptables de producción de leche, con animales resistentes a las condiciones tropicales (Briñez *et al.*, 2008). La alimentación del hato se basó en pastos Estrella de África (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) (23.4 %), Chetumal (*Brachiaria humidicola*, Rendle) (18.2 %), Pangola (*Digitaria eriantha* Stent) (17.3 %), y mezclas indefinidas (41.1 %). La suplementación se practicó en el 20.5 % de los ranchos en época de secas (noviembre – junio). La suplementación fue una práctica poco común debido a que los productores buscan mantener sus costos de producción bajos (Oros *et al.*, 2011). El 32 % de los productores produjo queso como estrategia para aprovechar los picos de producción de leche en época de lluvias (julio – octubre).

Caracterización del proceso de elaboración del queso

Se registró una antigüedad en el proceso de producción de quesos de hasta tres generaciones en la mayoría de las queserías (57.2 %); sin embargo, algunos productores

pertenecen a la primera generación en conocer el proceso, el cual aprendieron mediante cursos de capacitación (42.8 %). El proceso de producción de queso se resume en la Figura 4.1. Las principales diferencias observadas en el proceso entre las queserías fueron que, sólo en el 28.6 % de estas se evaluó la calidad de la leche durante la recepción. En todas las queserías se usó cuajo comercial, pero no fue posible conocer la cantidad exacta utilizada, ya que se aplicó calculando con la tapa del producto. El porcentaje de sal añadida a la cuajada varió entre un 5 % (57.2 % de queserías), 6 % (28.5 % de queserías) y 7 % (14.2 % de queserías). El tiempo de prensado varió entre 2 y 4.5 horas. En el 72 % de las queserías no se efectuó ningún giro durante el prensado, en el 14 % se realizaron dos giros y en el otro 14 % tres giros. En el 71.4 % de las queserías se utilizaron recipientes de plástico en todas las etapas del proceso, mientras que, en el 28.6 % se usaron recipientes de acero inoxidable. El rendimiento varió entre un 10 % (57.1 % de queserías), 10 – 15 % (28.4 % de queserías) y 16 % (14.5 % de queserías). El proceso de elaboración del queso entre las queserías fue heterogéneo, lo cual afectó las características finales del producto como fue reportado por Cipolat-Gotet *et al.* (2013) quienes investigaron algunas fuentes de variación en el rendimiento en quesos modelo. En el 28.6 % de las queserías se observó la adición de grasa vegetal a la leche; esta práctica de acuerdo con Cunha *et al.* (2010) se realiza con la finalidad de incrementar el rendimiento y reducir los costos de manufactura.

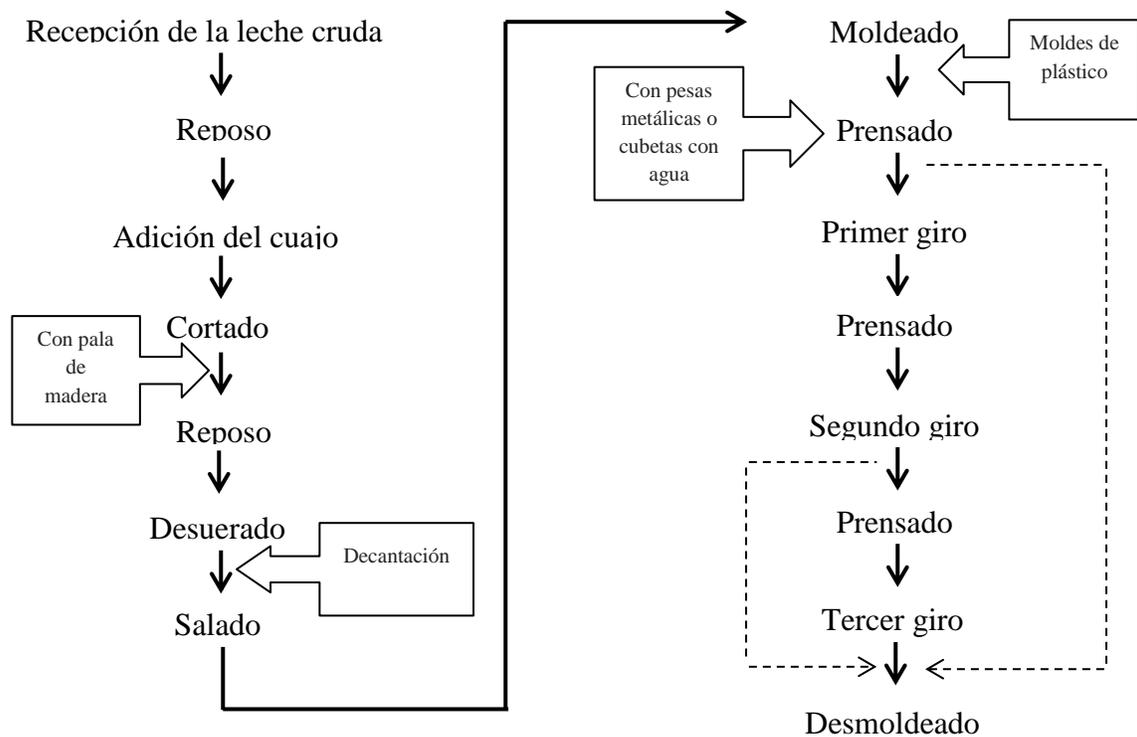


Figura 4.1 Diagrama general del proceso de elaboración del queso ranchero Jarocho.

Caracterización fisicoquímica de la leche

El contenido de grasa en las leches en las distintas queserías estuvo en el intervalo de 24 – 85 g/L. Derivado del ANOVA (Cuadro 4.1) se puede observar que las leches de ACU se diferenciaron del resto ($P < 0.05$) por presentar los valores más bajos (24.75 ± 0.50 g/L) los cuales no cumplieron con el mínimo normativo (≥ 32 g/L) de acuerdo con la norma NOM-155-SCFI-2011. Las leches de COS y TLA fueron diferentes ($P < 0.05$) al resto y presentaron valores de 31.75 ± 0.30 y 32.20 ± 0.40 , muy cercanos al mínimo normativo. Las leches de TV y TB se diferenciaron del resto ($P < 0.05$) por presentar valores de 34.20 ± 0.30 y 35.00 ± 0.10 , respectivamente, que cumplieron sin problemas con el valor mínimo normativo. Las leches de CHA e IX presentaron valores que sobrepasaron las normas

nacionales (NOM-155-SCFI-2011) e internacionales (Draaiyer *et al.*, 2009) y que son fisiológicamente improbables, ya que los intervalos observados en sistemas de DP están entre los 32.6 y 34.5 g/L (Bernal *et al.*, 2007).

Las leches de CHA e IX que presentaron los valores de grasa anormales, corresponden a las queserías en las cuales se practica la adición de grasa vegetal para la elaboración del queso, por lo tanto es probable que los valores fuera del intervalo se relacionen con errores en la lectura mediante el análisis ultrasónico efectuado con el equipo Lactoscan S, debido a que los glóbulos de grasa vegetal presentan un diámetro superior a los glóbulos de la grasa butírica (Cunha *et al.*, 2010), por lo que estos valores no pueden ser considerados válidos en el presente estudio. El contenido de proteínas estuvo en el rango de 26 – 33 g/L. Se observaron diferencias ($P < 0.05$) entre TB, COS, CHA (26.2 ± 0.04 , 26.9 ± 0.87 , 27.1 ± 0.38 respectivamente), en comparación con TV, ACU, TLA (29.8 ± 0.32 , 30.4 ± 1.4 , 31.1 ± 1.8 respectivamente) e IX (32.0 ± 0.80), únicamente las leches de TLA e IX cumplieron con el valor mínimo normativo (≥ 31 g/L) (NOM-155-SCFI-2011). El intervalo observado en el estudio fue inferior a lo observado en otros estudios en sistemas de DP, donde se reportan valores entre 30,7 y 36,6 g/L (Calderón *et al.*, 2006; Bernal *et al.*, 2007; Briñez *et al.*, 2008). El contenido de lactosa observado fue de 37 a 47 g/L. Las leches de TB, COS y TLA presentaron valores inferiores ($P < 0.05$) (38.6 ± 0.54 , 38.2 ± 1.20 , 39.1 ± 0.05 g/L) en comparación con las leches de TV, ACU, IX y CHA (42.6 ± 0.49 , 43.2 ± 0.10 , 43.3 ± 1.20 , 44.3 ± 2.57 g/L) las cuales cumplieron con el intervalo normativo (43 – 50 g/L) (NOM-155-SCFI-2011). El contenido de LA también fue menor al intervalo de 45.3 – 49.9 g/L reportado en otros estudios en sistemas de DP (Calderón *et al.*, 2006; Bernal *et al.*, 2007).

Cuadro 4.1 Análisis fisicoquímico de las leches en cada quesería.

Municipio	Grasa (g/L)	Proteína (g/L)	Lactosa (g/L)
IX ^{***}	84.50 ± 0.30 ^e	32.0 ± 0.80 ^c	43.3 ± 1.20 ^b
CHA ^{***}	73.35 ± 0.10 ^d	27.1 ± 0.38 ^a	44.3 ± 2.57 ^b
TB	35.00 ± 0.10 ^c	26.2 ± 0.04 ^a	38.6 ± 0.547 ^a
TV	34.20 ± 0.30 ^c	29.8 ± 0.32 ^b	42.6 ± 0.49 ^b
TLA	32.20 ± 0.40 ^b	31.1 ± 1.80 ^b	39.1 ± 0.05 ^a
COS	31.75 ± 0.20 ^b	26.9 ± 0.87 ^a	38.2 ± 1.20 ^a
ACU	24.75 ± 0.50 ^a	30.4 ± 1.40 ^b	43.2 ± 0.10 ^b

IX= Ixmatalhuacan; CHA= Chacaltianguis, TB= Tierra Blanca, TV= res Valles, TLA= Tlacotalpan, COS= Cosamaloapan, ACU= Acula. ^{***} Leches que presentaron adición de grasa vegetal. ^{a-e} Diferentes superíndices dentro de una misma columna indican diferencias significativas (P < 0.05).

Caracterización microbiológica de la leche

Los resultados de las propiedades microbiológicas de la leche en las diferentes queserías se presentan en el Cuadro 4.2. El valor encontrado para CTB mostró un intervalo de 5.34 - 5.76 log UFC/g, es decir, por encima de las 100,000 UFC/mL. Se observaron diferencias (P < 0.05) para CTB en todas las queserías, siendo las leches de TB las que presentaron los valores más bajos (5.34 ± 0.01 log UFC/mL) y las leches de ACU las que presentaron los valores más elevados (5.76 ± 0.01 log UFC/mL), situándose todas las muestras analizadas por encima de los valores (5.00 log UFC/mL) indicados en la norma NOM-155-SCFI-2011; lo cual sugiere prácticas higiénicas inadecuadas durante el ordeño y manejo post-ordeño (Pantoja *et al.*, 2009). Los conteos para CCT fueron variables en un intervalo de 0.00 – 4.35 log UFC/mL, es decir, ente 1 y 10,000 UFC/mL. El ANOVA reveló diferencias (P < 0.05) para CCT entre las leches de TB, COS (0.00 ± 0.00 log UFC/mL en ambos casos), TV (4.10 ± 0.01 log UFC/mL), TLA, CHA (4.15 ± 0.02, 4.20 ± 0.02 log UFC/mL) y ACU, IX

(4.35 ± 0.00 , 4.35 ± 0.01 log UFC/mL). Del total de las muestras, únicamente las correspondientes a las queserías de TB y COS cumplieron con la norma oficial NMX-F-700-COFOCALEC-2004, que indica que las muestras de leche deben presentar un conteo inferior a 2.87 log UFC/mL. Los valores por encima de la norma para el caso de las leches en las queserías de TLA, CHA, ACU, IX y TV, reflejan fallas en el manejo de ordeño y post-ordeño y en la eliminación de leche o agua residual de los depósitos (Pantoja *et al.*, 2009).

Cuadro 4.2 Análisis microbiológico de la leche en las distintas queserías.

Municipio	CTB (log UFC/g)	CCT (log UFC/g)
TB	5.34 ± 0.01 a	0.00 ± 0.00 a
CHA	5.54 ± 0.01 b	4.20 ± 0.02 c
COS	5.57 ± 0.01 c	0.00 ± 0.00 a
TV	5.61 ± 0.00 d	4.10 ± 0.01 b
TLA	5.74 ± 0.01 f	4.12 ± 0.01 c
ACU	5.76 ± 0.00 g	4.35 ± 0.00 d
IX	5.72 ± 0.11 e	4.35 ± 0.00 d

IX= Ixmatalahuacan; CHA= Chacaltianguis, TB= Tierra Blanca, TV= res Valles, TLA= Tlacotalpan, COS= Cosamaloapan, ACU= Acula. ^{a g} Diferentes superíndices en las misma columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

Caracterización fisicoquímica del queso

Análisis químico proximal

La composición de los quesos analizados se muestra en el Cuadro 4.3. Se encontraron diferencias ($P < 0.05$) en cuanto al contenido de proteínas y grasa entre los diferentes quesos, observando un intervalo de 17.16 - 25.10 % y 13.3 - 18.5 %, respectivamente. Los quesos de TB, TLA y COS presentaron el mayor contenido de proteínas con valores

similares ($P > 0.05$). En cuanto al contenido de grasa, el queso de COS presentó el valor más elevado, seguido de los quesos de CHA, TB y TLA, los cuales presentaron valores similares ($P > 0.05$). Esta variación ha sido observada también por Hernández-Morales *et al.* (2010) en muestras de queso añejo elaborado en Zacazonapan, México; Cipolat-Gotet *et al.* (2013) en quesos modelo elaborados en un laboratorio; y Magenis *et al.* (2014) en el queso fresco de Minas de diferentes regiones de Brasil y se atribuyen a la composición de la leche utilizada y a la heterogeneidad en las condiciones de procesamiento. Esta variación atribuida a la composición de la leche concuerda con la correlación observada ($r=0.86$, $P < 0.001$) entre el contenido de proteínas en las muestras de leche en cada quesería y el contenido de proteínas en el queso. Para el caso del contenido de grasa, la correlación observada entre la leche y el queso es menor ($r=0.30$, $P < 0.05$) y puede deberse a las interferencias en la lectura del contenido de grasa de las muestras de leche de CHA e IX. La humedad fue diferente ($P < 0.05$) en todos los quesos, excepto en los quesos de CHA e IX, que presentaron valores similares ($P > 0.05$). El intervalo de humedad fue de 51.01 - 62.24 %. Se observó una correlación elevada entre la humedad y el contenido de proteína ($r= -0.90$, $P < 0.001$), de tal forma que los quesos con mayor contenido de proteína presentaron un menor contenido de humedad. Una correlación similar fue observada en los quesos frescos de Minas, de diferentes regiones de Brasil (Magenis *et al.*, 2014). El tiempo de prensado se correlacionó con el contenido de humedad ($r= -0.97$, $P < 0.001$), proteínas ($r= 0.86$, $P < 0.001$) y grasa ($r= 0.47$, $P < 0.05$). Como resultado de estas correlaciones, los quesos que fueron prensados por menor tiempo presentaron mayor humedad ($P < 0.05$), menos proteínas ($P < 0.05$) y una tendencia a presentar menos grasa, en comparación con los quesos prensados durante 4.5 horas (Figura 4.2). El efecto de concentración de los sólidos por pérdida de agua ha sido reportado en quesos modelo elaborados bajo

condiciones controladas (Cipolat-Gotet *et al.*, 2013). El contenido de grasa no fue alterado ($P > 0.05$) por los tiempos de prensado de 3.0, 3.5, 4.0 y 4.5 horas.

Cuadro 4.3 Análisis químico proximal del queso ranchero Jarocho.

Municipio	Humedad (%)	Grasa (%)	Proteína (%)
ACU	51.01 ± 0.25 ^a	17.6 ± 0.50 ^d	25.10 ± 1.06 ^e
CHA	54.52 ± 0.31 ^b	15.5 ± 0.54 ^b	23.11 ± 1.58 ^d
IX	54.75 ± 0.15 ^b	18.5 ± 0.54 ^e	20.43 ± 0.40 ^c
TV	56.24 ± 0.01 ^c	16.7 ± 0.43 ^c	19.35 ± 0.37 ^{bc}
COS	59.36 ± 0.22 ^d	13.3 ± 0.41 ^a	18.23 ± 0.27 ^{ab}
TLA	60.54 ± 0.01 ^e	16.1 ± 0.41 ^{bc}	18.16 ± 0.19 ^{ab}
TB	62.24 ± 0.26 ^f	16.0 ± 0.00 ^{bc}	17.16 ± 0.27 ^a

IX= Ixmatalhuacan; CHA= Chacaltianguis, TB= Tierra Blanca, TV= res Valles, TLA= Tlacotalpan, COS= Cosamaloapan, ACU= Acula. ^{a-f} Diferentes superíndices dentro de una misma columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

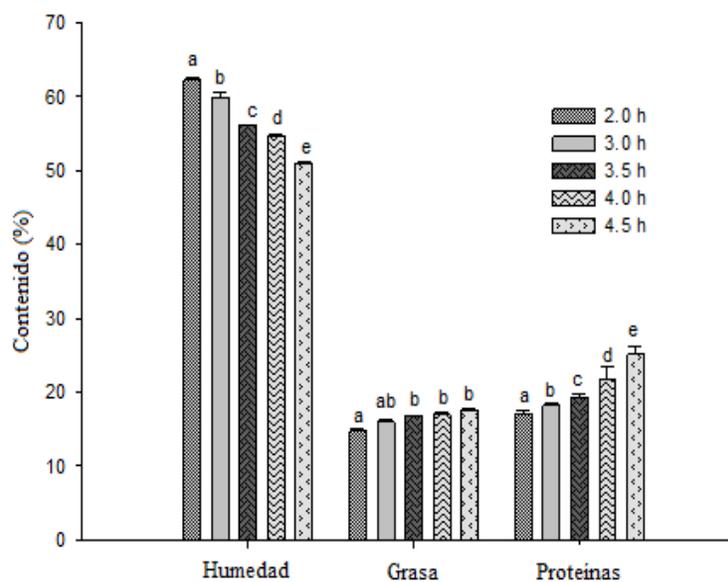


Figura 4.2 Efecto del tiempo de prensado en el contenido de humedad, grasa y proteínas.

Determinación de Textura

Los valores de dureza observados se mantuvieron en el intervalo de 0.72 – 3.18 N. Los quesos de TB fueron más suaves ($P < 0.05$) al compararse con el resto. Los quesos de TLA, TV, COS presentaron valores similares ($P > 0.05$) para este parámetro, mientras que los quesos de ACU, CHA e IX presentaron valores similares ($P > 0.05$) y se diferenciaron del resto por presentar los valores más elevados, es decir por ser más duros (Cuadro 4.4). La adhesividad se mantuvo entre los -0.03 – -0.26 N sin diferencias ($P > 0.05$) entre los quesos de los municipios estudiados ($P > 0.05$). Los valores en ambos parámetros son inferiores a lo encontrado por Lobato-Calleros *et al.* (2007) quienes observaron un intervalo de 3.91 – 4.59 N en dureza y -0.51 – -0.54 en adhesividad en quesos frescos con diferentes niveles de sustitución de la grasa de la leche por aceite de canola, preparados bajo condiciones controladas. Los valores de dureza se correlacionaron de forma negativa con la humedad ($r=-0.60$) y de manera positiva con el contenido de grasa ($r=0.53$) y proteínas ($r=0.50$) debido a un efecto de concentración, a menor humedad, existe mayor concentración de proteínas y grasa, lo que le proporciona estabilidad a la matriz proteica (Hussein y Shalaby, 2014). Se encontró que el tiempo de prensado, número de giros, adición de grasa vegetal y porcentaje de sal influyeron significativamente ($P < 0.05$) sobre la dureza de los quesos (Figura 4.3a, b, c y d). El tiempo de prensado favoreció la pérdida de humedad, ya que hubo mayor tiempo para que el agua se transfiriera del interior hacia el exterior (Simal *et al.*, 2001) aumentando la concentración de sólidos. Los quesos que fueron volteados más veces retuvieron más humedad presentando valores más bajos de dureza. La adición de grasa vegetal incrementó la dureza debido a que el diámetro mayor de los glóbulos permitió una cantidad mayor de proteínas por unidad de área en los glóbulos de grasa, confiriéndole

mayor resistencia a la deformación a la matriz proteica (Cunha *et al.*, 2010). Un porcentaje mayor de sal incrementó la dureza, debido probablemente a una disminución en el grado de proteólisis (Guo *et al.*, 2011).

Cuadro 4.4 Parámetros de textura del queso ranchero Jarocho.

Municipio	Dureza (N)	Adhesividad (N)
TB	0.72 ± 0.10 a	-0.26 ± 0.27 a
TLA	1.72 ± 0.17 b	-0.11 ± 0.11 a
TV	1.81 ± 0.61 b	-0.18 ± 0.14 a
COS	1.85 ± 0.41 b	-0.03 ± 0.04 a
ACU	2.18 ± 0.64 bc	-0.08 ± 0.10 a
CHA	2.56 ± 0.59 c	-0.16 ± 0.18 a
IX	3.18 ± 0.60 c	-0.14 ± 0.10 a

^{a e} Diferentes superíndices en las misma columna indica diferencias significativas ($P < 0.05$).

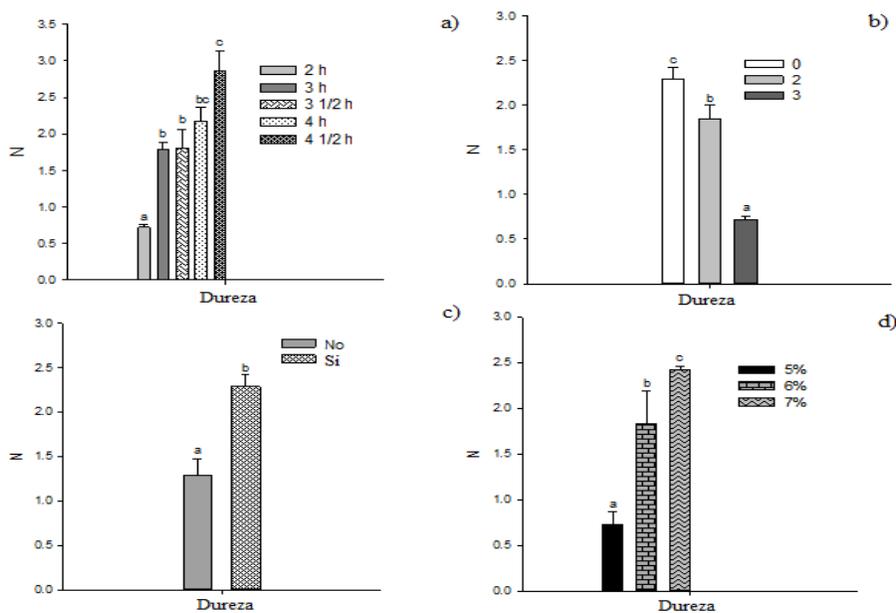


Figura 4.3 Efecto de: a) tiempo de prensado (horas), b) número de giros, c) adición de grasa vegetal y d) porcentaje de sal, sobre la dureza de los quesos analizados.

Determinación de color

Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) para los parámetros L^* y C^* entre algunos quesos de los diferentes municipios, mientras que los valores de Hue fueron similares ($P > 0.05$) en todos los quesos (Cuadro 4.5). L^* presentó un intervalo de $90.5 \pm 0.67 - 92.5 \pm 0.70$, lográndose diferenciar ($P < 0.05$) con base en este parámetro los quesos de CHA con los valores más bajos de blancura, y los de TLA con valores más elevados. El intervalo observado en los valores de blancura es similar al intervalo ($86.33 - 92.38$) observado en el queso fresco de Minas en Brasil (Magenis *et al.*, 2014). Los quesos presentaron una tonalidad (ángulo Hue) similar entre todas las queserías ($P > 0.05$) con valores entre los $87.2^\circ - 89.4^\circ$, lo que indica proximidad al color amarillo (90°) (Cuadro 4.4), con diferencias en la saturación de color (C^*), siendo los quesos de ACU, CHA e IX los de mayor saturación de color, los cuales se diferenciaron ($P < 0.05$) de los quesos de TV, COS y TLA que fueron los que presentaron una menor saturación de color. Se observó una correlación entre L^* y el contenido de humedad ($r = 0.38$, $P < 0.001$) de tal forma que aquellos quesos con mayor contenido de humedad, fueron los que presentaron una mayor blancura (L^*), esto debido a que un mayor contenido de agua incrementa la capacidad de los quesos de reflejar o transmitir la luz (Magenis *et al.*, 2014). La saturación de color (C^*) se correlacionó de forma negativa ($r = -0.43$, $P < 0.001$) con el contenido de humedad, ya que los quesos con mayor humedad presentaron menor saturación de color.

Cuadro 4.5 Parámetros de color del queso ranchero Jarocho.

Municipio	L*	a*	b*	C*	Hue °
CHA	90.5 ± 0.67 ^a	0.2 ± 0.16 ^c	16.1 ± 0.89 ^c	16.1 ± 0.89 ^c	89.0 ± 0.37 ^a
IX	90.7 ± 0.79 ^{ab}	0.1 ± 0.11 ^{bc}	15.6 ± 0.53 ^c	15.6 ± 0.53 ^c	89.3 ± 0.38 ^a
ACU	91.0 ± 0.42 ^{ab}	0.1 ± 0.13 ^{bc}	16.4 ± 1.04 ^c	16.4 ± 1.04 ^c	89.4 ± 0.47 ^a
TB	91.5 ± 5.46 ^{ab}	0.1 ± 0.11 ^{bc}	14.7 ± 1.10 ^{bc}	14.7 ± 1.10 ^{bc}	89.4 ± 0.29 ^a
COS	91.9 ± 0.73 ^{ab}	-0.1 ± 0.14 ^b	13.0 ± 0.66 ^{ab}	13.0 ± 0.66 ^{ab}	89.3 ± 0.40 ^a
TV	92.1 ± 0.64 ^{ab}	0.4 ± 0.18 ^c	14.2 ± 0.62 ^{ab}	14.2 ± 0.62 ^{ab}	88.3 ± 0.70 ^a
TLA	92.5 ± 0.70 ^b	-0.4 ± 0.30 ^a	12.0 ± 2.94 ^a	12.0 ± 2.91 ^a	87.2 ± 3.05 ^a

^{ac} Diferentes superíndices en las misma columna indica diferencias significativas ($P < 0.05$).

Caracterización microbiológica del queso

Los resultados del ANOVA del análisis microbiológico del queso de los distintos municipios se presentan en el Cuadro 4.6. El CTB presentó una variabilidad en el intervalo de 5.50 - 6.15 log UFC/g; es decir, entre 390000 y 1440000 UFC/g, lo cual es similar al intervalo (5.82 - 7.26) observado en el queso crema tropical de Chiapas (Romero-Castillo *et al.*, 2009). Estas similitudes pueden deberse a que ambos quesos son preparados con leche cruda, además de que reflejan deficiencias sanitarias durante el proceso de elaboración. Los quesos de TB, CHA y COS, presentaron CTB similares ($P > 0.05$), diferenciándose ($P < 0.05$) del resto de los quesos.

El conteo de hongos y CCT, presentó una alta variabilidad con intervalos de 0.0 - 3.91 (1 – 8000 UFC/g) y 0.0 - 4.95 log UFC/g (1 – 90000 UFC/g), respectivamente. Los quesos de TB y COS presentaron valores similares ($P > 0.05$) para hongos y CCT y se diferenciaron

($P < 0.05$) del resto de los quesos al presentar los conteos más bajos. Esta diferencia se relaciona con prácticas del proceso de elaboración, ya que se observó que en las queserías donde se evaluó la calidad de la leche se encontraron valores menores ($P < 0.05$) para CTB (5.62 ± 0.01), CCT (0.00 ± 0.08) y Hongos (0.00 ± 0.03) al compararse con las queserías donde la leche pasa directamente al proceso de elaboración (Figura 4.4a).

El material de los recipientes que están en contacto con la leche durante la elaboración del queso también influyó ($P < 0.05$) sobre la carga microbiana del queso, ya que en las queserías donde se utilizaron recipientes de acero inoxidable, los valores para CTB (5.60 ± 0.01), CCT (0.00 ± 0.08) y Hongos (0.00 ± 0.03) fueron menores que en las queserías donde se usan recipientes de plástico (Figura 4.4b). Esto se debe a que la limpieza de los recipientes de acero se realiza de mejor manera, los residuos de leche o agua (Pantoja *et al.*, 2009). En las queserías donde los productores recibieron cursos de capacitación, los valores de CTB (5.64 ± 0.01), CCT (1.38 ± 0.07) y Hongos (1.06 ± 0.03) fueron menores ($P < 0.05$) que en las que no se recibieron cursos de capacitación (Figura 4.4c).

Se observó que existe correlación entre la calidad microbiológica de la leche que entra al proceso de elaboración y los conteos microbianos del queso obtenido. Para CTB la correlación fue media ($r=0.64$, $P < 0.05$) y para CCT fue una correlación elevada ($r=0.98$, $P < 0.001$). En general existieron diferencias ($P < 0.05$) en los diferentes parámetros microbiológicos evaluados entre los quesos de los diferentes municipios, resultando que los quesos de TB, CHA y COS presentaron valores más bajos en todos los parámetros, y corresponden a las leches con los conteos más bajos.

Los quesos de IX y ACU presentaron los conteos más elevados para CCT, correspondiendo a las leches con una mayor carga inicial de coliformes totales. De acuerdo con la USDA (2011), es posible reducir la carga microbiana patógena a través de la pasteurización o ultrapasteurización de la leche, sin embargo, a menudo este tipo de proceso térmico afectan las características genuinas del queso tradicional o artesanal, ya que se eliminan también algunos microorganismos que le confieren características sensoriales específicas (Aldrete-Tapia *et al.*, 2014).

Cuadro 4.6 Análisis microbiológico del queso ranchero Jarocho.

Municipio	CTB (log UFC/g)	Hongos (log UFC/g)	CCT (log UFC/g)
TB	5.59 ± 0.02 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a
CHA	5.61 ± 0.01 ab	3.39 ± 0.01 b	4.26 ± 0.03 d
COS	5.66 ± 0.01 ab	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a
TV	5.68 ± 0.00 b	3.20 ± 0.00 b	4.16 ± 0.01 b
TLA	5.68 ± 0.01 b	3.20 ± 0.03 b	4.15 ± 0.01 c
ACU	5.97 ± 0.00 c	3.91 ± 0.01 d	4.94 ± 0.00 e
IX	6.15 ± 0.11 d	3.64 ± 0.36 c	4.95 ± 0.00 e

IX= Ixmatalhuacan; CHA= Chacaltianguis, TB= Tierra Blanca, TV= res Valles, TLA= Tlacotalpan, COS= Cosamaloapan, ACU= Acula. ^{a e} Diferentes superíndices en las misma columna indican diferencias significativas (P < 0.05).

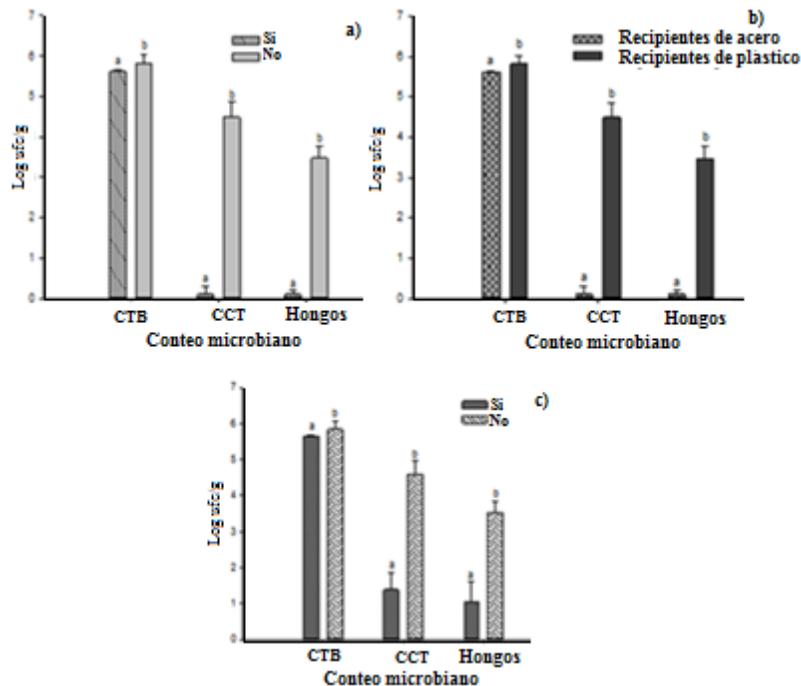


Figura 4.4 Efecto de: a) pruebas de calidad en la leche, b) tipo de recipiente y c) capacitación del productor, sobre el conteo total bacteriano (CTB), conteo de coliformes totales (CCT) y conteo de hongos en los quesos analizados.

Evaluación sensorial del queso

El ANOVA a tres factores con interacción (Figura 4.5a) reveló el efecto discriminante del panel. Por medio de las elipses de confianza se aprecia que el queso TB fue diferenciado debido a una mayor intensidad en los atributos BR, CT, AL y RL (Figura 4.5b) mientras que los quesos ACU e IX presentaron similitudes al igual que los quesos TLA, COS, CHA y TV, formándose tres grupos diferentes ($P > 0.05$) de acuerdo la prueba de Hotelling T^2 (0.205, 0.39 y 0.14, respectivamente). Los quesos TV, TLA y COS presentaron mayor intensidad en PV, PS, relacionándose con el contenido de humedad, además de presentar mayor intensidad en los atributos OS, OO, SA y TI. Los quesos de CHA se relacionaron con una mayor intensidad en los atributos FT y DB, relacionándose con un mayor contenido de proteínas y un mayor valor de dureza (Figura 4.6). En las Figuras 4.6a y 4.6b

se observa el 70 % de la inercia total de los datos en los dos primeros componentes principales. La Figura 4.6a muestra que los quesos COS, TV y TLA se agruparon de acuerdo con la cantidad de sal utilizada en su elaboración. Esto concuerda con lo revelado por el panel ($R_{VSE-EN} = 0.76$) ya que percibieron estos quesos con mayor intensidad en el atributo SA (Figura 4.6b). Para el caso de la correlación entre los datos sensoriales y fisicoquímicos-instrumentales, la Figura 4.6b reveló que los atributos BR y CT se relacionaron con un mayor contenido de humedad, correspondiendo con los quesos de TB que fueron los que presentaron mayor humedad y mayor blancura (L^*). Los atributos FT y DB se relacionaron con un mayor contenido de proteínas y por lo tanto valores más elevados de dureza. Este efecto se aprecia en la Figura 4.6c, donde se observa que los datos sensoriales y fisicoquímicos-instrumentales son muy próximos al punto medio en todos los quesos lo cual se confirmó con el coeficiente R_v , ($R_{VSE-FQ} = 0.74$).

El tamaño de las elipses de confianza es similar entre los dos tipos de datos por lo tanto en la Figura 4.6c se aprecia una mejor discriminación, ya que los quesos COS y TLA forman un grupo opuesto al grupo de ACU e IX, por un lado; y por otro TV, CHA y TB. Mediante el análisis sensorial se lograron discriminar los distintos quesos provenientes de los diferentes municipios, además de identificar las características fisicoquímicas que determinan tales atributos sensoriales. Los atributos BR, PS, PV y CT estuvieron relacionados con los quesos que presentaron un mayor contenido de humedad y valores mayores de L^* . Los quesos con mayor intensidad en el atributo SA fueron aquellos a los que se les añadió mayor porcentaje de sal. Los quesos con mayor intensidad de DB y FT fueron aquellos que presentaron mayor contenido de proteínas y por lo tanto una mayor dureza instrumental.

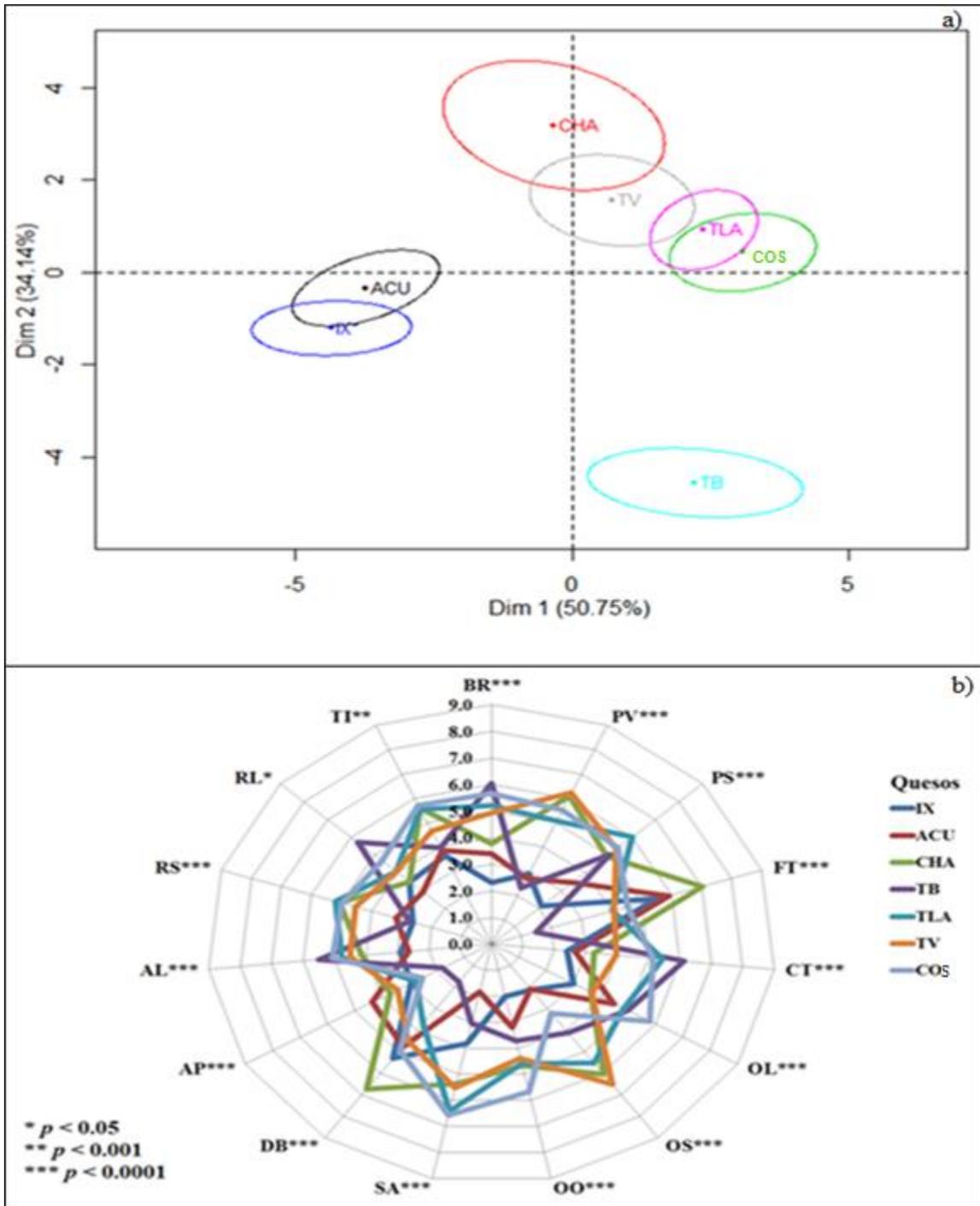


Figura 4.5 a) Elipses de confianza alrededor de los quesos y b) Perfil sensorial de los quesos.

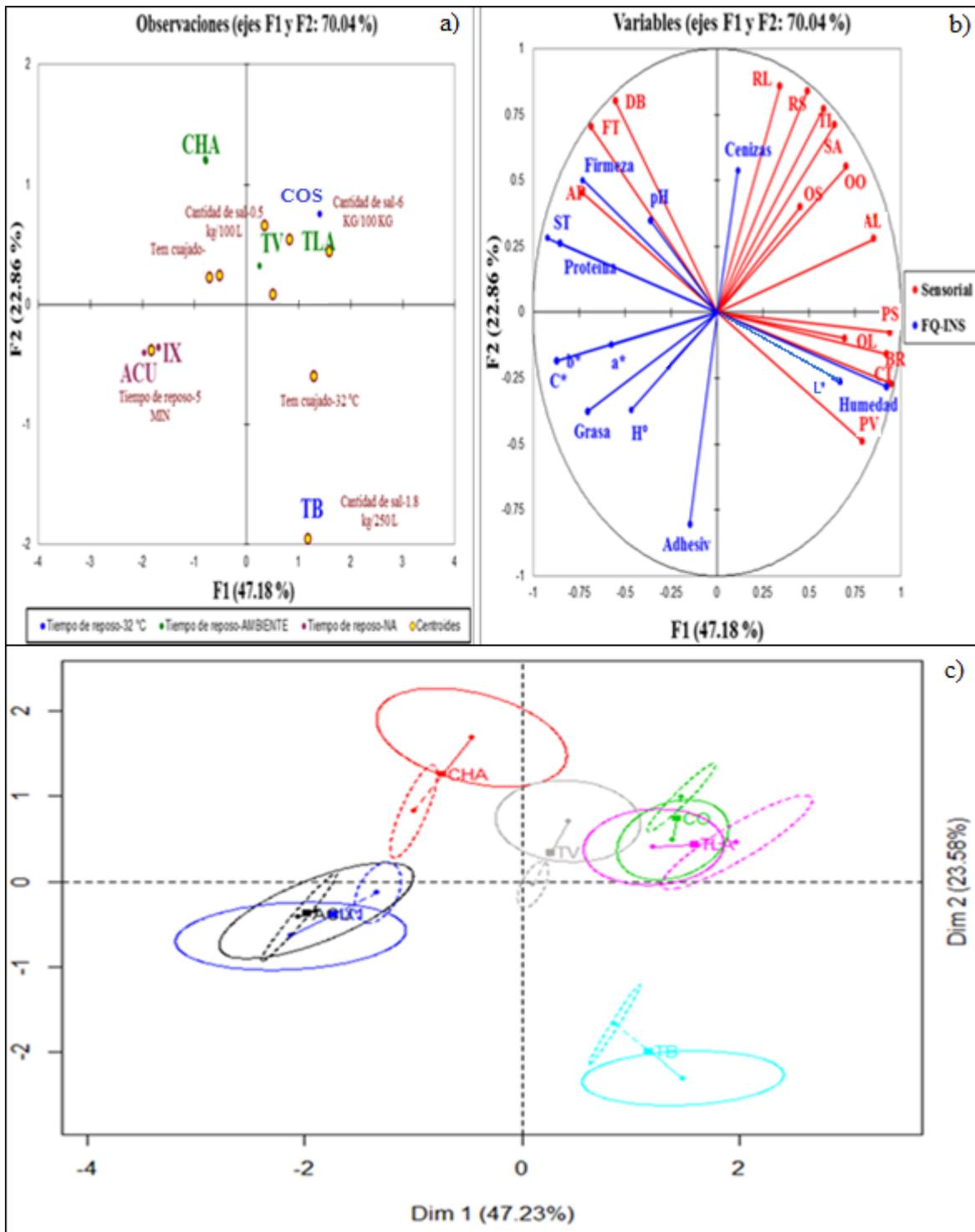


Figura 4.6 a) Espacio multivariado de la encuesta, b) Correlación sensorial-fisicoquímico-instrumental (FQ-INS) y c) Representación global y parcial de los quesos en el AFM (línea sólida = datos sensoriales, línea punteada = datos fisicoquímicos).

4.4. CONCLUSIONES

El queso ranchero Jarocho surge como una estrategia de conservación de los sólidos de la leche en épocas de alta producción y se vincula fuertemente con el territorio, ya que es elaborado con leche proveniente del sistema de producción de DP como una tradición incluso transgeneracional. Las diferencias en el proceso de elaboración del queso ocasionan variabilidad en las características de éste. La evaluación de la calidad de la leche y el uso de recipientes de acero inoxidable redujeron con una $P < 0.05$ la carga microbiana del queso. Un mayor tiempo de prensado, mayor cantidad de sal y menor número de giros, redujeron con una $P < 0.05$ su humedad, y generando una mayor firmeza. Las diferencias en el proceso de elaboración se reflejaron en características sensoriales heterogéneas en los atributos salado, brillante, firme al tacto, cremoso al tacto, poroso en vista y dureza en boca, que permitieron la discriminación de los quesos. La sustitución de la grasa de la leche por grasa vegetal, específicamente en algunas queserías, revelada en el análisis de la leche, cataloga al producto como un queso análogo (Bachmann, 2001) lo cual pone en riesgo su valorización como un queso genuino. Los quesos que fueron catalogados como más típicos por el panel de catadores fueron los elaborados en los municipios de Tlacotalpan, Tres Valles y Cosamaloapan y se distinguieron del resto por ser más salados y presentar una mayor porosidad a la vista, presencia de suero, olor a suero y olor a ordeño. Se requieren más estudios enfocados en la caracterización de la flora microbiana que confiere características sensoriales específicas al queso ranchero Jarocho, con la finalidad de aislarlos y permitir al productor efectuar la pasteurización de la leche y la posterior reincorporación de los microorganismos. Es necesaria la estandarización del proceso que permitan reducir la heterogeneidad de sus características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales.

4.5. LITERATURA CITADA

- Abdi H., Williams L., and Valentin D. 2013. Multiple factor analysis: principal component analysis for multitable and multiblock data sets. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics* 5: 149-179.
- Aldrete-Tapia A., Escobar-Ramírez M., C., Tamplin M., L., and Hernández-Iturriaga M. 2014. High-Throughput Sequencing of Microbial Communities in Poro Cheese, an Artisanal Mexican Cheese. *Food Microbiology* 44: 136 – 141.
- AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis*, 15th edn. Washington, DC: Association of Analytical Chemists International.
- Bachmann H., P. 2001. Cheese analogues: a review. *International Dairy Journal* 11: 505-515.
- Ballester J., Patris B., Symoneaux R., and Valentin D. 2008. Conceptual vs. perceptual wine spaces: Does expertise matter. *Food Quality and Preference* 19: 267–276.
- Bernal M., L., G. Rojas M., F. Vázquez C., O. Espinoza A., F. Estrada J., y O. Castelán O. 2007. Determinación de la calidad fisicoquímica de la leche cruda producida en sistemas campesinos en dos regiones del Estado de México. *Revista Veterinaria México* 38: 395-407.
- Briñez W., J., Valbuena E., Castro G., Tovar A., y J. Ruiz R. 2008. Algunos parámetros de composición y calidad en leche Cruda de vacas doble propósito en el municipio Machiques de Perijá Estado Zulia, Venezuela. *Revista Científica FCV-LUZ* 18: 607-617.
- Cadoret M., and Husson F. 2013. Construction and evaluation of confidence ellipses applied at sensory data. *Food Quality and Preference* 28: 106-155.
- Calderón A., García F., y Martínez G. 2006. Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. *Revista MVZ Córdoba* 11: 725-737.
- Cipolat-Gotet C., Cecchinato A., De Marchi M., and Bittante G. 2013. Factors affecting variation of different measures of cheese yield and milk nutrient recovery from an individual model cheese-manufacturing process. *Journal of dairy science* 96: 7952-7965.
- Cunha C., R., A. Dias I., and W. Viotto H. 2010. Microstructure, texture, colour and sensory evaluation of a spreadable processed cheese analogue made with vegetable fat. *Food Research International* 43: 723-729.
- Diamantino V., R., F. Beraldo A., T. Sunakozawa N., and A. Penna B. 2014. Effect of octenyl succinylated waxy starch as a fat mimetic on texture, microstructure and physicochemical properties of Minas fresh cheese. *LWT-Food Science and Technology* 56: 356-362.
- Draaiyer J., Dugdill B., Bennett A., and Mounsey J. 2009. Milk testing and payment systems. In *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (Eds.), a practical guide to assist milk producer groups.*

- Gómez M., A., M. S. Murillo, y P. C. Albert. 2006. *Catalogación y Caracterización de los Productos Típicos Agroalimentarios de Andalucía*. Ed. Mondadori. Andalucía, España. 578 p.
- Guo L., Van D. Hekken L., P. Tomasula M., Shieh J., and M. Tunick H. 2011. Effect of salt on the chemical, functional, and rheological properties of Queso Fresco during storage. *International Dairy Journal* 21: 352-357.
- Hernández-Morales C., A. Hernández-Montes, E. Aguirre-Mandujano, and A. De Gante V. 2010. Physicochemical, microbiological, textural and sensory characterisation of Mexican Añejo cheese. *International journal of dairy technology* 63: 552-560.
- Hussein G., A., and Shalaby S. 2014. Microstructure and textural properties of Kareish cheese manufactured by various ways. *Annals of Agricultural Sciences* 59: 25-31.
- Husson F., Lê-Dien S., Pagès J. 2005. Confidence ellipse for the sensory profiles obtained by principal component analysis. *Food Quality and Preference* 16: 245-250.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2013. *Cría y explotación de animales en Veracruz de Ignacio de la Llave. Censo Agropecuario 2007*.
- Lê-Dien S., and Husson F. 2008. Sensominer: a package for sensory data analysis. *Journal of Sensory Studies* 23: 14-25.
- Lobato-Calleros C., Reyes-Hernández J., Beristain C. I., Hornelas-Urbe Y., Sánchez-García J. E., and Vernon-Carter E. 2007. Microstructure and texture of white fresh cheese made with canola oil and whey protein concentrate in partial or total replacement of milk fat. *Food research international* 40: 529-537.
- Magenis R., B., E. Prudêncio S., C. Fritzen F., M. Stephan P., Silvio do Egito A., and Daguer H. 2014. Rheological, physicochemical and authenticity assessment of Minas Frescal cheese. *Food Control* 45: 22-28.
- NMX-F-700-COFOCALEC-2012. 2012. *Especificaciones fisicoquímicas, sanitarias y métodos de prueba*. México: Consejo para el fomento de la calidad de la leche y sus derivados A.C.
- NOM-155-SCFI-2011. 2011. *Leche, formula láctea y producto lácteo combinado, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba*. México: Secretaría de Economía.
- Oros N., V., P. Díaz R., J. Vilaboa A., P. Martínez D., y H. Torres G. 2011. Caracterización por grupos tecnológicos de los hatos ganaderos doble propósito en el municipio de las Choapas, Veracruz, México. *Revista Científica* 21: 57-63.
- Pantoja J., C., F., D. Reinemann J., and P. Ruegg L. 2009. Associations among milk quality indicators in raw bulk milk. *Journal of Dairy Science* 92: 4978-4987.
- Périnel E., and Pagès J. 2004. Optimal nested cross-over designs in sensory analysis. *Food Quality and Preference* 15: 439-446.

- Rainey B. 1986. Importance of reference standards in training panelists. *Journal of Sensory Studies* 1:149-154.
- Ramos M. 1976. *Manual de métodos de análisis de leche y lácteos*. Editorial Ramos Córdoba. México, D.F., México. 72 p.
- Romero-Castillo, P., A., G. Leyva R., J. Cruz C., y A. Santos M. 2009. Evaluación de la calidad sanitaria de quesos crema tropical mexicano de la región de Tonalá, Chiapas. *Revista mexicana de ingeniería química* 8: 111-119.
- Scintu M., and G. Piredda. 2007. Typicity and biodiversity of goat and sheep milks products. *Small Ruminant Research* 68:221-231.
- Simal S., E. Sánchez S., Bon J., Femenia A., and Rosello C. 2001. Water and salt diffusion during cheese ripening: effect the external and interno resistents to mass transfer. *Journal of food Engineering* 48: 269-275.
- USDA. 2011. *Milk for Manufacturing Purposes and its Production and Processing, Recommended Requirements*. Dairy Programs. E.E.U.U.
- Villegas G., A., M. A. Santos M. y A. Hernández. 2009. Los quesos mexicanos genuinos: contribución a su rescate a través de la vinculación Universidad-Productores. *Claridades Agropecuarias* 191: 29-35.

DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

1. DISCUSIÓN GENERAL

El Sistema de Producción Agroindustrial leche-queso ranchero Jarocho del DDR 008 se concibió como un sistema abierto cuya estructura se determinó por la interacción de sus componentes. Este sistema comprende dos actores principales que son, los productores primarios o sistemas de producción de leche y la industria procesadora o queserías que en un esquema de división del trabajo actúan socios estratégicos que determinan la estructura y comportamiento de un conjunto productivo en un espacio y momento dados. Estos dos actores principales identificados en el presente estudio son similares a los identificados por Del Valle *et al.* (1997) en la cadena láctea en Colombia, quienes observaron como actores principales a los productores de leche cruda y la industria de productos lácteos.

Derivado del análisis del sistema estudiado se logró apreciar una tendencia hacia la integración vertical entre agentes de todas las fases del ciclo de producción agroindustrial leche-queso, desde la producción primaria (incluyendo el suministro de insumos) hasta el consumo. Asimismo, se observan procesos de coordinación de forma horizontal entre agentes de un mismo sector, como el de los ganaderos, a través de la Asociaciones Ganaderas Locales, que en su organización pueden llegar a conformarse como un actor de gran importancia para definir las relaciones que se establecen en la coordinación vertical. En este contexto se identificó que el Estado juega un papel fundamental y debe actuar como un agente que intervenga en la estabilización de precios, mediante subsidios al consumo y a la exportación de productos industrializados y apoyando además la innovación, difusión e incorporación de tecnología, lo cual es fundamental si se busca abatir el bajo nivel tecnológico encontrado en más del 80 % de las Unidades de Producción.

Dentro de la producción primaria, se observó que en las Unidades de Producción estudiadas predominó el sistema de doble propósito con la explotación de la cruce Suizo x Cebú, como una estrategia por parte de los productores para obtener niveles aceptables de producción de leche y carne, con animales resistentes a enfermedades y a las condiciones climáticas tropicales (Briñez *et al.*, 2008). La suplementación de vacas en ordeña fue una práctica poco recurrente debido a que los productores buscan mantener sus costos de producción bajos (Oros *et al.*, 2011); por lo tanto, los animales son alimentados en condiciones de pastoreo principalmente con especies de pastos inducidos. El sistema de producción de leche en el DDR 008 se caracterizó por presentar una gran heterogeneidad, ya que fue posible observar Unidades de Producción donde la leche se obtiene en condiciones rústicas con un nivel tecnológico bajo en co-existencia con unidades altamente tecnificadas, lo cual es característico de los sistemas de doble propósito (Espinosa *et al.*, 2000). En este sistema se identificaron cuatro tipologías de productores, con base en el tamaño de sus Unidades de Producción, el índice tecnológico y los ingresos percibidos por la venta de leche.

La existencia de tipologías de productores dentro del sistema de doble propósito ha sido documentada en México (Leos-Rodríguez *et al.*, 2008; Hernández *et al.*, 2013), Chile (Smith *et al.*, 2002; Carrillo *et al.*, 2011) y Venezuela (Urdaneta *et al.*, 2004). En este estudio fue posible establecer que la adopción de tecnología se relacionó con la edad del productor ya que aquellos productores más longevos presentaron un mayor índice tecnológico en sus Unidades de Producción, lo cual podría relacionarse con la visión empresarial de los productores (Díaz *et al.*, 2011); sin embargo, el incremento en los ingresos estuvo relacionado mayormente con el incremento en la superficie y número de vacas, que con los incrementos en la productividad por

animal y superficie. Esto podría deberse a que los productores más longevos presentan mayor experiencia en el manejo de sus Unidades de Producción.

En las Unidades de Producción de leche, interactúan factores genéticos, fisiológicos, zootécnicos y ambientales que afectan la cantidad de leche producida y su composición. En las Unidades de Producción estudiadas la heterogeneidad en las condiciones de producción, anteriormente señalada, se reflejó en la variabilidad de calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche. En este estudio se encontró que la cruce Holstein x Cebú incrementó el rendimiento productivo, obteniendo leche con un contenido bajo de grasa, proteínas, lactosa y sólidos no grasos. Este efecto de dilución causado por la mayor producción ha sido documentado anteriormente (Glantz *et al.*, 2009); sin embargo, el contenido de sólidos (proteína, lactosa, sólidos no grasos) encontrado en la leche analizada fue inferior al bajo contenido de sólidos reportado por efecto de la raza (30,7 - 36,6 g/L) (Calderón *et al.*, 2006; Bernal *et al.*, 2007; Briñez *et al.*, 2008), por lo que respaldándose con los valores de densidad y crioscopía observados, el contenido bajo de sólidos apuntó hacia prácticas de adulteración por adición de agua más que a factores fisiológicos.

La calidad microbiológica de la leche analizada en general fue aceptable, ya que todas las muestras presentaron valores inferiores a 100,000 UFC/mL para el conteo total bacteriano y sólo el 28 % presentó valores superiores a 750 UFC/mL para el conteo de coliformes totales. Esto debido a que las muestras fueron tomadas en las Unidades de Producción con poco tiempo transcurrido después del ordeño. Entre los factores que afectaron la calidad microbiológica de la leche, se encontró el tipo de ordeño, observándose que en aquellas Unidades de Producción donde se utiliza el ordeño mecánico (2 % de las Unidades de Producción), las cuentas bacterianas fueron inferiores. Este efecto ha sido observado con anterioridad por Mhone *et al.* (2011), sin

embargo de acuerdo con Sraïri *et al.* (2009) la limpieza del equipo de ordeño con los detergentes adecuados es fundamental para eliminar residuos de leche, los cuales podrían incrementar el conteo de coliformes (Pantoja *et al.*, 2011).

En la industria procesadora fue posible detectar heterogeneidad tanto a nivel económico como tecnológico. Estas condiciones coinciden con lo observado por Espinosa *et al.* (2006) en el Estado de México, quienes documentaron cuatro tipos de industrias procesadoras de queso: empresas líderes, empresas en expansión, empresas fósiles y empresas en decadencia. Tomando como base la clasificación propuesta por Espinosa *et al.* (2006), en el DDR 008 únicamente se identificarían empresas en expansión y en decadencia; sin embargo, el término “en decadencia” podría no ser el adecuado ya que este tipo de empresas familiares localizada en zonas rurales que elaboran quesos artesanales presentan un potencial muy alto, ya que tal como lo señalan Cervantes *et al.* (2008), estas queserías de tipo artesanal producen quesos genuinos y llegan a transformar hasta el 47 % de los quesos en México, lo que las convierte en competitivas. En el mismo sentido, Boucher (2002) menciona que las agroindustrias ubicadas en los territorios rurales se caracterizan por formar concentraciones que movilizan los recursos y forman cadenas productivas creando así articulaciones entre las Unidades de Producción de leche con la agroindustria, permitiendo el acceso a mercados urbanos.

En México existen muchos ejemplos de industrias procesadoras de quesos en zonas rurales, entre ellos se encuentran los estudiados por Cesín *et al.* (2003) en la zona de Puebla donde se presentan de 20 a 25 agroindustrias que transforman aproximadamente 11,200 litros diarios para la elaboración de quesos artesanales tipo Oaxaca y fresco, que comercializan en mercados locales y regionales. Otro caso es el identificado por Poméon *et al.* (2007) con la concentración de queserías rurales en Tlaxco, Tlaxcala, donde las queserías obtienen sus recursos del territorio

donde se ubican, elaboran quesos tradicionales y participan en mercados urbanos, aunque la integración entre los actores de la cadena es poca y no permiten que se lleven acuerdos para potencializar sus ventajas. El caso más relevante es el de queso Cotija en la Sierra de Jalmich, cuya experiencia se ha convertido en objeto de estudio de diversos investigadores (Poméon *et al.*, 2007). Si bien diversos autores defienden el potencial de estas industrias, también es cierto que se enfrentan a una problemática complicada debido a la apertura comercial, los tratados comerciales como el Tratado de Libre Comercio (TLC) con América del Norte y las regulaciones de la OMC incluyen fracciones arancelarias para la importación de derivados lácteos como quesos además de productos que son empleados como insumos para la elaboración de análogos (Muñoz *et al.*, 2000), por lo que es necesario estudiar a fondo el efecto de la apertura comercial a escala regional considerando las regiones o territorios queseros como casos de estudio.

Con respecto a los productos análogos, en la presente investigación se planteó analizar la calidad de la leche en las diferentes queserías, antes de entrar al proceso de elaboración; sin embargo, debido a que en algunas de estas queserías se practica la adición de grasa vegetal con la finalidad de incrementar el rendimiento, las lecturas realizadas mediante el Lactoscan S (Milkotronic Ltd., 4 Narodni Buditeli Str. 8900 Nova Zagora Bulgaria) no fueron válidas debido a que se encontraron contenidos superiores a 85 g/L esto debido a que los glóbulos de grasa presentan un diámetro superior al de los glóbulos de grasa propios de la leche (Cunha *et al.*, 2010), por lo que el Lactoscan S no puede ser utilizado para determinaciones de leches adulteradas con grasa vegetal.

De acuerdo con lo anterior, es necesario resaltar que la sustitución parcial o total de la grasa de la leche por grasa vegetal cataloga al producto como un análogo (Bachmann, 2001), lo cual pone en riesgo su valorización como un queso genuino, por lo tanto es necesario concientizar a los

productores interesados en proteger comercialmente el nombre del queso rancho Jarocho de las especificaciones normativas internacionales que se deben cumplir para catalogar un queso como genuino.

El queso rancho Jarocho elaborado en el DDR 008 se distinguió por su alta variabilidad en cuanto a sus características fisicoquímicas, lo cual es atribuible a la variabilidad en las características de la leche (Magenis *et al.*, 2014) o heterogeneidad en las condiciones de procesamiento, que causan diferencias en la recuperación de proteínas y grasa durante el cuajado (Cipolat-Gotet *et al.*, 2013). Estas diferencias afectaron la textura, encontrándose una correlación positiva entre el contenido de grasa y proteínas, debido a que un mayor contenido de grasa y proteínas le confieren mayor estabilidad a la matriz proteica (Hussein y Shalaby, 2014). En cuanto a los parámetros de color, todo los quesos fueron similares, presentando una tonalidad (Hue) con valores entre los 87.2° - 89.4°, lo que indica proximidad al amarillo (90°) con diferentes niveles de blancura (L*) y saturación (C*). Esta variabilidad en las características fisicoquímicas texturales y sensoriales fueron detectadas a un nivel sensorial, ya que el panel logró establecer diferencias entre el queso elaborado en Tierra Blanca debido a una mayor intensidad en los atributos brillante, cremoso al tacto, olor a leche, aroma a leche y resabio a leche. El conteo total microbiano fue similar al observado en el queso crema tropical de Chiapas (Romero-Castillo *et al.*, 2009), lo cual indica malas prácticas en el proceso de elaboración de los quesos. Además se observó que en aquellas queserías donde se realizaron pruebas de calidad a la leche al momento de la recepción, se utilizaron recipientes de acero inoxidable y los productores y trabajadores reciben cursos de capacitación, presentaron conteos microbianos bajos con respecto a las queserías donde no se realizan tales prácticas.

2. CONCLUSIONES GENERALES

El sistema de producción de leche en el Distrito de Desarrollo Rural 008 presenta condiciones contrastantes con base en aspectos socioculturales, tecnológicos y productivos, siendo evidente sus limitaciones estructurales ya que más del 80 % de los productores presentaron un nivel tecnológico bajo. Tales contrastes y deficiencias en el sistema de producción de leche afectaron las características de la leche producida, la cual presentó una calidad fisicoquímica deficiente, debido a que no cumplió con el contenido mínimo de proteína, lactosa y sólidos no grasos, por lo tanto se observaron valores elevados de crioscopía (-0.490 C) y bajos de densidad (1027.45 g/L). Estos problemas con la calidad de la leche, además de relacionarse con deficiencias estructurales, se relacionaron con prácticas de adulteración por adición de agua, a lo cual el productor recurre con la finalidad de incrementar el volumen de leche vendida y percibir más ingresos, sin embargo representa un fraude e impacta negativamente en la industria quesera, pues afecta el rendimiento productivo. Una alternativa podría ser la suplementación de vacas en ordeño, debido a que en el presente estudio mostró incrementar la producción de leche sin tener un impacto negativo en el contenido de sólidos, sin embargo es necesario analizar las implicaciones económicas y determinar si esta práctica es redituable para el productor. Otro problema detectado en la leche fue que el 28 % de las muestras presentaron valores elevados de coliformes totales (5.80×10^2). Este dato es importante ya que en la zona de estudio es común el consumo de leche cruda, la cual es también utilizada para elaborar quesos artesanales, lo que representa un riesgo de enfermedades alimentarias producidas por bacterias patógenas. De acuerdo con los resultados, el productor puede mejorar la calidad microbiológica de la leche, al fomentar las buenas prácticas de ordeño, transporte y almacenamiento.

Lo anterior pone en evidencia la necesidad de fomentar el uso de tecnología para mejorar los índices productivos de los sistemas de doble propósito del DDR 008 y los ingresos de los productores. Se espera que la información obtenida en este estudio sea de utilidad para la planificación de futuras intervenciones y la implementación de políticas de desarrollo focalizadas por tipo de productor.

El queso ranchero Jarocho es un queso de pasta blanda elaborado con leche cruda de vaca, proveniente del sistema de doble propósito del DDR 008. Derivado de la caracterización del proceso de elaboración, fue posible observar diferencias en las prácticas productivas, lo cual se reflejó en una gran heterogeneidad en las características fisicoquímicas y microbiológicas del queso producido en los distintos municipios. Esta heterogeneidad en la calidad del queso pudo ser detectada por el panel de catadores a nivel sensorial, el cual pudo discriminar los quesos con base en los atributos salado, brillante, firme al tacto y dureza en boca. Por lo tanto, tales atributos podrían ser utilizados como atributos diferenciales en la calidad del queso ranchero Jarocho. En cuanto a la tipicidad del queso ranchero Jarocho, se pudo establecer que este queso es un producto típico del área de estudio que surge como una estrategia de conservación de los sólidos de la leche en los picos de producción de leche. Se observó un fuerte vínculo del producto con el territorio debido a que su elaboración, desde la obtención de la leche hasta el producto final es el resultado de la adaptación de las habilidades técnicas de los productores por varias generaciones, a las condiciones y recursos locales. Sin embargo existen aún diferentes puntos críticos antes de avanzar hacia su valorización, porque su calidad es muy heterogénea, siendo necesario desarrollar futuras investigaciones en conjunto con los productores, que permitan la estandarización del proceso para reducir la heterogeneidad en sus características y definir un intervalo en su composición proximal y sus características sensoriales tomando en cuenta los

diversos factores que inciden en su calidad. Otro punto fundamental, es definir una estrategia que permita la pasteurización de la leche, sin que este proceso afecte el carácter tradicional del queso, lo cual se puede lograr a través de la caracterización de la flora microbiana relacionada con las características sensoriales que distinguen al queso ranchero Jarocho de otros quesos frescos producidos en otras regiones. Sensorialmente, los quesos de Tlacotalpan, Tres Valles y Cosamaloapan se percibieron como más típicos, presentando similitudes en cuanto a atributos como, porosidad a la vista, presencia de suero, olor a suero, olor a ordeño e intensidad en el salado. Estos quesos podrían servir como punto de partida para la búsqueda de la estandarización del proceso de elaboración. Se observó que el 30 % de las queserías adiciona grasa vegetal para la producción del queso, lo cual cataloga al producto como un queso análogo, imposibilitando su reconocimiento como un queso genuino y poniendo en riesgo su valorización y por lo tanto impidiendo alcanzar una posible protección jurídico comercial.

3. RECOMENDACIONES GENERALES

En los Sistemas de Producción de Leche estudiados es necesario que las autoridades gubernamentales faciliten a los productores el acceso al crédito con el objetivo de mejorar la infraestructura, el nivel tecnológico e incrementar los índices productivos e ingresos. Sin embargo, una medida viable que no infiere gastos para los productores, es la vinculación por parte de las autoridades distritales con las instituciones de educación e investigación con el objetivo de poner a disposición de los productores cursos de capacitación enfocados en alternativas de suplementación, manejo y buenas prácticas de ordeño, con el objetivo de mejorar tanto la productividad como la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche. Un punto importante que es necesario enfatizar, es la importancia de concientizar a los productores sobre

las implicaciones éticas y los riesgos a la salud que implica la adulteración de la leche, por lo que es imperante evitarla y en su lugar, buscar alternativas que permitan incrementar el volumen de leche, sin afectar su composición, lo cual podría lograrse a través de la suplementación. Con respecto a la elaboración de queso ranchero Jarocho, es necesario que los pequeños productores, con bajo índice tecnológico y sin acceso a la capacitación, sean orientados; a través de la capacitación; hacia la implementación de buenas prácticas de manufactura. Además, es necesario estandarizar el proceso de producción para reducir la heterogeneidad de las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del queso.

4. LITERATURA CITADA

- Bachmann H., P. 2001. Cheese analogues: a review. *International Dairy Journal* 11: 505-515.
- Bernal M., L., G. Rojas M., F. Vázquez C., O. Espinoza A., F. Estrada J., y O. Castelán O. 2007. Determinación de la calidad fisicoquímica de la leche cruda producida en sistemas campesinos en dos regiones del Estado de México. *Revista Veterinaria México* 38: 395-407.
- Boucher F. 2002. El Sistema Agroalimentario Localizado de los Productos Lácteos de Cajamarca: Una Nueva Perspectiva para la Agroindustria. *Revista Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente* 3: 1-28.
- Briñez W., J., E. Valbuena, G. Castro, A. Tovar, y J. Ruiz R. 2008. Algunos parámetros de composición y calidad en leche Cruda de vacas doble propósito en el municipio Machiques de Perijá Estado Zulia, Venezuela. *Revista Científica FCV-LUZ* 18: 607-617.
- Calderón A., García F., y Martínez G. 2006. Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. *Revista MVZ Córdoba* 11: 725-737.
- Carrillo L., B., V. Moreira L., y V. González J. 2011. Caracterización y tipificación de sistemas productivos de leche en la zona centro-sur de Chile: un análisis multivariable. *IDESIA (Chile)*. 29: 71-81.
- Cervantes E., F., A. Villegas G., A. Cesín V., y A. Espinoza O. 2008. Los Quesos Mexicanos Genuinos. Patrimonio que debe rescatarse. *Mundiprensa México*. p186.

- Cesín V., A., M. Aliphat, F., y B. Ramírez V. 2003. Globalización y Producción de Leche y Queso en una Comunidad del Valle de Puebla. Memorias Asociación Mexicana de Estudios Rurales, Morelia Michoacán. 53-65 pp.
- Cipolat-Gotet C., Cecchinato A., De Marchi M., and Bittante G. 2013. Factors affecting variation of different measures of cheese yield and milk nutrient recovery from an individual model cheese-manufacturing process. *Journal of dairy science* 96: 7952-7965.
- Cunha C., R., A. Dias I., and W. Viotto H. 2010. Microstructure, texture, colour and sensory evaluation of a spreadable processed cheese analogue made with vegetable fat. *Food Research International* 43: 723-729.
- Del Valle R., M., C., y A. Macías G., Á. 1997. La producción de leche en México en la encrucijada de la crisis y los acuerdos del TLCAN. Reunión LASA, Abril, 17-19.
- Díaz R., P., V. Oros N., J. Vilaboa A., y P. Martínez D. Torres, H.G. 2011. Dinámica del desarrollo de la ganadería doble propósito en las Choapas, Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 14: 191-199.
- Espinosa J., Matus J., M. Martínez A., Santiago M., Román H., y Bucio L. 2000. Análisis económico de la tecnología bovina de doble propósito en Tabasco y Veracruz. *Agrociencia* 5: 651-661.
- Espinosa S., T., A. Villegas G., C. Gómez R., Castillo G. y A. Hernández M. 2006. La Agroindustria Láctea en el Valle de México, un Ensayo de Categorización. *Técnica Pecuaria* 44: 181-192.
- Glantz M., Lindmark M., H., Stålhammar H., Bårström L.O., Fröjelin M., Knutsson A., Teluk C., and Paulsson M. 2009. Effects of animal selection on milk composition and processability. *Journal of Dairy Science* 92: 4589-4603.
- Hernández M., P., G. Estrada F., N. Avilés F., F. Yong A., A. López G., D. Solís M., y O. Castelán A. 2013. Tipificación de los sistemas campesinos de producción de leche del sur del estado de México. *Universidad y Ciencia Trópico Húmedo* 29: 19-31.
- Hussein G., A., and Shalaby S. 2014. Microstructure and textural properties of Kareish cheese manufactured by various ways. *Annals of Agricultural Sciences* 59: 25-31.
- Leos-Rodríguez J., A., J. Serrano P., P. Salas G., P. Ramírez M., y M. Sagarnaga V. 2008. Caracterización de ganaderos y unidades de producción Pecuaria beneficiarios del programa de estímulos a la Productividad ganadera (PROGRAN) en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* 5: 213-230.
- Magenis R., B., E. Prudêncio S., C. Fritzen F., M. Stephan P., Silvio do Egito A., and Daguer H. 2014. Rheological, physicochemical and authenticity assessment of Minas Frescal cheese. *Food Control* 45: 22-28.

- Mhone T., A., Matope G., and Saidi P. 2011. Aerobic bacterial, coliform, *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* counts of raw and processed milk from selected smallholder dairy farms of Zimbabwe. *International Journal of Food Microbiology* 151: 223-228.
- Muñoz M., Cervantes F., y García G. 2000. El Tratado de Libre Comercio de América del Norte y Lácteos. Reporte de investigación 50. CIESTAAM. Universidad Autónoma Chapingo.
- Oros, N., V., P. Díaz R., J. Vilaboa A., P. Martínez D., y H. Torres G. 2011. Caracterización por grupos tecnológicos de los hatos ganaderos doble propósito en el municipio de Las Choapas, Veracruz, México. *Revista Científica FCV-LUZ XXI*: 57-63.
- Pantoja J., C., F., D. Reinemann J., and P. Ruegg L. 2011. Factors associated with coliform count in unpasteurized bulk milk. *Journal of Dairy Science* 94: 2680-2691.
- Poméon T., Cervantes F., Boucher F. y Fournier S. 2007. Por qué Estudiar las Cuencas Lecheras Mexicanas. Plaza y Valdez. México. 227 p.
- Romero-Castillo, P., A., G. Leyva R., J. Cruz C., y A. Santos M. 2009. Evaluación de la calidad sanitaria de quesos crema tropical mexicano de la región de Tonalá, Chiapas. *Revista mexicana de ingeniería química* 8: 111-119.
- Smith R., R., L. Moreira V., y L. Latrille L. 2002. Caracterización de sistemas productivos lecheros en La X región de Chile mediante análisis multivariable. *Revista Agricultura Técnica* 62: 375-395.
- Sraïri M., T., Benhouda H., Kuper M., and Le Gal P. 2009. Effect of cattle management practices on raw milk quality on farms operating in a two-stage dairy chain. *Tropical Animal Health and Production* 41: 259-272.
- Urdaneta F., Materán M., M. Peña E., y Casanova A. 2004. Tipificación tecnológica del sistema de producción Con ganadería bovina de doble propósito (*Bos Taurus* x *Bos Indicus*). *Revista Científica FCV-LUZ XIV* 3: 254-262.