UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

“El Estrés Calórico en la Prevalencia de Mastitis en Vacas de la Región Ciénega del Estado de Jalisco”

Tesis

Que para obtener el grado de

Doctor en Ciencias en Ecofisiologia y Recursos Genéticos

Presenta

Arturo Aguilar Aldrete

Director

Jacinto Bañuelos Pineda

La Venta del Astillero, Zapopan, Jalisco **Marzo de 2015**

Agradecimiento:

Al Dr. Juan de Jesús Taylor Preciado, por su apoyo y solidaridad.

Al MC Raúl Leonel de Cervantes Mireles, por su apoyo y su amistad.

A mi Director de tesis Dr. Jacinto Bañuelos Pineda por su guía, paciencia y solidaridad.

A mi asesor de tesis al Dr. Luis Guerrero Quiroz por sus consejos y apoyo.

A mis sinodales; Dr. Salvador Jiménez, Dr. Juan Roa Vidal, Dr. Ramón Reinoso, Dr. Guillermo Barba.

A mis docentes del Doctorado por su esfuerzo que desplegaron en su labor cada uno.

A todos muchas gracias

Dedicatoria:

A mi Papa Alfonso QPD; A mi Mama Ma. Cristina por su cariño y el haber hecho de mí un hombre de bien, guiado por sus cuidados y consejos.

A mis Abuelos maternos: Antonio y Carmen. Paternos: Vicente y Victoria.

A mis hermanos Alfonso QPD, Catalina, Luis, Carmen, Felipe por su cariño.

Para mi esposa Irma Yolanda, mujer con una de tantas virtudes; el apoyarme, quererme y estar conmigo en todos los logros de mi vida, el de dedicarse junto conmigo a mi superación personal, cómplice de mi vida, derrochando todo su amor y mi reconocimiento a su ardua labor, eres una mujer increíble y gracias por tu apoyo, siempre te amare.

A mis hijos Alfonso, Arturo y Paloma, gracias por su amor, apoyo, cariño y comprehencion.

Y para una personita que llego a nuestras vidas derrochando su cariño y amor a Ma. Cristina Aguilar (mi Pica mona).

A todos muchas gracias.

Mucho mejor atreverse a hacer cosas grandes, a obtener triunfos gloriosos, aun cuando matizados con fracasos, que formar en las filas de aquellos pobres de espíritu que ni gozan mucho ni sufren mucho porque viven en el crepúsculo gris que no conoce la victoria ni la derrota.

Theodore Roosevelt

No estudio por saber más, sino por ignorar menos.

Sor Juana Inés de la Cruz

Índice:

	Página
Lista de cuadros I	*4*
Lista de figuras II	*6*
a. Resumen	7
b. Summary	8
I. Introducción	10
1.1. Bioclima	12
1.2. El estrés por calor	12
1.3. Estimación del índice temperatura-humedad como factor de estrés en el ganado.	16
1.4. Manejo para reducir el estrés por calor	19
1.5. Manejo de la alimentación	20
2. Mastitis	21
2.1. Factores que originan la mastitis	22
2.2. Microrganismos que producen la mastitis	23
2.3. Microrganismos contagiosos	24
2.4. Microrganismos ambientales	24
2.5. Microrganismos oportunistas	25
2.6. Método de diagnóstico de la mastitis	25
2.7. Conteo de células somáticas	27
2.8. Prueba de California	28
2.9. Producción de leche en México	29
2.10. Producción de leche	30
2.11. Normatividad de la leche en México	31
2.12. Repercusiones económicas de la mastitis	32
2.13. Problemática de la producción de leche en México	33
2.14. Indicadores Fisiologicos	35
2.15. Estimulo como factor Estresante	36

2.16. Respuesta de Estrés	36
3. Planteamiento del problema	41
4. Justificación	42
5. Hipótesis	43
6. Objetivos	44
6.1 Objetivo general	44
6.2. Objetivos particulares	44
7. Material y métodos	45
7.1 Caracterización de las explotaciones lecheras	45
7.2. Diagnóstico de mastitis clínica y subclínica	46
7.3. Prueba de California	47
7.4. Conteo de células somáticas	48
7.5. Identificación de las bacterias mediante pruebas de cultivo	48
7.6. Frotis directos teñidos con GRAM	49
7.7. Prueba de catalasa	50
7.8. Prueba de coagulasa tubo	50
8. Obtención de valores de temperatura y humedad	51
8.1. Sistemas de información	51
8.2. Modelos para estimar la humedad relativa	52
8.3. Validación de modelos de humedad relativa	52
8.4. Sistema de información bioclimática	53
8.5. Modelo para estimar el índice de temperatura y humedad ITH	53
8.6. Valoración de la presencia de estrés calórico en Jocotepec y Atotonilco el Alto.	54
8.8. Análisis estadístico	56
9. Resultados	59
9.1.Caracterización de las condiciones de explotación lechera en los Hatos de los municipios de la región Ciénega del Estado de Jalisco	59
9.2. Diagnóstico de Mastitis Clínica y Subclínica en Hatos de la Region Cienega.	59
9.3. Conteo de Celulas Somaticas	60
9.3.1. Aislamiento microbiológico e identificación Fenotípica de *Staphylococcus aureus*	61

10. Prevalencia de Mastitis	62
10.1. Variaciones Mensuales de la Prevalencia de Mastitis	64
10.2. Variaciones Estacionales de la prevalencia de Mastitis.	66
10.3. Variaciones en Corrales de la Prevalencia de Matitis.	68
10.4. Identificación de Bacterias en la Leche de Animales Positivos a Mastitis Clínica y subclínica, mediante las pruebas de cultivo bacteriológico.	68
10.5. Identificación de Bacterias en la Leche de Animales positivos a mastitis.	70
11. Valores de Temperatura	70
11.1. Valores de Temperatura, Humedad e ITH de la Región Ciénega	71
11.2. Los Índices ITH mensuales promedio	75
11.3. Valoración del Estrés Calórico en hatos de la Región Ciénega.	81
12. Discusión	83
13. Conclusiones	91
14. Observaciones y recomendaciones finales.	93
15. Literatura citada	95
16. Abreviaturas	112
17. Anexos	113

***I.*- Lista de cuadros**

1.- Balance de Macronutrientes.

2.- Índices de Temperatura Humedad (ITH) a temperaturas y humedades relativas variantes.

3.- Fuente de microorganismos causantes de mastitis.

4.- Pruebas de Diagnóstico de Mastitis Basadas en los Cambios Producidos por la Inflamación.

5.- Se muestra los rangos que determina el grado de infección.

6.- Municipios y comunidades de la región Ciénega considerados para el estudio.

7.- Etapas en la tinción de Gram.

8.- Datos Climáticos Utilizados para Generar el Modelo de Humedad Relativa para Áreas de Clima Continental.

9.- Escala de valoración del índice kappa.

10.- Caracterización de las condiciones de las explotaciones.

11.- Análisis de las muestras de leche a las que se les aplicó la prueba CMT (en diferentes cuartos de las vacas lecheras experimentales).

12.- Conteo de Células Somáticas.

13.- Prevalencia.

14.-. Distribución de Cuartos secos.

15.- Prevalencia de vacas y cuartos positivos.

16.- Distribución de vacas negativas y positivas.

17.- Prevalencias de Vacas y Cuartos Positivos a Mastitis por Estación del Año y Total.

18.-. Distribución de Vacas Negativas y Positivas a Mastitis por Estación del Año y Total

19.-. Distribución de Cuartos Secos, con Mastitis Clínica, Subclínica y Negativos, por Estación del Año y Total.

20.-. Los agentes

21.- Ordeño Mecánico Como Factor de Riesgo.

22.- Presencia de *S. aureus* en Tipos de Ordeña

23.- Presencia de *S. aureus* en leche mastítica bovina.

24.- Temperatura

25.-. Diferencias de Temperatura Entre los Municipios en Estudio.

26.- Humedad Relativa, y las diferencias en los Municipios de La Ciénega.

27.- Asociación de la Respuesta a Variables Fisiológicas de Vacas CLH durante la Época de Temperaturas Elevadas en Atotonilco el Alto y Jocotepec.

II.- **L**ista de figuras

1.- Producción Nacional de leche en millones de litros* Año 2012 cifras preliminares ** Avances enero a agosto 2013 Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, SAGARPA).

2.- Zona de estudio, municipios de la región Ciénega de Chápala.

3.- Diagrama para generar el sistema de información bioclimática.

4.- Temperaturas máximas y mínimas de Atotonilco.

5.- Temperaturas máximas y mínimas de La Barca.

6.- Temperaturas máximas y mínimas de Jamay.

7.- Temperaturas máximas y mínimas de Ocotlán.

8.- Temperaturas máximas y mínimas de Zapotlán del Rey.

9.- Temperaturas máximas y mínimas de Poncitlan.

10.- Temperaturas máximas y mínimas de Ixtlahuacan de los Membrillos.

11.- Índice de Temperatura y Humedad de Atotonilco.

13.- Índice de Temperatura y Humedad de La Barca.

14.- Índice de Temperatura y Humedad de Jamay.

15.-. Índice de Temperatura y Humedad de Ocotlán.

16.-. Índice de Temperatura y Humedad de Zapotlán del Rey.

17.- Índice de Temperatura y Humedad de Poncitlan.

18.- Índice de Temperatura y Humedad de Ixtlahuacan de los Membrillos.

A. RESUMEN.

Los sistemas de producción animal, el cambio climático y la salud animal están relacionados entre sí por mecanismos complejos. La salud animal puede verse afectada, tanto por eventos ambientales extremos como por la emergencia y reemergencia de enfermedades infecciosas fuertemente dependientes de las condiciones climáticas. El objetivo del estudio consistió en caracterizar las condiciones de explotación lechera en hatos lecheros de la región Ciénega del Estado de Jalisco; evaluar la prevalencia y los patógenos asociados a mastitis y la respuesta de los animales al estrés calórico; el calcular los valores del Índice de Temperatura Humedad (ITH) de la región y analizar la relación entre ITH con la presencia de *E. coli* en casos positivos a mastitis. El estudio se realizó en diferentes explotaciones lecheras de la región mencionada de las que se obtuvieron los datos del tipo de explotación, estirpe de los animales, tipo de ordeño, manejo e instalaciones. Así mismo se obtuvieron 5,184 muestras de leche de cuartos individuales a partir de 1,296 vacas, que se les aplicó la prueba de California (CMT) y se obtuvo el Índice de Mastitis Subclínica (IMSC) para determinar la prevalencia de mastitis clínica y subclínica, y mediante pruebas bioquímicas se identificaron las bacterias de mayor frecuencia. El comportamiento de indicadores del clima de la región se obtuvo de la base de datos climáticos de la Red de estaciones agroclimáticas de INIFAP-COFUPRO; la presencia de estrés calórico se realizó mediante la determinación de temperatura y frecuencia respiratoria en dos diferentes hatos y mediante un análisis estadístico se determinó la correlación índice temperatura- humedad y la presencia de *E. coli*. Los resultados mostraron que el mayor número de las explotaciones son semi-estabuladas con piso de tierra, ordeña mecánica y predomina el fenotipo criollo. Los cuartos posteriores fueron los más susceptibles a presentar el tipo de mastitis subclínica ($p<0.05$) y se obtuvo un IMSC de 1.93. El análisis microbiológico reveló que el 100 % de las muestras tuvieron la presencia de *Staphylococcus aureus* y *Salmonella s*pp. La región se caracterizó por un clima semi-seco y semi-calido con temperaturas medias anuales de 19 a 20 °C y precipitación media de 750 mm; las variables de respuesta al estrés por calor permitieron establecer tres tipos de respuesta a este estrés; respiraciones por minuto (rpm); sin estrés (FR >36 rpm), vacas con estrés suave y moderado (46,60 rpm) y vacas con estrés alto (61 – 90

rpm). El ITH en los municipios fue similar entre ellos y se encontró una correlación significativa entre los valores de ITH y la presencia de *E. coli.* Se concluye que los municipios de la región Ciénega tiene una alta prevalencia de mastitis subclínica, además las vacas de la región no son un grupo homogéneo en su repuesta ante el estrés por calor.

Palabras clave: Prueba de California (CTM), Hato lechero, Estrés por Calor, ITH, Análisis microbiológico, Índice de Mastitis Subclínica (IMSC)

A. SUMMARY.

Animal production systems, climate change and animal health are interconnected by complex mechanisms. Animal health may be affected both by extreme environmental events such as the emergence and reemergence of heavily dependent on weather conditions infectious diseases. The aim of the study was to characterize the conditions of dairy farming in dairy herds in the Cienega region of Jalisco; assess the prevalence and associated mastitis pathogens and the response of animals to heat stress; the calculated values Temperature Humidity Index (THI) in the region and analyze the relationship between ITH with the presence of E. coli mastitis in positive cases. The study was conducted in different dairy farms in the region above the data type of exploitation lineage of animals, milking type, management and facilities were obtained. Likewise 5,184 milk samples from individual quarters were obtained from 1,296 cows, which were administered the California Test (CMT) and the Index of Subclinical Mastitis (IMSC) was obtained to determine the prevalence of clinical and subclinical mastitis, and by bacteria biochemical tests identified most frequently. The behavior of indicators of climate in the region was obtained from the climate database agroclimatic Network stations INIFAP-COFUPRO; the presence of heat stress was performed by determining respiratory rate and temperature in two different herds and by statistical analysis the correlation temperature-humidity index and the presence of E. coli was determined. The results showed that the highest number of farms is semi-stabled with dirt floors, mechanical milking and predominantly criollo phenotype. The hindquarters were the most susceptible to present the type of subclinical mastitis ($p < 0.05$) and 1.93 IMSC was obtained. Microbiological analysis revealed that 100% of the samples had the presence of *Staphylococcus aureus* and *Salmonella spp*. The region is characterized by a semi-

dry and semi-warm climate with average annual temperatures of 19-20 ° C and rainfall of 750 mm; the response variables to heat stress allowed to establish three types of response to this stress; breaths per minute (rpm); stress (FR> 36 rpm), cows with mild and moderate stress (46-60 rpm) and cows with high stress (61-90 rpm). The ITH in municipalities was similar between them and a significant correlation between the values of ITH and the presence of E. coli was found. It is concluded that the municipalities of La Cienega region has a high prevalence of subclinical mastitis in addition cows in the region are not a homogeneous group in its response to heat stress.

Keywords: California Test (CTM), dairy Hato, Heat Stress, ITH, microbiological analysis, index Subclinical Mastitis (IMSC)

I. INTRODUCCIÓN

La evidencia científica indica que el cambio climático tendrá cada vez más incidencia en la vida sobre el planeta. Aumentarán las temperaturas medias, se afectará el régimen de lluvias, y los eventos climáticos extremos como tormentas, inundaciones, sequías y olas de calor se incrementarán en frecuencia e intensidad. Estos procesos no son sólo cosa del futuro, sino que ya están ocurriendo. En este marco, las actividades de producción animal se verán especialmente afectadas por el cambio climático, por ser muy dependientes del clima (Hilda *et al.,* 2012).

En el Estado de Jalisco, dentro de las actividades primarias, la ganadería ocupa el primer lugar, ya que el 39.3% de la superficie estatal es de uso pecuario (SIACON, 2004). Jalisco es el estado con mayor producción pecuaria, nacional en carne porcina, aves, leche, huevo, y es el segundo productor de carne de bovino.

La vocación pecuaria del estado se ve reflejada como es el caso de los porcinos, así que tres de los cinco cultivos que mayor superficie ocupan son: maíz, sorgo, trigo. A nivel de producción del país, Jalisco representa el 20%, en carne de ave el 11%, en leche el 17%, en huevo el 39.5% y en carne de bovino el 12% (INIFAP, 2007).

El crecimiento en la producción pecuaria ha sido congruente con los desarrollos a nivel nacional y con la incorporación de tecnología en la producción, especialmente en los sectores de carne de porcino, ave, huevo y leche. Los grandes volúmenes de elaboración de productos y subproductos lácteos (queso, mantequilla, yogurt, dulces etc.) se concentran en el Municipio de Lagos de Moreno, donde se origina más del 62% de la producción estatal. Destacan también los Municipios de La Barca, Ciudad Guzmán y Ameca como municipios pecuarios. En la producción de bovinos el volumen ha disminuido en los últimos seis años, debido a la baja del costo del ganado y al alto precio de los insumos utilizados (INIFAP, 2007).

Aún cuando la producción comercial en Jalisco a gran escala se realiza con niveles de competitividad favorables, induciendo incluso exportaciones, un gran número de productores de bovinos de medianos y escasos recursos se mantienen en niveles de rezago en todas las cuestiones que afectan la productividad y competitividad de la producción pecuaria (INIFAP, 2007). Este contraste productivo generalmente se asocia

con la falta de recursos y apoyos para los sistemas de producción que están bajo estas condiciones. Sin embargo, debe reconocerse también que fuera del Municipio de Lagos de Moreno, considerado tradicionalmente para el desarrollo del ganado bovino, el resto de las áreas del Estado presentan condiciones climáticas que imponen verdaderos retos para la productividad de bovinos, sobre todo en cuanto a la presencia de una amplia gama de ambientes que preestablecen condiciones para la fisiología animal y por tanto para la productividad del ganado lechero (UGRJ, 2010).

La producción pecuaria está fuertemente influida por las condiciones climatológicas, sobre todo en sistemas productivos no estabulados y semiestabulados. Factores como radiación solar, temperatura, humedad relativa, viento y precipitación pluvial, influyen tanto en la fisiología animal como en la producción de forrajes como fuente de alimento, determinando patrones estacionales en la productividad animal (Alzina *et al.,* 2011).

En particular el estrés por calor o frío es uno de los principales problemas que enfrenta el ganado lechero; para reducir sus efectos se recomienda mantener a los animales en establos y de ser necesario aplicar sistemas de ventilación y de control de temperatura. Sin embargo, el uso exagerado de estos sistemas, aún en condiciones de no estrés ambiental, los hace costosos, por lo que para hacer un uso óptimo de estos recursos es aconsejable identificar los lugares, épocas del año y horas del día en que el animal está en condiciones de estrés ambiental

(St-Pierre *et al*., 2003).

El estrés calórico debe estar involucrado en las estrategias y decisiones de inversión en los sistemas de producción agropecuarios a corto, mediano y largo plazo, por lo que un análisis bioclimático del lugar donde se ubica la granja permitirá entender la interacción entre el animal y su ambiente, para prevenir pérdidas en la producción por estrés incipiente o extremo (Lozano *et al.,* 2010).

En México en general y en Jalisco en particular, los estudios relacionados con la caracterización bioclimática de las diferentes regiones agroecológicas son escasos o prácticamente no existen. Esta tesis se enfocó en la estimación y caracterización del índice ITH (Índice Temperatura Humedad) el cual hace referencia a dos elementos del clima que mayormente determinan la fisiología animal y por tanto su productividad, esto es la humedad relativa y la temperatura (Johnson, 1994). Este trabajo se desarrolló en

los Municipios de Atotonilco, La Barca, Jamay, Ocotlán, Zapotlán del Rey, Poncitlan e Ixtlahuacan de los Membrillos, en los años de Enero del 2010 a Julio del 2013, con animales Holstein criollos.

1.1. El Bioclima

El bioclima de un lugar es el producto de la asociación de los elementos meteorológicos que influyen en la sensación de bienestar fisiológico. Tales como temperatura del aire, humedad ambiental, radiación solar y viento (Morillón *et al*., 2002). La bioclimatología es una ciencia relativamente nueva y su área de estudio se enfoca en los efectos biológicos del tiempo meteorológico y el clima sobre los organismos vivos por ejemplo plantas, animales y el hombre, y su relación directa con el medio ambiente físico-químico (Rosenberg *et al*., 1983). En particular, una de las áreas de trabajo de la bioclimatología es el estudio de la acción que ejerce el complejo climático sobre el desarrollo y la producción ganadera, que determina el grado de equilibrio entre la fisiología del animal y el ambiente que lo circunda, denominado "confort" y es el responsable del aprovechamiento y la adecuada transformación de alimentos (Lozano *et al.,* 2010).

Hasta la fecha se han determinado clasificaciones bioclimáticas con un enfoque globalizador pero han sido insuficientes. Entre las más conocidas y útiles pueden destacarse las de Köppen (1918, 1936), Thornthwaite (1931), Troll and Paffen (1964), Holdridge (1967). A pesar de la bondad de muchas de ellas y de su amplia aceptación, se estima que en algunos aspectos importantes aún no se ha dado una respuesta adecuada a situaciones que suceden en la geo biósfera (Rivas, 1997).

1.2. El Estrés por Calor

Se define el estrés animal como “todos aquellos factores ambientales que afectan el estado normal de bienestar del animal” (River y Rivest, 1991). Los bovinos al igual que todos los mamíferos, son animales homeotermos, es decir, organismos que a pesar de las fluctuaciones en la temperatura ambiental son capaces de mantener relativamente constante la temperatura corporal. Esta capacidad es esencial para una multitud de reacciones bioquímicas y procesos fisiológicos asociados con un normal metabolismo

incluso también es de interés para el funcionamiento de los tejidos cerebrales (Yabuta, 2001).

El calor corporal total procede de tres fuentes básicas que son; en orden de importancia: el metabolismo normal, el medioambiente y la actividad física y productiva. La vaca usa el 60-65% de la energía consumida diariamente en la producción de carne o de leche y el 35-40% es convertida en calor (Yabuta, 2001). La magnitud del estrés por calor, definida como la suma de fuerzas externas al animal que actúan para desplazar su temperatura corporal de su estado habitual, es causada por los efectos combinados de la temperatura de bulbo seco (Tbs), el porcentaje de humedad relativa (% HR), la radiación solar y la velocidad del viento (Dikmen y Hansen, 2009). Sin embargo, el calor que el animal acumula resulta no sólo del medioambiente sino también de la fermentación microbiana de los alimentos en el rumen (García, 2004).

No obstante, el principal efecto inmediato de la Tensión Calórica; está determinado por altos índices de radiación solar directa, temperatura ambiental, temperatura del suelo (superficie), índice temperatura-humedad (complejo), presión de vapor de agua y humedad relativa (Curtis, 1981; Folk, 1973). Todos estos elementos definen en conjunto el complejo micro climático de tensión calórica, el cual influye directamente sobre la fisiología general (Folk, 1973), producción animal (Hafez, 1973; Collier *et al*., 1982), reproducción y salud (Curtis, 1981; Anderson, 1984). Ocurre sobre los mecanismos de ajuste y regulación homeostática, lo cual implica cambios en el funcionamiento de órganos, glándulas y sistemas, que se reflejan, además, en aspectos metabólicos, supresión y/o reducción de funciones corporales no vitales como son crecimiento, lactación y aumento significativo de las funciones vinculadas con el mantenimiento eficaz del medio interno (Anderson, 1984; Thompson, 1985). Cuando el animal requiere gastar el calor emplea dos tipos de mecanismos: la transmisión que es responsable del 75% del calor disipado por el bovino utilizando los sistemas de radiación, conducción y convección, y la vaporización que es responsable del restante 25% del calor disipado utilizando los sistemas de transpiración o sudoración y de expiración o jadeo (González, 2005). Los bovinos poseen un sistema de sudoración deficiente frente a otras especies como es el caso del hombre y el caballo, en los cuales es muy eficiente. Por otra parte la disipación de calor por la excreción de heces y orina no es relevante (Bonilla, 1999).

Desde hace varias décadas se conoce que la otra fuente de producción de calor temperatura o calor ambiental, ya que desde los años 50 los estudios de Brody, (1975) y más tarde los de Herman (1983); citado por González Páez, (2005), en los Estados Unidos, han establecido unos puntos críticos en donde las temperaturas ambientales provocan reacciones fisiológicas de actividad metabólica en los bovinos. Cuando el animal supera el límite superior de la zona termo neutral (TNZ); es esencialmente el rango de tolerancia de temperatura de una endotermia; cualquier reacción química que absorbe energía. La tasa basal de producción de calor está en equilibrio con la tasa de pérdida de calor al ambiente externo (Bonilla, 1999).

El organismo se ajusta a las temperaturas dentro de la zona a través de diferentes respuestas que requieren poca energía. Puede mostrar los cambios posturales donde cambia su forma de cuerpo o se mueve y expone diferentes áreas para el sol: sombra, y por medio de la radiación, convección y conducción, el intercambio de calor se produce. Respuestas vasomotoras permiten el control del flujo de sangre entre la periferia y el núcleo para controlar la pérdida de calor desde la superficie del cuerpo., también se muestra en el pelaje de los animales. El mantenimiento de su temperatura corporal normal empieza a alterar su tasa metabólica basal (González, 2005).

A medida que el calor ambiental se aproxima a la temperatura corporal (37,5-39,5ºC) los mecanismos de disipación de calor no evaporativos (radiación, conducción y convección) pierden efectividad y se reduce a la evaporación como única y principal forma de disipar el calor generado por la vaca (González, 2005).

Los factores primarios que causan estrés por calor en vacas lecheras son altas temperaturas ambientales y alta humedad relativa. Adicionalmente, la energía radiante del sol contribuye al estrés de las vacas que no cuentan con un área apropiada de sombreado. Mientras la temperatúra ambiental se incrementa, la diferencia de temperatura entre la vaca y su entorno disminuye, y su dependencia en el enfriamiento evaporativo como sudoración y jadeo para disipar el calor corporal se incrementa. Sin embargo, la humedad relativa reduce la efectividad del enfriamiento evaporativo y durante períodos cálido-húmedos del verano, la vaca no puede eliminar suficiente calor y su temperatura corporal aumenta. La tremenda cantidad de calor corporal que las

vacas lecheras de alto rendimiento producen, es útil en climas fríos, pero es una severa carga durante climas cálidos (West, 2010).

Los efectos de un clima cálido-húmedo son costosos de muchas formas. Además de la reducción de rendimiento de leche (15 a 40%), las vacas tienen menor contenido de grasa en la leche, el comportamiento reproductivo es afectado, y se tiene una mayor susceptibilidad a enfermedades. El consumo de alimento se reduce y la energía que se obtiene por la vaca mediante la alimentación, es utilizada con menos eficiencia para la producción de leche (West, 2003).

De acuerdo con Combs, citado por (Jones y Stallings 2008), el estrés por calor provoca en las vacas los siguientes efectos:

a) búsqueda de lugares con sombra, los cuales no los abandonan para beber o comer;

b) incremento de consumo de agua;

c) reducción de ingesta de alimento;

d) permanecer de pie en lugar de echarse al suelo;

e) incremento de la tasa respiratoria;

f) incremento de la temperatura corporal;

g) incremento de la producción de saliva.

El estrés por calor se presenta en vacas, y requieren de un cuidado prolongado. Lo anterior se asocia con nacimientos difíciles, fatiga por calor y mastitis, así como con reacciones adversas a vacunas, conduciendo tanto a abortos como a la muerte (Jones y Stallings, 2008). El ganado bajo estrés calórico come con menos frecuencia y trata de alimentarse durante los períodos del día más frescos, durante los cuales consume más alimento de lo normal (Shearer, 1999).

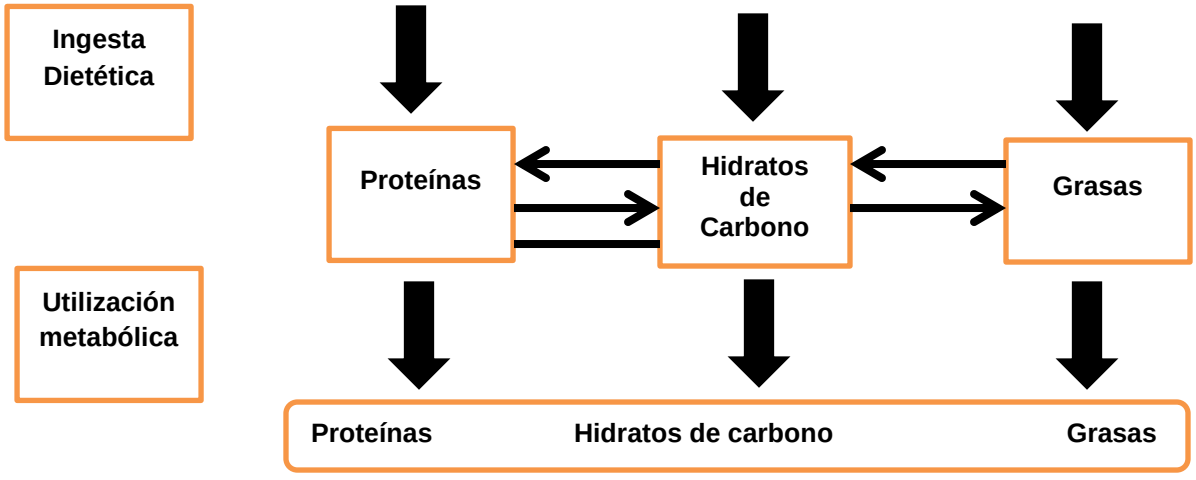
El estrés calórico también impacta seriamente en la reproducción animal. Un estudio realizado en Florida demostró que la tasa de concepción cayó de cerca de 52% en los meses frescos del año, a 30% en los meses cálidos de Junio a Septiembre. Se sabe que la tasa de concepción en lecherías comerciales ha llegado a caer hasta por debajo del 10% durante la temporada de calor. No obstante cuando la concepción sea exitosa, el estrés calórico puede reducir el peso de las vaquillas al nacer y reducir el rendimiento de leche durante la lactación subsecuente (McFarlane, 2010).

Existe una serie de reportes que documentan el efecto de la temperatura sobre la mortalidad animal en granjas, describiendo un incremento de muertes durante los eventos de temperaturas extremas (Vitali *et al*., 2009). En relación con esto (Hahn y Mader, 1997) indicaron que el riesgo de muerte para vacas expuestas a altas temperaturas es particularmente alto cuando existe poca o nula recuperación durante el período nocturno del día. Dichos autores definen la recuperación nocturna con base en el número de horas con un ITH < 72. Silanikove (2000) reportó que un ITH de 80 es el valor superior crítico, sobre el cual la mayoría de los rumiantes domésticos entran en un estado detrimental, el cual fue definido como una etapa que compromete su sobrevivencia (González, 2005).

1.3. Estimación del Índice Temperatura Humedad como factor de estrés en el ganado.

Las vacas lecheras prefieren temperaturas ambientales entre 2 y 21°C en vacas adultas, entre 15.5 y 26.5 en vacas recién nacidas y entre 10 y 24°C en vacas de 1 mes o llamada la zona termo neutral en la relación a la edad (Hahn y Hug Jones, 1987; Johnson, 1994). Por encima de estas temperaturas, las vacas no pueden enfriarse ellas mismas de manera adecuada y entran en estrés calórico (Bligh, 1973). La producción de leche conduce a la generación de calor metabólico debido a la metabolización de grandes cantidades de nutrimentos, lo que hace que las vacas más provechosas sean más vulnerables al estrés calórico que las menos productivas Cuadro 1 (Kadzere *et al*., 2002).

Cuadro 1. Balance de macronutrientes



Una forma de medir el efecto combinado de temperatura y humedad es usando el Índice Temperatura Humedad (ITH). El índice ITH fue originalmente desarrollado por Thom (1959) y aplicado al ganado por Berry *et al*. (1964). Comúnmente se utiliza para estimar los requerimientos de enfriamiento del ganado lechero para mejorar las estrategias de manejo destinadas a mitigar el estrés por calor (Zimbelman *et al*., 2009).

Conceptualmente es difícil asegurar que el ITH es la medición más apropiada del estrés por calor. En el artículo original de Thom (1959), no existe una explicación de la base del peso relativo de la temperatura de bulbo seco (Tbs) y la temperatura de bulbo húmedo (Tbh). Otros ITH fueron formulados empíricamente y con frecuencia sin relación con la temperatura corporal del ganado. Sin embargo, el ITH original y varias adaptaciones de él han sido utilizadas extensivamente para estimar el grado de estrés calórico en ganado lechero y de carne (Bohmanova *et al*., 2007, Morton *et al*., 2007).

El cuadro 2 contiene los ITH, que resultan de las diferentes combinaciones de temperatura y humedad relativa. Cabe destacar que un ITH que excede de 72 °F, las vacas lecheras comienzan a sufrir un estrés moderado cuando el ITH alcanza el valor de 72°F (Combs, 1996). Es suficiente para causar tensiones calóricas, que aunque pueden ser menores, alcanzan ya a provocar una reducción en la ingesta de alimento de las vacas. Es importante señalar que con altas humedades relativas, las temperaturas que causan un ITH de 72°F, pueden ser relativamente bajas.

Un mayor estrés ocurre con un ITH por arriba de 80 y produce una respiración corta y apresurada, sudoración profusa y reducción en el rendimiento que puede rebasar el 10%. Un ITH de 90 o más puede constituir estrés calórico severo, el cual se manifiesta con jadeo, temperatura corporal elevada y una disminución del rendimiento que puede llegar a ser hasta de un 25% (McFarlane, 2010).

En el cuadro 2 se muestra también la zona de peligro. Ya que cuando el ITH está dentro de este rango, el ganado está en riesgo, por lo que es indispensable la modificación ambiental para evitar bajas pronunciadas en la producción, y en algunos casos evitar la muerte de las vacas.

A pesar de no haber sido formulado utilizando datos de vacas, los ITH están relacionados a la temperatura corporal del ganado expuesto a estrés calórico (Buffington *et al*., 1981*,* Gaughan et al., 2008). Recientemente (Bohmanova *et al*., 2007)

demostró que varios ITH fueron predictivos del rendimiento de leche en vacas en el sureste de Estados Unidos. En la actualidad, es posible considerar que mediante análisis de regresión y usando datos reales de temperatura corporal y condiciones ambientales, se puedan generar índices de estrés calórico que sean mejores predictores que el ITH.

Cuadro 2. Índices de Temperatura Humedad (ITH) a temperaturas y humedades relativas variantes.

T		Humedad relativa (%)																			
(°F)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
THI																					
70	64	64	64	65	65	65	66	66	66	67	67	67	68	68	68	69	69	69	70	70	**Comienza el estrés por calor**
71	64	65	65	65	66	66	66	67	67	67	68	68	68	69	69	70	70	70	71	71	
72	65	65	65	66	66	67	67	67	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	72	72	
73	65	66	66	66	67	67	68	68	68	69	69	70	70	71	71	71	72	72	73	73	
74	66	66	67	67	67	68	68	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	
75	67	67	67	68	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	
76	67	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	**Ocurre una baja abrupta en producción**
77	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77	
78	68	68	69	69	70	70	71	71	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77	77	78	
79	68	69	69	70	70	71	71	72	73	73	74	74	75	76	76	77	77	78	78	79	
80	69	69	70	70	71	72	72	73	73	74	75	75	76	76	77	78	78	79	79	80	
81	69	70	70	71	72	72	73	73	74	75	75	76	77	77	78	78	79	80	80	81	
82	69	70	71	71	72	73	73	74	75	75	76	77	77	78	79	79	80	81	81	82	**Zona de peligro**
83	70	71	71	72	73	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	80	81	82	82	83	
84	70	71	72	73	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	80	81	82	83	83	84	
85	71	72	72	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	
86	71	72	73	74	74	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86	
87	72	73	73	74	75	76	77	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	85	86	87	
88	72	73	74	75	76	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	86	87	88	
89	73	74	75	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	
90	73	74	75	76	77	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90	
91	74	75	76	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90	91	
92	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	85	86	87	88	89	90	91	92	
93	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	
94	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	
95	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	
96	76	77	78	79	80	81	82	83	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	
97	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	91	92	93	94	95	96	97	
98	77	78	79	80	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	93	94	95	96	97	98	
99	78	79	80	81	82	83	84	85	87	88	89	90	91	92	93	94	96	97	98	99	
100	78	79	80	82	83	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	97	98	99	100	

(Cuadro tomado de McFarlane, 2010).

1.4. Manejo para reducir el estrés por calor

Existen muchas herramientas disponibles para combatir el estrés por calor, pero el manejo debe ser excelente si se quiere mantener la productividad de las vacas. En

particular en condiciones de clima cálido en vacas lecheras lactantes, se incluye los siguientes aspectos de manejo: (1) del ambiente del animal; (2) de raciones de alimentos; (3) de un programa alimentario y (4) en la vaca (West, 2010). Los métodos más prácticos para reducir el estrés calórico pueden ser agrupados en: a) métodos de sombra, b) métodos de ventilación y c) métodos de enfriamiento (Jones y Stallings, 2008).

La forma más fácil y obvia para ayudar a las vacas con estrés por calor es proveer sombra adecuada. La radiación solar directa añade una enorme carga de calor al animal, pero la energía calorífica que es reflejada desde áreas expuestas al sol, tales como pisos de concreto, paredes de establos y graneros, y otras superficies expuestas, también añaden una carga de calor a la vaca. El sombreado reduce tanto la temperatura ambiental, temperatura rectal, así como la tasa de respiración que permite a las vacas, incrementar la ingesta de alimento como consecuencia el rendimiento de leche. El efecto positivo del sombreado se estima de 10 a 20% de ganancia en la producción de leche (West, 2010). Es importante considerar, la orientación de la estructura de sombreado en relación al patrón de iluminación del sol es importante para minimizar la intrusión de la luz del sol dentro de la estructura durante el verano. Debe tomarse en cuenta que con una orientación este-oeste poca luz del sol penetra dentro de la estructura durante el verano, mientras que una orientación norte-sur permite que una gran cantidad de luz solar se asimile. La orientación este-oeste además tiene la ventaja de que permite la entrada de luz solar en invierno, permitiendo así que la estructura no se enfríe demasiado. Por último, una alta densidad de vacas contenidas en las estructuras de sombreado reduce la efectividad de la mitigación del calor, por lo que se recomienda que haya un mínimo de 3 a 4 m² de superficie sombreada por vaca (West, 2010).

1.4. Manejo de la alimentación

Gran parte del calor se produce como resultado de la fermentación microbiana en el rumen, lo que en términos nutricionales se conoce como incremento térmico. Cuando se emplean las proteínas y aminoácidos tienen un gran incremento térmico asociado con su metabolismo. Forrajes fibrosos, de baja calidad generan más calor de

fermentación dentro del animal, contribuyendo a la producción total de calor. Este calor puede ser usado para mantener la temperatura corporal cuando las temperaturas ambientales están en rango por debajo de 4.4°C. Por otra parte, cuando las temperaturas ambientales están en rango altos la vaca necesita mantener su temperatura corporal dentro de límites biológicos compatibles con la vida, no obstante las opciones que tiene el animal se limitan a consumir más agua fresca la evaporación de agua del cuerpo disipa calor; buscar lugares frescos (e.g. lagunas, sombra) y con buena circulación de aire o disminuir el consumo de alimento (García, 2004).

Por otra parte, los forrajes de alta calidad se digieren más rápido y resultan en menor producción de calor. Siempre que el consumo de alimento disminuye debido al estrés calórico, la concentración de nutrientes debe aumentar para mantener un consumo adecuado de los nutrientes requeridos. La energía es particularmente importante ya que la mayor parte proviene de la fermentación de los forrajes en el rumen. El aumento de la densidad energética incluye el uso de mayores cantidades de grano o subproductos. Los cambios en la proporción grano/forraje pueden aumentar el riesgo de que no haya suficiente fibra efectiva en el rumen, necesaria para optimizar la rumia. Cuando la formación de ese “filtro” de forraje ruminal es inadecuada, la producción de saliva disminuye (ya que hay menos masticación), lo cual disminuye el pH en el rumen y permite que más grano sea fermentado en el abomaso y los intestinos. Un tamaño adecuado de partícula y el uso de buffers tales como el bicarbonato de sodio, son críticos en este tipo de raciones para poder minimizar el riesgo de desórdenes digestivos tales como la acidosis y el desplazamiento de abomaso (González, 2001).

La complementación mineral debe ser también ajustada de forma adecuada. La sudoración, que ayuda a la disipación de calor, acarrea la eliminación de sodio y potasio del organismo. Esto es un problema particularmente con las vacas de alta producción, que secretan más de estos minerales en la leche. Con temperaturas ambientales por encima de los 30°C, debe asegurarse que las dietas contengan por lo menos 113.5 g de sal de mesa por vaca por día. Debe también estar a disposición una cantidad adecuada de agua fresca y de calidad, que no contenga altas concentraciones de sodio. En condiciones de sequía si las vacas consumen agua de pozo, es muy importante analizar las concentraciones de sodio, alcalinidad, sulfatos, nitratos,

nitrógeno, conductividad eléctrica y dureza para verificar que sea adecuada para el suministro del ganado (García, 2004).

2. Mastitis

El término deriva del griego “mastos”, ubre e “itis”, inflamación (Jäger, 2006) y la mastitis es una reacción inflamatoria en los tejidos secretores o conductores de la leche en la glándula mamaria, como respuesta a una lesión traumática o infección bacteriana. El propósito del proceso inflamatorio es eliminar o neutralizar a los microorganismos invasores y asistir en la reparación de tejidos dañados y de esta forma restablecer la función normal de la glándula (Saran y Chaffer, 2000).

La presentación de la mastitis y su sintomatología depende tanto del grado de reacción de los tejidos de la glándula mamaria a la infección o lesión traumática como a la condición general de salud del animal afectado. Esta enfermedad se presenta en dos formas: la *clínica* que se reconoce fácilmente a través de las anormalidades que se presentan en la ubre y/o en la leche; y la *subclínica* que no se puede detectar a través de observaciones visuales ni de la vaca ni de la leche, por lo que es necesario identificarla mediante pruebas para encontrar los microorganismos infecciosos o bien, métodos indirectos para mostrar los procesos de la inflamación que resultan de la infección de la glándula, como es la presencia de las células somáticas que aparecen en la leche de vacas infectadas (Amiot, 1991; Wolter *et al.,* 2004, Barkema *et al.,* 2006, Gerlach *et al.,* 2009). Así mismo es la principal enfermedad de la ganadería lechera a nivel mundial, debido a sus efectos adversos sobre la producción y calidad de la leche, costos de tratamientos, alteraciones en los procesos industriales de la materia prima y daños a la salud del consumidor (Saltijeral *et al.*, 2010).

La información estadística de varios países señala que la mastitis no ha disminuido en los últimos 40 años y que el 50% del ganado lechero se encuentra afectado por esta enfermedad, como promedio, en dos de sus cuartos. Estas cifras impresionantes pueden deberse a muchos factores como son las exigencias a que son sometidas las vacas lecheras para producir mayores volúmenes de leche en lactancias más largas y al mayor empleo del ordeño mecánico, en los casos en que su uso no es el correcto (Magadiño, 2000).

2.1. Factores que originan la mastitis

El manejo de la vaca tiene una influencia decisiva en el bienestar del animal y con ello sus mecanismos corporales de defensa. El manejo higiénico es importante para determinar la presencia de agentes patógenos (Pol *et a*l., 2007).

La mastitis es una enfermedad compleja, se mencionan: los mecanismos de defensa de la vaca, el medioambiente en que está el animal y la patogenicidad y virulencia del agente causal.

Esta enfermedad es considerada como producto de la interacción de varios factores: el sistema inmunitario de la vaca, el medio ambiente en que se encuentren los animales, y la patogenicidad-virulencia del agente causal que este interviniendo en la infección de la glándula (Castañeda, 2010).

Entre los mecanismos de defensa de la vaca está el factor de alimentación, ya que están estrechamente correlacionadas con la salud. Una mala nutrición, deficiente en energía y proteína, debilita los mecanismos de defensa de la ubre, lo que causa que una gran cantidad de agentes patógenos que habitan en el ambiente infecten la glándula mamaria (Lam *et al*., 2008).

Para la salud de la ubre de la vaca es indispensable tener en cuenta varios factores; (a) para evitar lesiones en las ubres no debe haber un sobrecupo en los corrales o en el establo; (b) las vacas deben echarse y levantarse libremente, sin obstáculos; (c) tener un buen clima en el establo para evitar un alto índice de humedad, camas o echaderos secos, especialmente en el área de la ubre; (d) limpieza diaria de los cajones o cajas de cama; (e) dar un alimento, del agrado de las vacas; (f) después de la ordeña las vacas deben permanecer paradas un mínimo de 1 a 2 h, hasta que el canal lácteo haya cerrado de nuevo (Wolter *et al*., 2004).

La mastitis es ocasionada por microorganismos que penetran la ubre a través del canal de los pezones. Dicha penetración puede ocurrir por multiplicación, movimiento mecánico, propulsión durante el ordeño o por una combinación de los diferentes factores, cabe destacar que estos microorganismos deben superar las defensas inmunes, humoral y celular (Philpot *et al*., 2001; Zecconi *et al*., 2006).

Varios patógenos causantes de mastitis contagiosa son endémicos en la mayoría de los países con una industria láctea, pero no necesariamente dentro de cada establo. Los

más notables son *Streptococcus agalactiae y Mycoplasma spp* (Barkema et al., 2009). La introducción de patógenos; en una ganadería, podría evitarse mediante medidas de bioseguridad. Recientemente surgieron cepas de patógenos causantes de mastitis capaces de causar rebrotes de mastitis, incluso cuando la transmisión de otras cepas de la especie bacteriana se controla
adecuadamente con las medidas de prevención existentes (Smith *et al*., 1998; Zadoks *et al*., 2003).

2.2. Microorganismos que producen la mastitis

Los agentes causantes de mastitis bovina son microorganismos que habitan en la ubre de la vaca y sus alrededores (Saran y Chaffer, 2000). Se han aislado e identificado al menos 137 microorganismos diferentes de la glándula mamaria de bovinos afectados de mastitis, los cuales se clasifican en contagiosos, ambientales u oportunistas, de acuerdo con su epidemiología (Castañeda, 2010). Además otros autores los han definido como patógenos mayores y menores, respetivamente (Wolter *et al.,* 2004).

2.3. Microorganismos contagiosos.

La fuente de los microorganismos contagiosos es la ubre de una vaca afectada, diseminándose a partir de ésta hacia otras vacas. Generalmente el lugar donde se produce el contagio es la sala de ordeño (Saran y Chaffer, 2000). El cuarto infectado de la ubre es el principal reservorio de los agentes contagiosos de mastitis, y solo dentro de este lugar esos agentes patógenos pueden reproducirse y sobrevivir largo tiempo (Wolter *et al.,* 2004). Este grupo incluye bacterias como *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae, Streptococcus dysgalactiae*, *Mycoplasma sp* y *Corynebacterium bovis*. Una característica común en los microorganismos contagiosos es la de colonizar y crecer en la piel de la ubre y dentro del canal del pezón (Saran y Chaffer, 2000).

Las infecciones por estos microorganismos generalmente son más fuertes y presentan elevados conteos de células somáticas (CCS) ya que pueden ser trasmitidos en la ordeña mediante los plásticos de las pezoneras, las manos del ordeñador cuando se

utiliza la misma toalla para limpiar un cuarto y otro o una vaca infectada y otra que podría no estarlo (Wolter *et al.,* 2004).

2.4. Microorganismos ambientales

Los microorganismos ambientales, por otra parte, viven en los alrededores de las vacas. La fuente de estos microorganismos es el entorno, por ejemplo, cama, estiércol, agua estancada, restos de comida y agujas y cánulas contaminadas de uso intramamario (Saran y Chaffer, 2000), que pueden tener contacto con la ubre en los intervalos entre los ordeños. Pertenecen a este grupo bacterias tales como *Streptococcus no agalactiae* y Gram negativas, sobre todo coliformes (Cuadro 3). La infección por estos microorganismos es de corta duración si se compara con aquella causada por los microorganismos contagiosos, provocan principalmente mastitis de tipo clínico. Las infecciones por estos microorganismos suelen causar leves reacciones del tejido glandular (Wolter *et al.,* 2004).

Cuadro 3. Fuente de Microorganismos Causantes de Mastitis.

Fuente	Microorganismos
Máquina de ordeña	*Staphylococcus aureus* *Streptococcus agalactiae*
Ubre infectada	*Staphylococcus aureus* *Streptococcus agalactiae*
Cama y piso	*Streptococcus uberis* Enterobacterias *Bacillus cereus*
Piel de pezones y ubre	*Staphylococci* coagulasa negativos *Staphylococcus aureus* *Streptococcus dysgalactiae*
Moscas	Arcanobacterium pyogenes
Leche para becerros	*Streptococcus agalactiae*
Agua contaminada	*Pseudomonas aeruginosa* *Prototheca* sp
Alimentos contaminados	*Prototheca* sp

(Sara y Chaffer, 2000).

2.5. Microorganismos oportunistas.

Los microorganismos oportunistas se encuentran en la piel de la ubre y pezones. Pertenecen a este grupo *Staphylococci* coagulasa negativos, que adquirieron importancia a raíz del descenso en la prevalencia de microorganismos tales como *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae*, es decir, son el resultado del buen trabajo realizado en cuanto a control de microorganismos contagiosos se refiere (Saran y Chaffer, 2000).

2.6. Métodos de diagnóstico de la mastitis

Los métodos de detección de mastitis son una herramienta que permite identificar el tipo de infección clínica o subclínica que puede presentarse dentro de un hato lechero, los diferentes métodos consisten en pruebas físicas, químicas y microbiológicas aplicadas a cada glándula o a la leche. El diagnóstico observacional se basa en las diferentes señales clínicas, como son inflamación, dolor al tacto, fiebre, depresión y reducción de la producción láctea. Finalmente el método que se elija para determinar las pruebas será esencial para tener un diagnóstico más preciso (Bedolla *et al.,* 2007).

Dentro de los métodos que se usan con mayor frecuencia a nivel de campo para diagnosticar mastitis clínicas, se encuentran el de observación y palpación de la ubre; las pruebas físicas; como de escudilla de ordeño; del paño negro y taza probadora y pruebas químicas; como la prueba de conductividad eléctrica de la leche, papel indicador de mastitis y whiteside (precipitación con NaOH 4%), que sirven también para diagnosticar mastitis clínicas y subclínicas (Cuadro 4). Es importante resaltar que pruebas biológicas, como incluyen la de California para mastitis (CMT, por sus siglas en inglés); la de Wisconsin; el diagnóstico bacteriológico por los métodos de aislamiento, cultivo, tinción, pruebas bioquímicas de identificación y el conteo de células somáticas (CCS) por microscopia directa o contadores automáticos (Wolter *et al.,* 2004).

Cuadro 4. Pruebas de Diagnóstico de Mastitis Basadas en los Cambios Producidos por la Inflamación

Detección	Pruebas
Aumento en el recuento celular somático	Microscopio óptico Fossomatic Coulter Counter

	California Mastitis Test
Presencia de proteínas plasmáticas	Detección de albúminas séricas
Cambios en la composición iónica de la leche	Medición de la conductividad eléctrica de la leche
Presencia de componentes intracelulares en la leche debido a daño celular	Medición de actividad de enzimas: NAGasa
Disminución de la capacidad de síntesis del epitelio mamario	Lactosa Caseína

(Tomado de Wolter *et al*., 2004).

2.7. Conteo de Células Somáticas (CCS).

El conteo de células somáticas es un indicador del estatus de salud en cada glándula de la ubre (Heeschen, 2005). Las células somáticas están compuestas principalmente por leucocitos, cuando existe algún proceso inflamatorio en la ubre, aproximadamente el 99 % de todas las células presentes en la leche del cuarto infectado son leucocitos, mientras que el 1 % restante son células secretadas en la leche, provenientes del tejido mamario (Philpot *et al*., 2001).

El conteo directo o indirecto de las células somáticas es la herramienta más común que se utiliza para el diagnóstico temprano de la mastitis subclínica.

El diagnóstico con contadores automáticos, permite hacer pruebas de conteo rápido de células somáticas (CCS) que se pueden realizar al pie de la vaca y se han desarrollado para la detección de la mastitis subclínica, actualmente se emplean el contador electrónico con infrarrojo DCC, o el método de reflectancia. Ya que guardan alta correlación con los resultados convencionales de laboratorio (Barratt *et al*., 2004). De los contadores automáticos electrónicos, los más utilizados actualmente por su rapidez y efectividad son el Fossomatic® y el Counter Coulter®, porque tienen una aplicación universal sobre todo en laboratorios de control lechero o los dedicados al diagnóstico e investigación de la mastitis.

Las células somáticas son células sanguíneas blancas propias del organismo, que le sirven como defensa a la glándula mamaria de la vaca contra organismos patógenos. La importancia del conteo de células somáticas en la leche es que podemos conocer si

la leche que obtenemos de la glándula mamaria es de buena calidad, así mismo, conoceremos el estado de salud de la misma al obtener un número elevado de células somáticas.

El conteo de células somáticas (CCS) es el número de células por mililitro de leche, es por consiguiente un indicador útil para la concentración de leucocitos en leche.

La determinación del contenido de células somáticas de la leche, del tanque, de la vaca o de los cuartos de la ubre es el medio auxiliar de diagnóstico más importante, para juzgar el estado de salud de la ubre de un hato. Con los resultados de las células somáticas se corrobora la calidad de la leche; también, es necesario obtener los resultados del tanque cuatro veces por mes (Wolter y Kloppert, 2004).

La falta de información de los microorganismos responsables de mastitis bovina en la región de la Ribera de Chápala, hace necesario estandarizar y utilizar métodos que permitan un diagnóstico rápido y específico de los agentes patógenos, para comercializar leche de alta calidad e inocua.

También en la bioingeniería existen trabajos en bovinos de células mamarias epiteliales (MECS) y sus células madre son muy importantes en la producción de leche y bioingeniería. El epitelio mamario adulto se compone de dos tipos de células principales; una capa interior de células epiteliales luminales, que producen la leche durante la lactancia, y una capa exterior de mioepiteliales células que descansan sobre una membrana basal, que son responsables de empujar la leche a través de la red de conductos a la cisterna del pezón (Neelesh Sharma, 2013).

2.8. Prueba de California:

La prueba de California Mastitis por sus siglas en inglés (CMT), fue desarrollada en la década de los 50s por Noorlander y Schalm, este método de detección de mastitis aún tiene vigencia y puede ser de gran utilidad en la realización de un plan de control de esta enfermedad. La prueba consiste en el agregado de un detergente a la leche, el aquil-aril sulfonato de sodio, causando la liberación de ADN de las células presentes y este se convierte en combinación con agentes proteicos de la leche en una gelatina. Una alta presencia de células libera una mayor concentración de ADN, por lo tanto el incremento será la formación de la gelatina, traduciéndose en una lectura e

interpretación del resultado como el grado más elevado de inflamación. Además la prueba utiliza un colorante (púrpura de bromo-cresol) que indica los cambios de pH ocurridos en la leche a raíz de la inflamación (Saran y Chaffer, 2000). El grado de CMT está directamente relacionado con el promedio del conteo de células somáticas (Cuadro 5).

Cuadro 5.- Se muestra los rangos que determina el grado de infección.

***Una reacción de T (trazas) o más indica que hay mastitis subclínica en el cuarto.* Grado de CMT**	**Rango de Células Somáticas**	**Interpretación**
N (Negativo)	0 – 200,000	Cuarto Sano
T (Trazas)	200,000 – 400,000	Mastitis Subclínica
1	400,000 – 1,200,000	Mastitis Subclínica
2	1,200,000 – 5,000,000	Infección Seria
3	Más de 5,000,000	Infección Seria

(Wolter *et al*., 2004)

En trabajos recientes se ha implementado el uso de biomarcador medido y evaluado como un indicador de la normalidad biológica de procesos, patológicos o farmacológico respuestas a las intervenciones terapéuticas. Varias aplicaciones de biomarcadores se han descrito, incluyendo el uso de biomarcadores para diagnosticar la presencia o ausencia de una enfermedad. Metodologías proteómicas para detectar un mayor número de proteínas en una muestra dada La primera tarea de proteómico dirigida a la identificación de los nuevos marcadores para la mastitis bovina fue una comparación de proteínas expresadas diferencialmente en normal y mastitis de leche bovina (Jamie, 2011).

2.9. Producción de Leche en México.

La leche de bovino se produce en todo el país. Se identifican tres grandes sistemas de producción; a) el intensivo, ubicado en las grandes cuencas lecheras del altiplano y en el norte; b) el de la lechería familiar, en los estados del centro y regiones montañosas; c) el de doble propósito localizado principalmente, en las costas del Golfo y el Pacífico (Vera *et al.,* 2009). El sistema de doble propósito se localiza principalmente en las áreas tropicales. Entre sus características destacan los tamaños pequeños o medianos de las explotaciones, el pastoreo principalmente de praderas de Gramíneas tropicales

introducidas con ganado de cruzas de ***Bos Taurus*** están: Aberdeen Angus , Limousin, Hereford, Shorthorn, Charolaise, Romagnola, Chianina, Jersey; ***Bos Indicus***; la cruza de Cebu con Holstein o Pardo Suizo, Jersey, Arshire, para la producción de leche y becerros. Se tiene un uso limitado o nulo de suplementos alimenticios, se práctica la monta directa y muy poco la inseminación artificial, donde la producción de leche es alrededor de 700 kg/vaca/año (Román *et al*., 2009).

2.10. Producción de Leche

La producción de leche, representa la quinta parte del valor total de la producción nacional pecuaria, siendo la tercera en importancia superando a la producción de cerdo y huevo, por lo que se deduce que ésta es una actividad rentable, ya que de otra manera no se explica el importante crecimiento que se ha generado (Figura 1). El crecimiento de la producción primaria, a pesar de ser importante y mostrar índices superiores al crecimiento de la población, no son suficientes para abastecer a una industria que ha logrado una transformación profunda, obtenida en base a calidad y desarrollo de nuevos productos, lo que ha provocado en la población un mayor consumo de productos lácteos. Estos cambios han representado de igual forma disturbios que han modificado el entorno en el cual se mueven las empresas.

La estabilidad de la economía mexicana de los últimos lustros ha permitido un crecimiento de la producción de leche, que si bien es importante, es insuficiente para disminuir la brecha entre producción y consumo (UGRJ, 2010)

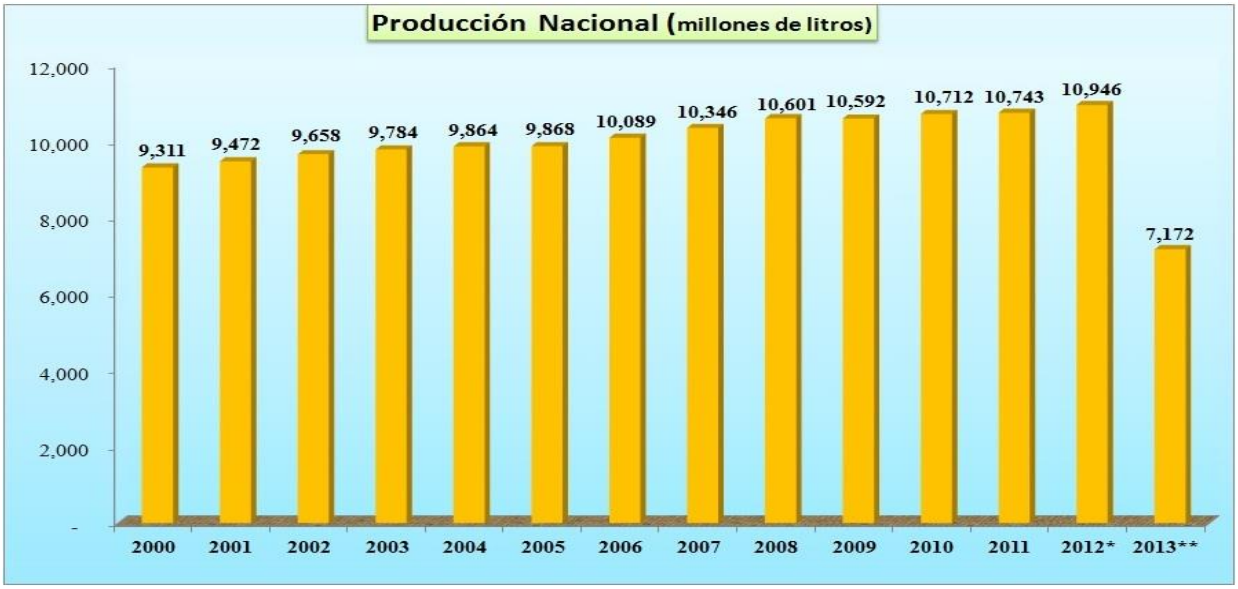


Figura 1.- Producción Nacional de leche en millones de litros*Año 2012 cifras preliminares ** Avances enero a agosto 2013 (Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), SAGARPA)

2.11. Normativa de la leche en México

El primer reglamento que hace referencia a derivados de la leche se publicó el 9 de julio de 1948. En los siguientes nueve años se publicaron dos reglamentos, uno para sustitutos de leche natural y otro para productos derivados de la leche y sustitutos de ella. En septiembre de 1976 se publicó un reglamento para el control sanitario de la leche. Sin embargo, el proceso ha sido lento en el desarrollo de las normas y reglamentos en relación a la leche y sus subproductos.

Hasta los años sesenta existían políticas y una legislación deficientes de la comercialización y el control de calidad de la leche y productos lácteos. Con la entrada de México al Acuerdo General de Aranceles y Comercio (GATT) y posteriormente al Tratado de Libre Comercio con Norteamérica (TLC), se inició una apertura a productos lácteos y agropecuarios de Estados Unidos y Canadá. Por consiguiente, se cambió la normativa de la leche, donde a partir de 1994 mejoró en forma considerable, no obstante el proceso de desarrollo de métodos de pruebas es poco dinámico. Sin embargo, ya se manifiesta un interés por parte de la sociedad respecto de la calidad de

la leche y de exigir que los productos cumplan cuando menos con los requisitos mínimos de calidad.

En agosto de 2002 el Comité Técnico Nacional de Normalización aprobó las propuesta de elaborar las normas mexicanas sobre métodos de prueba para la determinación de la cuenta total bacteriana. Con la de células somáticas por citometria de flujo, así como la determinación de grasa, lactosa, proteínas y sólidos totales por espectrometría de infrarrojo medio; Los temas fueron integrados en el Suplemento al Programa Nacional de Normalización del mismo año, publicado en el Diario Oficial.

La justificación de los productores y de la industria de contar con alternativas para la evaluación y calidad de la leche cruda se puede ver desde varios ángulos. En principio, la industria requiere analizar la leche cruda a fin de determinar si la misma cumple con los requerimientos para su uso (en la elaboración de leche fluida, quesos, leches fermentadas, etc.) y si es apta para consumo humano.

Normas relacionadas con el manejo de la leche:

NOM-155-SSA1-1994

Bienes y servicios. Métodos para la determinación de *Staphylococcus aureus* en alimentos: Establece el método microbiológico para determinar la cuenta de *Staphylococcus aureus* presentes en alimentos nacionales e importados.

NOM -109-SSA1-1994

Bienes y servicios. Procedimientos para la toma, manejo y transporte de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.

2.12. Repercusiones económicas de la mastitis

Por lo menos un 70% de las pérdidas económicas relacionadas con la mastitis se expresan en mermas en la producción de leche y eliminación de la leche procedente de animales enfermos (Balderas *et al.,* 2006, Barkema *et.al.,* 2006). Esta enfermedad, económicamente, es la más importante en la industria lechera de los Estados Unidos, ya que afecta a la mitad de las vacas infectadas con algún tipo de mastitis. Se

considera que esta enfermedad representa el 70% de los gastos totales para los ganaderos lecheros, resultando en una pérdida de billones de dólares cada año citado por (Bedolla, 2008).

Otros elementos de costo son, la eliminación de leche que contenga residuos de antibióticos empleados en el tratamiento de los animales enfermos, pérdida de valor genético por eliminación temprana de vacas y por ende encarecimiento del reemplazo, honorarios veterinarios, gastos de medicamentos, etc.

La severidad de la lesión glandular está directamente relacionada con la disminución productiva y con el recuento de células somáticas en la leche. La depresión en la producción láctea fluctúa en relación al grado de severidad de la infección, entre 15.2% y 83.3% (Rodríguez, 2006).

La leche también sufre importantes alteraciones en su composición en presencia de esta enfermedad. No sólo se afecta la leche, sino que los productos derivado de ella también suelen estar afectados, debido a los cambios físicos-químicos de la leche, lo que se expresa en una menor estabilidad y valor nutricional de la leche, mayor facilidad para enranciarse, dificultad para la elaboración de productos fermentados, merma en los rendimiento, palatabilidad y por ende en los costos de elaboración de queso, por ejemplo (Saran y Chaffer, 2000).

El Consejo Nacional de la Mastitis (NMC), es una organización profesional sin fines de lucro dedicada a la reducción de la mastitis y mejorar la calidad de la leche. El NMC promueve la investigación y proporciona información para la industria de productos lácteos en la salud de la ubre, la gestión de ordeño, calidad de la leche, y la seguridad de la leche. Fundada en 1961, NMC ahora tiene cerca de 1.500 miembros en más de 40 países de todo el mundo. El NMC tiene su sede en Wisconsin. estima una pérdida promedio de $225 dólares anuales por vaca en un hato con problemas de mastitis (López *et al.,* 2006). En la zona Centro de Yucatán, (Pech *et al.,* 2007), realizaron un estudio para determinar las pérdidas económicas que provoca la mastitis en esa zona. Demostraron que se da una pérdida por animal de $129,600 Mx por concepto de la disminución en la producción, $11, 250 por concepto de desecho de animales, gastos en biológicos $750 Mx y $313 por concepto de mano de obra extra; las pérdidas causadas por la mastitis repercuten en la economía de los productores. Otro estudio

realizado en Sonora, México, concluyó que el costo total de la mastitis representa una tercera parte de la producción anual obtenida en el establo (Gerlach *et al.,* 2009).

2.13. Problemática de la Producción de Leche en México

Hoy en día México es deficitario en la producción de leche y sus derivados por lo que se tiene que importar alrededor del 20% del consumo nacional aparente. Respecto a la producción de leche en México, ésta se lleva a cabo en diferentes regiones ecológicas y sistemas de producción. El sistema de doble propósito se localiza principalmente en las áreas tropicales.

La problemática de la producción de leche en productividad, competitividad y sustentabilidad dependen del sistema de producción. En el caso del sistema de doble propósito los principales problemas son el deterioro, la baja productividad y calidad de los recursos forrajeros debido al deterioro de praderas por el manejo inadecuado del pastoreo, la baja fertilidad, compactación y erosión del suelo. La nutrición del ganado es inadecuada debido a los esquemas de alimentación actuales y a la falta de información sobre los requerimientos nutricionales del ganado, así como de los alimentos del trópico que son. El potencial genético es bajo debido a cruzas no apropiadas de razas y falta de selección de animales genéticamente superiores para utilizarse en esquemas adecuados de mejoramiento genético. Se tiene una baja eficiencia reproductiva debido al anestro posparto, pubertad tardía y condición corporal inapropiada. La salud de los animales es afectada por enfermedades parasitarias e infecciosas. Uno de los problemas son las garrapatas y las enfermedades que éstas transmiten como son la babesiosis y la piroplasmosis, produciendo fiebre y anorexia, ocasionando baja en la producción láctea.

La problemática de la producción de leche que afectan su obtención en México, requiere un apoyo integral entre autoridades, empresas compradoras y productores. “Es necesario encontrar soluciones que permitan reducir los altos costos, aumentar la productividad y darle certidumbre y viabilidad a los ingresos”. Es indispensable garantizar la producción, acopio, transformación y distribución suficiente de este alimento y sus derivados.

Así mismo requiere de alternativas que permitan disminuir costos y convertir al país en un sector más competitivo, y llevar a cabo programas innovadores en cuanto a compras consolidadas. Es necesario evitar competencia desleal, pues cotidianamente “los productores están compitiendo con algunos productos que no tienen nada que ver con la leche, pero que se promocionan como tal” (UGRJ, 2010).

El estrés por calor afecta al confort y a la producción de las vacas lecheras. La experiencia de muchos ganaderos productores de leche e investigadores en zonas climatológicamente cálidas así lo confirma. Las condiciones de altas temperaturas afectan de distinta manera según sea el nivel de producción y el estado fisiológico de la vaca. Los animales del lote de preparto y los grupos de alta producción se ven más afectadas por el calor. El estrés calórico se da cuando el organismo del animal no es capaz ni de bajar su temperatura corporal, ni de sobreponerse al calor existente.

Indicadores Fisiológicos

Los principales indicadores fisiológicos están relacionados con la respuesta de estrés y con la respuesta de fase aguda.

La intervención de las glándulas adrenales en las reacciones de estrés ha sido analizada por Axelord y Reisine (1984) quienes afirman que en la mayoría de mamíferos, las dos estructuras de la glándula —médula y corteza— al estar contiguas favorecen que algunas de las sustancias producidas en el tejido cortical puedan alcanzar con facilidad la médula y regular la conversión de norepinefrina a epinefrina. Esas sustancias corticales no son otras que los glucocorticoides, estimuladas a su vez por la hormona adrenocorticotropa (ACTH) de la adenohipófisis.

Muchas situaciones de manejo de los animales (agrupamientos, transporte, etc.) provocan signos de marcada actividad de la corteza adrenal. La activación de la glándula adrenal acompaña a las reacciones de factores estresantes tan diversos como el frío, calor, manipulaciones, exposición a nuevos ambientes, ejercicio muscular o estímulos sociales. (Hahn et al, 2003)

Se sabe que el cortisol es el responsable de gran parte del comportamiento de la respuesta al estrés. A corto plazo, moviliza energía, pero su producción mantenida crónicamente contribuye al agotamiento de los músculos, a la hipertensión y la alteración del sistema inmune y la fertilidad.

La reacción de cualquier animal a un estímulo ambiental externo particular, está íntimamente correlacionada con la eficiencia de producción del animal.

Ante una situación de amenaza para su equilibrio, el organismo emite una respuesta con el fin de intentar adaptarse. Seyle (1936) definió este fenómeno como un conjunto de reacciones fisiológicas desencadenadas por cualquier exigencia ejercida sobre el organismo, por la incidencia de cualquier agente nocivo llamado estresor. Se puede definir, pues, como "la respuesta física y específica del organismo ante cualquier demanda o agresión".

Cannon y De la PAZ (1911) y otros científicos desarrollaron trabajos de investigación en los que existían elementos comunes, tales como:

• La existencia de un estimulo que es reconocido como una amenaza para la homeostasis.

• La respuesta de estrés generada por dicho estimulo a nivel fisiológico.

• Las consecuencias biológicas de dicha respuesta.

La finalidad última seria determinar a nivel clínico mediante parámetros biológicos el nivel de estrés en los animales para medir el efecto en el bienestar animal.

2.15. Estimulo como factor Estresante

Un determinado grado de estrés estimula el organismo y permite que éste alcance su objetivo volviendo a la normalidad cuando el estímulo ha cesado. Cuando se mantiene la tensión y se entra en lo que se denomina estado de resistencia se establece un estado de disconfort (tensión muscular, palpitaciones) y si continua el factor estresante se llega a un estado de agotamiento con la aparición de alteraciones funcionales y orgánicas que se conocen con el nombre de enfermedades de adaptación.

Está demostrado científicamente que ante una situación de estrés, el organismo sufre una serie de reacciones fisiológicas que se traducen en la activación del eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenales y del sistema nervioso vegetativo.

La percepción de un estimulo como amenazante para un individuo dependerá de:

• Las características del estimulo, las cuales se pueden dividir en cualitativas (térmico, químico, eléctrico, visual, olfativo) y cuantitativas (intensidad y temporalidad)

• Las características del individuo y como procese y modifique la percepción de dicho estimulo (Johnson 1987).

2.16. Respuesta de Estrés

La respuesta de estrés dependerá en gran medida de la experiencia previa del animal, del aprendizaje asociativo y del aprendizaje operante. Incluso, basándonos en teorías darwinianasa, la respuesta del estrés puede ser de mayor o menor agresividad en función de cómo ha evolucionado una especie, de si es depredador o presa (Temple 1997).

Al activarse, el hipotálamo segrega una hormona denominada CRH (Hormona liberadora de corticotropina), que actúa sobre la hipófisis y provoca la secreción de la hormona adrenocorticotropa (ACTH) por parte de esta glándula. Esta secreción incide sobre la corteza de las glándulas adrenales, dando lugar a la producción de corticoesteroides, que pasan a la sangre.

La liberación de hormona liberadora de corcotropina (CRH) a partir del núcleo paraventrivular del hipotálamo y del núcleo central de la amígdala inicia los componentes de la respuesta de estrés (Lusk 1989):

• Componente comportamental. El desplazamiento del animal hacia otro lugar, o vocalización, para superar o evitar una situación desfavorable.

• Componente fisiológico. Activación del eje simpatico-adenomedular y del eje hipofisiario-adenocortical.

El eje simpatico-adrenomedular. Cuando una animal percibe un estimulo estresante, se activa el hipotálamo liberando CRH que, a su vez, activa la rama simpatica del sistema

nervioso autónomo (SNA). La acción de la CRH en la medula adrenal libera catecolaminas, como la adrenalina y la noradrenalina, y la activación de las neuronas simpaticas posganglionares liberan noradrenalina.

El eje hipofisiario-adrenocortical. La CRH también actúa en la adenohipofisis, liberando corticotropina u hormona adrenocorticotropa (ACTH), cuya acción en la corteza adrenal provoca la secreción de glucocorticoesteroides (cortisol). Estos últimos ejercerán un mecanismo de retroalimentación negativa en la producción de CRH y ACTH (Guyton y Hall, 2000).

La activación de los ejes simpatico-adrenomedular e hipotálamo-hipofisiario-adrenocortical provoca cambios en numerosos parámetros fisiológicos durante la respuesta de estrés.

La medición y valoración de estos cambios permite valorar de forma directa o indirecta la respuesta de estrés. Los indicadores fisiológicos mas utilizados son:

• Constantes clínicas: frecuencia cardiaca y temperatura corporal.

• Parámetros sanguíneos: hemogramas y bioquímica sérica.

Frecuencia Cardiaca. Frente a un estimulo estresante se produce una taquicardia como consecuencia de la liberación de las catecolaminas, pero los cambios producidos en la frecuencia cardiaca pueden ser debidos a un aumento de la actividad física (Broom y Johnson, 1993) o a la manipulación del animal. Sin embargo, algunas especies (roedores, aves, ungulados jóvenes); se ha detectado una bradicardia secundaria al estrés (Olivares et al, 1998).

Las diferencias en la frecuencia cardiaca entre individuos hacen que la variabilidad de dicha frecuencia sea un mejor indicador del estado del sistema nervioso del individuo y de su capacidad para responder a las demandas ambientales.

Temperatura Corporal. El aumento de la temperatura corporal se considera un criterio cuantitativo útil para valorar el grado de estrés agudo. Pese a que la temperatura corporal está producida por las contracciones musculares, la asimilación de los alimentos y los procesos metabólicos (Lusk, 1989) en ciertas situaciones estresantes

existe otro componente denominado hipertermia inducida por estrés, relacionada con la actividad del sistema simpatico-adenomedular y del eje hipotálamo-hipofisiario-adrenocortical.

Dicha hipertermia se considera una respuesta de anticipación frente a una situación desagradable que pueda ser conocida o no.

Hemograma. Numerosos parámetros sanguíneos son afectados por el estrés provocado por la captura y el transporte en ungulados (Jain 1993). Para poder comparar y utilizar valores hematológicos y sus variaciones se debe considerar el método de captura utilizado (físico o químico), el método de obtención de las muestras sanguíneas y los efectos que estos tienen sobre los parámetros sanguíneos. Otros factores a tener en cuenta son el comportamiento del animal, el sexo, la edad, el clima y las zonas de vida donde se encuentran los animales.

Las catecolaminas liberadas durante la estimulación simpática actúan en los receptores alfa-adrenérgicos de la capsula esplénica produciendo la contracción de la musculatura lisa del bazo y liberando al torrente sanguíneo eritrocitos almacenados (Janin, 1993).

Los recuentos totales (WBC) y diferencial leucocitarios se ven afectados tanto por las catecolaminas como por los corticoides.

El número de plaquetas también se ve afectado por el estrés, aumentando los niveles a causa de la contracción esplénica (Jain, 1993).

Bioquimica Serica: Hormonas. El nivel de glucocoricoesteroides se ha utilizado para valorar respuestas agudas de estrés y su interpretación depende de los siguientes factores (Rushen, 1991):

• Ritmo circadiano y fluctuaciones estacionales.

• Estrés crónico: el eje hipotálamo-hipofisiario-adrenocortical puede sensibilizarse en los animales sometidos a un estrés crónico y produce un aumento en la concentración plasmática de glucocorticoides superior (Broom y Jhonson, 1993).

• Manipulación: el manejo del animal puede enmascarar el efecto real del agente estresante que se pretende estudiar.

• Grandes diferencias interindividuales

• Etapa fisiológica

En este trabajo vamos a analizar en qué condiciones se produce ese estrés y el modo en que puede mitigar. Los efectos más importantes del estrés calórico en los animales son:

■ Crecimiento del ritmo respiratorio (>80 pulsaciones/minuto), provocando pérdida de saliva y como consecuencia acidosis en panza. Lo normal son 50 pulsaciones/ minuto.

■ Se incrementa por encima de los 39 ºC la temperatura corporal.

■ Incremento de las necesidades de agua, incluso pueden llegar a duplicarse en situación de estrés severo.

■ El ganado suda más con objeto de refrigerarse.

■ Decrece la ingestión de alimentos, limitándose la actividad del rúmen con objeto de no producir más calor endógeno.

■ Decrece el riego sanguíneo de los órganos del animal, dirigiéndose éste hacia la piel para paliar los efectos el calor.

■ Disminuye la producción de leche.

■ Distorsión de los parámetros reproductivos. Celos silenciosos, muertes embrionarias, menores tasas de concepción, etc

Dado que en nuestro entorno cercano, los estudios sobre el estrés producido por el calor en las vacas son escasos, se documenta con experiencias realizadas en USA, mayormente. A partir de los 25 ºC se pueden apreciar los efectos del calor en la producción lechera de las vacas. No obstante hay que tener en cuenta también la humedad relativa del aire. A igualdad de temperatura con humedad relativa más alta se incrementa el estrés calórico en el ganado; altas humedades relativas dificultan la evaporación del sudor de los animales y por lo tanto su refrigeración.

Existe un índice compuesto que relaciona la temperatura ambiental y la humedad relativa del aire, denominado ITH (Hahn, 1999), que nos indica cuándo se produce el estrés calórico en función de los parámetros ya mencionados.

La temperatura se mide en ºC y la humedad relativa en valor decimal.

En un trabajo realizado por Moreno en el 2008, sobre la Presencia comparativa de *E.coli* asociada a mastitis ambiental con relación al Índice Temperatura Humedad (ITH) en las regiones de los Altos y Centro del Estado de Jalisco. Nos dio la pauta para realizar esta investigación sobre: La temperatura y humedad relativa como pueden afectar el estado de confort de los animales, especialmente en el ganado lechero, causando estrés térmico que aumenta la susceptibilidad a diferentes bacterias, entre ellas *E. coli*

El presente trabajo se guio sobre lo observado a través de más de 25 años de trabajar en la Región con la necesidad de coadyuvar con los productores a disminuir la problemática y buscar un desarrollo pleno en los animales.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Región Ciénega de Chápala en el Estado de Jalisco tiene diferencias en cuanto a temperatura, ya que sus municipios se encuentran a diferentes altitudes sobre el nivel del mar. Existen zonas más secas o más húmedas y además su precipitación pluvial difiere en las diferentes comunidades. Difieren también las rutinas de limpieza de corrales, disponibilidad del agua de bebida, cuidado en la higiene del equipo o manos del ordeñador y el tiempo que el ganado es expuesto a las condiciones ambientales. La necesidad de conocer la participación de los factores ambientales y de manejo que inciden en la mastitis y sus repercusiones tanto fisiológicas, como económicas al presentar la enfermedad en los animales. Pérdidas considerables que desalientan al productor, disminuyendo la cantidad y calidad de la leche. La participación de bacterias ambientales principalmente coliformes como (*Escherichia coli, y Streptococcus sp*), que pueden llegar por varias vías a la ubre, deficiencias en la sanidad e higiene de corrales, de las manos del ordeñador y en las maquinas ordeñadoras contaminadas. Estas bacterias son habitantes comunes en el medio ambiente, ya que se encuentran en el intestino, las heces y pisos y equipo de ordeño, por lo que resulta de interés buscar la relación entre factores ambientales con la presencia de estas bacterias causantes de mastitis. Con esta información, en un futuro, se pueden desarrollar métodos de control y manejo de esta enfermedad y así disminuir el impacto económico de la producción láctea en esta región del Estado de Jalisco.

4. JUSTIFICACIÓN

Magnitud: De allí que el estudio que se viene planteando en estas páginas resulte de una magnitud significativa. El determinar, en su caso, la relación que tienen la relación del ITH con la Prevalencia de *Escherichia Coli* en casos de mastitis ambiental en el ganado lechero, la Región Ciénaga de Chápala del Estado de Jalisco, podrá detonar acciones concretas para la prevención de este tipo de padecimiento en el ganado en distintas épocas del año, propiciando importantes ahorros a los productores.

Trascendencia: Por supuesto que a pesar de múltiples estudios que frecuentemente están apareciendo en torno a mecanismos y medidas de prevención de enfermedades de ganado bovino productor de leche, en casos de mastitis ambiental, lo cual habrá de permitir, en todo caso, a los ganaderos, planificar o tomar las medidas preventivas necesarias que impidan que los cambios estacionales, las instalaciones, en su caso, el entorno en el que se recluye el ganado, cuenten con las medidas que garanticen higiene, cuidados y precauciones que eviten, en todo caso, la afectación del ganado por *E. coli* propiciadora de mastitis, lo cual habrá de acarrear sólo beneficios a sus respectivas economías y, de manera particular, a la empresa ganadera en la cual se habrá de basar el estudio que se viene proponiendo.

Importancia: Cualquier información científicamente elaborada habrá de analizarse, pero también a los ganaderos de la región, prevenir, tomar medidas precautorias que impidan al máximo la contaminación del ganado bovino productor de leche de enfermedades parasitarias como la mastitis, en este caso concreto, por razones climáticas (ITH), se ha considerado para efectos de la tesis que se viene proponiendo como una postura de suma importancia por los costos que se involucran como parte de las pérdidas por estos motivos. De allí la importancia que habrá de tener, en su caso, el estudio que se viene presentando.

Factibilidad: Dado que las fuentes de información primaria (el ganado bovino lechero sujeto a análisis), como las fuentes de información secundaria (literatura especializada en la materia), se encuentran y se encontrarán al alcance para efectos de los estudios que habrán de realizarse, no se vislumbran obstáculos que impidan el logro de los objetivos que enseguida se plantean.

5. HIPÓTESIS

Existe una relación positiva entre el Índice Temperatura-Humedad, y la subsecuente existencia de estrés calórico en la prevalencia de mastitis clínica y subclínica en hatos de vacas lecheras de la región Ciénega del Estado de Jalisco

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

Determinar la relación entre Índice Temperatura-Humedad (ITH) y el estrés calórico en la prevalencia de mastitis clínica y subclínica en hatos de vacas lecheras de la región Ciénega del Estado de Jalisco.

6.2. Objetivos Particulares:

1.- Caracterizar las condiciones de explotación lechera en los hatos de los municipios de la región Ciénega del Estado de Jalisco (Atotonilco el Alto, La Barca, Jamay, Ocotlán; Zapotlán del Rey, Poncitlán, Ixtlahuacán de los Membrillos, Jocotepec)

2.- Realizar el diagnóstico de mastitis clínica y subclínica en vacas de los diferentes hatos de los municipios de la región Ciénega del Estado de Jalisco mediante los métodos de Prueba de California (CMT) y el conteo de células somáticas (CCS).

3.- Determinar la prevalencia de mastitis en la Región Ciénega.

4.- Identificar las bacterias presentes en los animales positivos a mastitis clínica y subclínica mediante pruebas de cultivo bacteriológico.

5.- Obtener los valores de temperatura y humedad de la región Ciénega del Estado de Jalisco durante los periodos de Enero del 2010 a Julio del 2013 y calcular su ITH.

6.- Valorar la presencia de estrés calórico mediante la obtención toma de temperatura rectal, frecuencia respiratoria y temperatura exterior de los animales en los hatos de la región Ciénega del Estado de Jalisco.

7. MATERIAL Y MÉTODOS

Este trabajo se desarrolló en explotaciones lecheras localizados en la región Ciénega de Chápala en los municipios y sus comunidades de Atotonilco el Alto (6), La Barca (11), Jamay (3); Ocotlán (7), Zapotlán del Rey (2); Poncitlán (3), Ixtlahuacán de los Membrillos (4) y Jocotepec (1) (Figura 2). Estos municipios se ubican a una altura que oscila entre 1,200 y 1,550 msnm, con temperaturas promedios entre 16 y 27 °C.

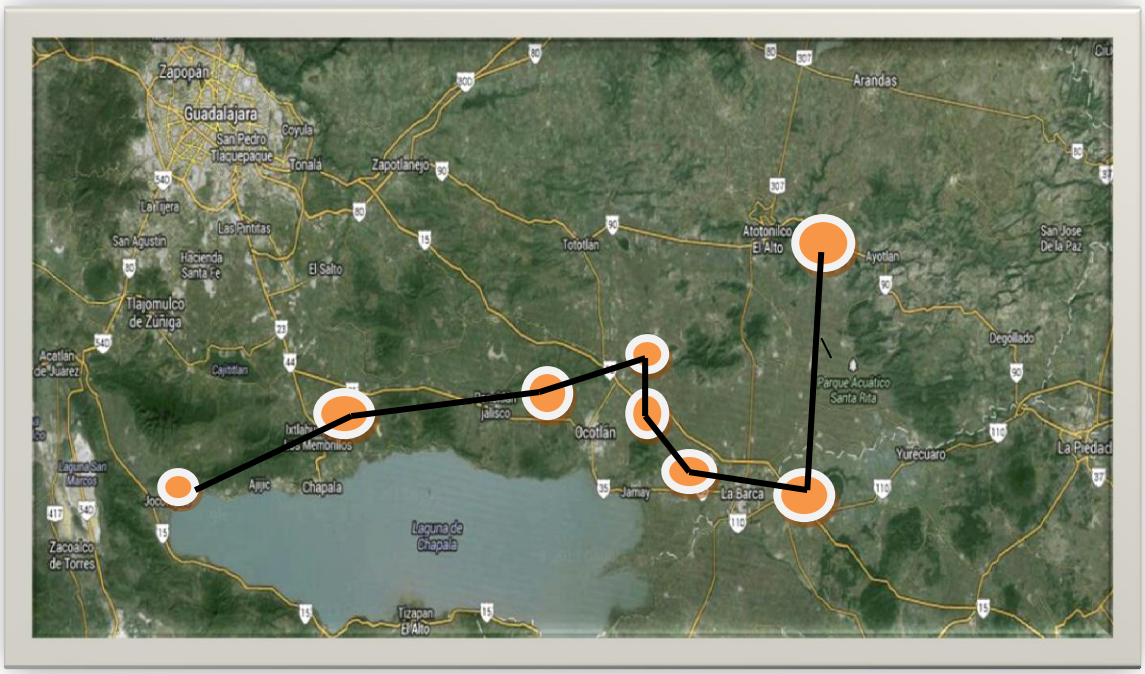


Figura 2.- Zona de estudio, los círculos y las líneas indican los municipios de la región Ciénega de Chápala

7.1 Caracterización de las explotaciones lecheras y de los hatos de la región Ciénega del Estado de Jalisco.

Los hatos lecheros considerados para el estudio, estuvieron conformados de animales estabulados y semi-estabulados que se localizaron en diferentes comunidades de cada municipio de la región Ciénega. En el cuadro 6 se señalan las comunidades en cada municipio.

Cuadro 6. Municipios y comunidades de la región Ciénega considerados para el estudio.

Municipio	Comunidad
Atotonilco	Las Margaritas, San José del Valle, El Valle, San Francisco de Asís, Milpillas.
La Barca	San José Casas Caídas, El Carmen, El Gobernador, Tarengo Nuevo San Ramón, San Antonio de Rivas, El Loreto, Zalamea, La Paz de Ordaz, Portezuelo.
Jamay	San Miguel, San Agustín.
Ocotlán	San Martin Zula, Joconoxtle, La Tuna, San Vicente, Labor Vieja, Rancho Viejo del Refugio.
Zapotlán del Rey	Otatan
Poncitlan	Cuitzeo, Mezcala.
Ixtlahuacan de los Membrillos	La Capilla, Los Cedros, El Rodeo
Jocotepec	Jocotepec

La selección de la explotación se llevó a cabo bajo los siguientes criterios:

a) Explotación lechera con animales estabulados y semiestabulados

b) Establos que tuviera vacas de raza Holstein, criollas.

c) Explotación que estuviera dentro de los límites municipales de la

Región Ciénega.

d) Tipo de ordeño, manual y mecánico.

e) Condiciones del piso (tierra, empedrado y cemento).

f) Condiciones de manejo, bebederos, comederos.

g) Asoleaderos, sombras naturales o artificiales. (*Ver anexo I).*

7.2. Diagnóstico de mastitis clínica y subclínica en vacas de los diferentes hatos de los municipios de la región Ciénega del Estado de Jalisco.

Este estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Bacteriología del Departamento de Medicina Veterinaria (CUCBA) de la Universidad de Guadalajara. Se procesaron 5,184 muestras de leche obtenidas de cuartos individuales, provenientes de 1,296 vacas de razas Holstein criollas y de alto mestizaje de 36 corrales distribuidas en los municipios de Atotonilco el Alto, La Barca, Jamay, Ocotlán, Zapotlán del Rey, Ixtlahuacán de los Membrillos y Jocotepec (Región Ciénega del Estado de Jalisco). Se utilizaron para el

muestreo las vacas en producción de cada corral a excepción de aquellas con menos de 30 días y con más de 250 días en lactancia, para evitar los falsos positivos.

7.3. Prueba de California para Mastitis (CMT)

El periodo de muestreo fue entre Enero-Diciembre 2010, 2011,2012 y 2013. En campo se realizó la prueba de California y las muestras que resultaban con trazas o más se tomaron como positivas. Se tomó la muestra asépticamente según la NOM-109-SSA1-1994, se colectaron 1296 muestras de leche mastítica bovina. La leche se transportó y conservó en refrigeración para su análisis microbiológico.

Esta prueba consta de una sustancia aniónica; el alkyl aryl sulfonato, al que se le ha agregado un indicador de pH; el bromocresol púrpura. El reactivo reacciona con el ADN celular y en caso de positividad se forma un gel característico dando los diferentes grados de reacciones, desde traza, positivo uno, positivo dos y positivo tres. Se utilizaron las normas cubanas NC 78-11-25 (CEN, 1987) para la obtención de las muestras, y la NC-78-11-17 (CEN, 1986) para la aplicación de la prueba. El manejo de cada una de las vacas previo a la toma de muestras incluyó la limpieza y desinfección de la glándula mamaria. Después del despuente se tomó muestra de cada cuarto para prueba de CMT, de acuerdo a los procedimientos establecidos para esta prueba (Wolter *et al.,* 2004). El criterio para clasificar a los positivos fue a partir de trazas de cada cuarto.

Para determinar el índice de mastitis subclínica (IMSC), se asignaron los valores siguientes:

Letra	Valor
N	0
T	1
(+)	2
(++)	3
(+++)	4

Posteriormente para obtener el Índice de Mastitis Subclínica (IMSC) y el índice bajo riesgo/alto riesgo (BR/AR), se asignaron los valores siguientes:

$$\frac{\text{IMSC} = (\text{Nx0})+(\text{Tx1})+((+)\text{x2})+((++)\text{x3})+((+++4)}{\text{Nº de pezones funcionales}}$$

El IMSC considerado como deseable es de 0.5, mientras menor sea este índice, menor será la magnitud de la mastitis (Radostits et al., 2002). Posteriormente se realizó el análisis microbiológico a un total de 36 muestras de leche proveniente de los tanques (13 muestras por cada corral en estudio). Los métodos utilizados fueron placa y Petrifilm contiene una película rehidratante cubierta de nutrientes y agentes gelificantes: utilizadas para pruebas microbiológicas; recuento de coliformes, recuento de *E. Coli*, Enterobacterias para las bacterias aerobias mesófilas y para coliformes totales, mohos y levaduras, respectivamente.

7.4 Conteo de Células Somáticas

Se colectaron 1,296 muestras de leche mastítica bovina, para el conteo de células somáticas se utilizó el contador electrónico automático infrarrojo DCC de DeLaval®, el cual permite hacer pruebas de conteo rápido de células somáticas (CCS), por cartometría de escaneo laser (480 nm), con ADN celular marcado con el fluorocromo Yoduro de propidio. Las muestras con más de 200,000 células somáticas (n=493) se consideraron como positivas y se prosiguió a realizarles las pruebas microbiológicas para la detección y aislamiento de *S. aureus* como lo dicta la NOM-155-SSA1-1994, la cual determina los métodos para el diagnóstico determinación de *S. aureus* en alimentos.

7.5 Identificación de las bacterias Mediante Pruebas de Cultivo Bacteriológico.

Las muestras de leche se sembraron en agar sangre y se incubaron a 37°C por 48 horas. A las 24 horas se realizó la primera lectura y a las 48 horas se cumplió el tiempo de crecimiento de esta bacteria para poder hacer su reconocimiento por morfología en agar. Las colonias identificadas como sospechosas a *Staphylococcus spp.* La detección de microorganismos patógenos en la leche y/o sus derivados se hace cada vez más

importante, debido a la influencia que tienen en la presentación de las enfermedades transmitidas por los alimentos. *Staphylococcus spp* ha sido considerado como el germen más frecuentemente asociado con este tipo de brotes (Dayorka *et al*. 2005). Se continuaron analizando por pruebas bioquímicas para determinar la especie de *Staphylococcus aureus* presentes.

Pruebas utilizadas para caracterización fenotípica de *S. aureus*

A= Morfología en agar sangre

B= Tinción Gram

C= Prueba de catalasa

D= Prueba de coagulasa

7.6 Frotis Directos Teñidos con GRAM

Las tinciones en las células bacterianas tienen se dividen en dos grupos Gram positivos se tiñen de color azul-violeta y la Gran negativa, se tiñen de color safranina color rojo-rosado; aquellas baterías que carecen de pared celular como micoplasmas no toman coloración alguna; bacterias involucradas. Ésto sucede porque los colorantes se combinan químicamente con la pared celular bacteriana y permite observar las características estructurales de las bacterias, para separarlas en dos grupos: Gram positivos y Gram negativos (Álvarez y Mendoza, 2005). Una azada de las colonias sospechosas se extendieron en un porta objetos previamente teniendo un gota de solución salina fisiológica. Se dejó secar y se fijaron las bacterias al cristal por calor. Posteriormente se prosiguió con la tinción de Gram (cuadro 7).

Cuadro 7. Etapas en la tinción de Gram

Paso	Método	Tiempo
Tinción inicial	Cristal violeta	30 segundos
Mordiente	Lugol	30 segundos
Decoloración	Gotas de solución de alcohol y acetona	3 a 4 segundos

Contraste	Safranina	30 segundos

(Tomado de: Álvarez y Mendoza, 2005)

7.7 Prueba de Catalasa

Los microorganismos de la familia *Micrococcaceae* se diferencian de los de la familia *Streptococcaceae* por la prueba de la catalasa. Esta prueba detecta la presencia de citocromooxidasas en las *Micrococcaceae* (Koneman *et al.,* 1999).

Método del Portaobjetos (recomendado):

Con el asa de siembra se recogió en el centro de una colonia pura de 18-24 horas y colocar sobre un portaobjetos limpio de vidrio. Posteriormente se agregó con gotero o pipeta Pasteur una gota de H_2O_2 al 30% sobre el microorganismo sin mezclarlo con el cultivo. Se observó la formación inmediata de burbujas (resultado positivo). Se desechó el portaobjetos en un recipiente con desinfectante.

Si se invierte el orden del método (extender la colonia sobre el agua oxigenada) pueden producirse falsos positivos.

Método del Tubo de Ensayo:

Se Agregó 1ml de H_2O_2 al 3% directamente a un cultivo puro de agar densamente inoculado. Se observó la formación inmediata de burbujas (resultado positivo).

7.8 Prueba de Coagulasa en Tubo

En la prueba se utilizó plasma obtenido de la sangre de borrego se inocula una azada para diferenciar el *Staphylococcus aureus* del coagulase-negative *staphylococci. S.aureus* produce 2 formas de coagulasa de la colonia sospechosa y se incuba a 37˚C, por 24 horas. La coagulasa detectada por este método se secreta de las bacterias y reacciona con una sustancia presente en el plasma denominada “Factor de Reacción con la Coagulasa (CRF)” para formar un complejo que, a su vez reacciona con el fibrinógeno para formar fibrina (Koneman *et al.,* 1999).Y se observa si sale positivo el

suero se coagula, dando como resultado un coagulo; si sale negativo, el plasma permanece líquido.

8. Obtención de los Valores de Temperatura y Humedad de la Región Ciénega del Estado de Jalisco Durante los periodos de Enero del 2010 a Julio del 2013 y Cálculo de su ITH

Se utilizó información de la base de datos climáticos de la Red de estaciones agroclimáticas de INIFAP-COFUPRO. Para caracterizar condiciones climáticas continentales se consideraron datos de estaciones del estado de Jalisco y Estados circunvecinos como Zacatecas, Michoacán y Aguascalientes. Para caracterizar condiciones climáticas de influencia marítima se tomaron en cuenta también estaciones del Estado de Jalisco. Cuadro 8

Cuadro 8. Datos Climáticos Utilizados para Generar el Modelo de Humedad Relativa para Áreas de Clima Continental

ID	ESTACION	ESTADO	DISTANCIA AL MAR Km	LONGITUD (grados)	LATITUD (grados)	ALTITUD (km)
12	El Potrerito	Aguascalientes	337.6	-102.2917	22.3637	2.0
13	Medio Kilo	Aguascalientes	307.8	-102.2667	22.0025	1.9
38	Jamay	Jalisco	203.3	-103.2167	20.3	1.6
39	La Barca	Jalisco	215.4	-102.5415	20.288	1.5
40	Tototlán	Jalisco	226.0	-103.2278	20.55	1.5
41	Atotonilco	Jalisco	241.5	-102.9431	20.55	1.5
42	Poncitlán	Jalisco	201.0	-102.8956	20.313	1.6
43	Jocotepec	Jalisco	161.5	-103.6333	20.2833	1.5
44	Atequiza	Jalisco	190.0	-103.5639	20.3833	1.6

8.1. Sistemas de información.

Se utilizó el sistema de información ambiental del INIFAP para el estado de Jalisco (Ruiz *et al*., 2003). Este sistema comprende la descripción clima-suelo-topografía del Estado con base en imágenes raster temáticas con resolución de 360 m. De este sistema se utilizaron las imágenes correspondientes a temperatura media mensual y

anual, altitud, distancia al mar, latitud, longitud, temperatura máxima media mensual y anual, temperatura mínima media mensual y anual, y precipitación pluvial acumulada promedio mensual y anual. Esta información se utilizó al implementar los modelos de humedad relativa a escala estatal, lo cual se realizó a través del módulo de análisis espacial del sistema Idrisi Andes (Eastman, 2006). En este módulo de análisis espacial se ejecutaron operaciones de álgebra de mapas requeridas al reproducir las ecuaciones implicadas por los modelos de humedad relativa.

8.2. Modelos para Estimar Humedad Relativa.

Se corrieron análisis de correlación entre humedad relativa y las variables que se consideraron como variables independientes y con influencia sobre la humedad relativa. Las variables evaluadas fueron: longitud, latitud, altitud, distancia al mar, número del mes, temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura media, oscilación térmica, precipitación del mes en cuestión y precipitación del mes anterior. La variable número del mes se consideró como una representación de la influencia del fotoperiodo en la humedad relativa. Se generaron modelos de regresión múltiple, seleccionando las variables independientes con una correlación significativa ($P<0.05$) y que además contribuyeran a mejorar el coeficiente de determinación del modelo. Las variables se integraron al modelo siguiendo un orden conforme la magnitud de su valor de correlación.

Durante el proceso de la obtención de modelos se observó la conveniencia de generar un modelo para las áreas con influencia de brisa marina y otro para áreas en donde esta influencia no es significativa. En términos generales se observó mediante la información de las estaciones analizadas, que esta influencia se manifiesta hasta una altitud de aproximadamente 400 m.

8.3. Validación de Modelos de Humedad Relativa

La validación de los modelos de humedad relativa consistió en comparar los valores de humedad relativa estimados por el modelo contra los valores reales de humedad relativa. Ésto se realizó tanto de manera gráfica a través de un análisis de correlación.

También se calculó el error absoluto promedio de estimación, así como la sumatoria de los residuales.

8.4. Sistema de Información Bioclimática

Se implementaron los modelos para estimar la humedad relativa, en el sistema Idrisi Andes (Eastman, 2006) con el sistema de información ambiental del estado de Jalisco (Ruiz *et al*., 2003). De esta manera se generaron 12 imágenes mensuales de humedad relativa promedio, siendo este promedio correspondiente al período 1961-2003.

Para generar las imágenes de humedad relativa, la influencia de la brisa marina se consideró en un 100%. Más allá de los 400 m se consideró que la influencia de la brisa marina es poco significativa. En las áreas con influencia parcial de la brisa marina, la estimación de la humedad relativa se realizó con los dos modelos obtenidos (clima continental y clima marítimo) considerando proporcionalmente su influencia mediante su ponderación por porcentajes complementarios, esto es 75% clima marítimo y 25% clima continental; 50% clima marítimo y 50% clima continental, etc.

Una vez generadas las imágenes de humedad relativa y contando con las imágenes de temperatura media mensual a través del sistema de información ambiental de Jalisco, se generaron las imágenes mensuales del índice ITH, implementando el modelo de regresión lineal múltiple para este propósito en el sistema IDRISI32.

8.5. Modelo Para Estimar el Índice ITH

Originalmente el índice ITH se calcula con la ecuación:

$$ITH = Tdb + 0.36Tdp + 41.2^{o}C \text{ (Johnson, 1994)}$$

Dónde:

ITH = ***Índice temperatura humedad***

Tdb = ***Temperatura de bulbo seco***

Tdp = ***Temperatura de punto de rocío***

Se obtuvieron los valores de humedad relativa, se calcularon valores de Tdp e ITH para 360 combinaciones de temperatura y humedad relativa. Se consideró un rango de

temperatura de 5º a 40º C y un rango de humedad relativa de 5 a 100%. Las temperaturas de punto de rocío se calcularon mediante un programa de cálculo emitido en el sitio web www.canipebuilders.com Con estos valores de las 360 combinaciones de temperatura y humedad relativa, y sus correspondientes valores de ITH, se obtuvo un modelo de regresión lineal múltiple para estimar el ITH con las variables temperatura y humedad relativa.

En la Figura 3 se describe de manera esquemática el procedimiento para generar el sistema de información bioclimática.

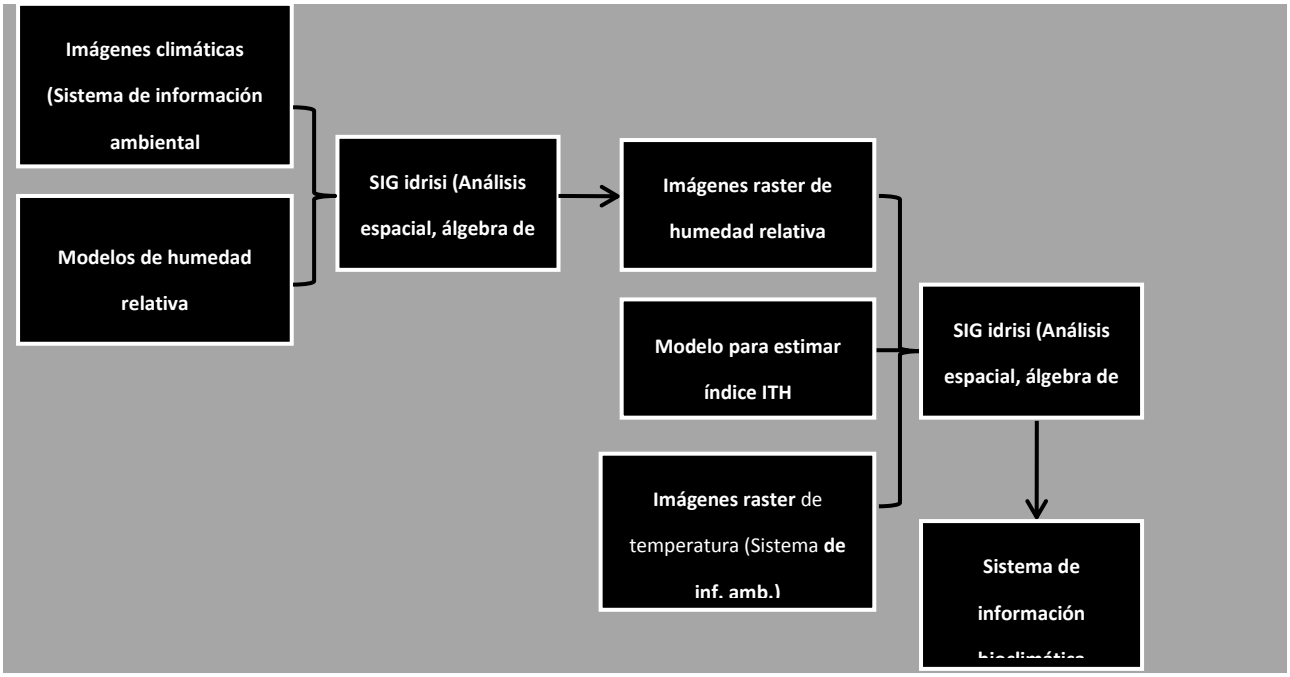


Figura 3.- Diagrama para generar el sistema de información bioclimática.

8.6. Valoración de la Presencia de Estrés Calórico en los Hatos de Jocotepec y Atotonilco el Alto.

Para este estudio se seleccionaron 100 vacas de la raza Criollo Lechero Holstein CLH clínicamente sanas, de aproximadamente 400 k de peso y 44 meses de edad promedio, bajo condiciones de producción intensiva a semi-pastoreo, localizados en los Municipios de Atotonilco y Jocotepec del Estado de Jalisco, México, durante el período

comprendido entre los años 2010-2011.El municipio de Atotonilco se caracteriza por poseer un clima cálido semi-seco, con invierno benigno, seco y semi-cálido al igual que la primavera, tropical lluvioso (AW). Jocotepec es en otoño e invierno no seco, y semi-cálido, sin cambios térmicos invernales bien definidos (Santellano *et al.,* 2002).

El ordeño de las vacas se realizó entre las 6:00 hrs y 7:30 hrs con apoyo del ternero, posteriormente se separaron de la madre hasta las 17:00 hrs en que se les dejó amamantar durante 30 min para la separación definitiva hasta el próximo día. El destete dependió del nivel de producción de la vaca y las características físicas del ternero, produciéndose a los 180 días promedio. La producción láctea de los animales de los municipios de Atotonilco y Jocotepec, se consideró con animales sin estrés, los efectos sobre la producción: Como resultado del descenso del consumo de alimento, se afecta la producción y composición de la leche. Se obtuvieron los registros climatológicos promedios mensuales de temperatura ambiental (°C), humedad relativa (%) y precipitaciones (mm) durante 2010-2011. Se midieron estas variables dos años (2010 y 2011) a través de los registros promedios mensuales obtenidos con un equipo digital CPGM®. Las mediciones de la TA y la HR en los predios, se realizaron con un higrotermómetro digital Extech® modelo 445702 con una precisión de ± 0.1°C, colocado en un espacio abierto y protegido por un abrigo meteorológico convencional. Se determinó el valor de ITH por época y muestreos, matutino y vespertino. El Índice Temperatura-Humedad (ITH), Frank Wiersmaen Tucson (Arizona), desarrolló un índice denominado Índice Termo Higrométrico (ITH) en donde estableció 5 zonas de confort o de riesgo para las vacas de leche. Se establece así un estado de hipertermia (TR>38,6°C) que identifica lo que es ya una situación declarada de EC en que se ven inmersas las vacas y que desencadena en éstas las necesarias respuestas orgánicas. Existe obviamente una TA asociada al EC, que no es fija sino que varía con factores como la propia raza (sabido es que el ganado cebuíno es más tolerante al calor que cualquier otra raza vacuna), el nivel de producción (los altos niveles llevan aparejados una copiosa termogénesis que hace a los animales más susceptibles al EC) y otras condiciones ambientales (lluvia, viento, incidencia directa de los rayos solares). En cualquier caso, resulta mejor referente del EC el binomio TA-humedad relativa (HR) del aire o índice temperatura -humedad ambiental (ITH), lógico si se tiene en cuenta que

las pérdidas evaporativas de calor, las más eficientes en la regulación de la temperatura corporal, se verán limitadas en su desarrollo y efectividad en proporción directa a la tasa de humedad en el aire. Se puede estimar el ITH a partir de la ecuación: El ITH se calcula de la siguiente manera:

$$ITH=0.81 \times T + HR/100 \times (T-14.4) + 46.4$$

Frank Wiersmaen 1959

Hasta un ITH del 72% las vacas no están en riesgo de estrés por calor, entre 72% y 78% las vacas tienen un estrés leve, entre 79% y 89% las vacas lecheras entran en un estrés severo, entre 90% y 98% las vacas alcanzan un estrés muy severo y por encima de 98% las vacas mueren de golpe de calor.

En cinco oportunidades se expusieron los animales a las radiaciones solares más intensas en la época de lluvia y donde ocurrieron los máximos registros de temperatura y humedad. Con independencia al control de las variables climáticas antes señalado, se midió la temperatura ambiental y la humedad relativa mediante tres lecturas entre 7:00 hrs. y 9:00 hrs. para obtener la cifra promedio matutina. Otras tres lecturas se obtuvieron después de expuestos los animales a la máxima intensidad de las radiaciones solares, entre las 17:00 hrs. y 19:00 hrs. para contar con un promedio vespertino. En ambas sesiones se midió la frecuencia respiratoria mediante la observación del flanco del animal sin agitarse por espacio de un minuto y después la temperatura rectal a través de un termómetro digital (0.1 °C). Para determinar semejanzas entre la población se realizó, un análisis tipo Cluster, que consideró la frecuencia respiratoria como criterio de agrupación, empleando el paquete estadístico Statisca 6.0. Este mismo paquete estadístico se empleó para evaluar la respuesta al estrés por calor a través de la prueba de ANOVA, en base a la FR vespertina, por la ecuación:

$$TE = FR + HD + E$$

Dónde: TE se corresponde con el tipo de estrés, FR con la frecuencia respiratoria, HD con la hora del día y E es el error.

8.7. Análisis Estadístico.

Se utilizó análisis de varianza (ANOVA de una vía), para comparar la prevalencia de bacterias presentes en mastitis de las diferentes regiones. Las diferencias con $p<0.05$

fueron consideradas estadísticamente significativas con un 95% de nivel de confianza. En la prevalencia de bacterias se utilizó el programa de computación Slide Write Plus (Untitled®) y Word 2007 (Microsoft®). Y análisis de comparación de medias. Se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis y se estableció un nivel de significancia de $p<0.05$. Para este análisis se utilizó el programa SPSS versión 10.0 Los resultados de las pruebas bacteriológicas se evaluaron mediante el uso del cálculo estadístico por índice kappa de Cohen (K). Se utilizó el programa WinEpiscop 2.0 para calcular kappa. Para la interpretación de los resultados se utilizó la escala de valoración del índice kappa de Cohen (Cuadro 9), donde K depende de la prevalencia del carácter observado: cuando más cerca esté de 0 ó 1, menor es el índice K para igual proporción de acuerdos observados. En segundo lugar, depende de la simetría de los totales marginales: en igualdad de acuerdos observados, cuando menor sea la diferencia entre las prevalencias observadas, menor es el índice K (Portilla, 2007).

Para determinar semejanzas entre la población se realizó, un análisis tipo CLUSTER, que consideró la frecuencia respiratoria como criterio de agrupación, empleando el paquete estadístico STATISCA 6.0. Este mismo paquete estadístico se empleó para evaluar la respuesta al estrés por calor, a través de ANOVA, en base a la FR vespertina, por la ecuación: TE = FR + HD + E, donde: TE se corresponde con el tipo de estrés, FR con la frecuencia respiratoria, HD con la hora del día y E es el error.

Los resultados de las pruebas bacteriológicas generan valores nominales que se evaluaron mediante el uso del cálculo estadístico por índice kappa de Cohen (K). Se utilizó el programa WinEpiscop 2.0 para calcular kappa. Para la interpretación de los resultados se utilizó la escala de valoración del índice kappa de Cohen (Cuadro 9), donde K depende de la prevalencia del carácter observado: cuando más cerca esté de 0 ó 1, menor es el índice K para igual proporción de acuerdos observados. En segundo lugar, depende de la simetría de los totales marginales: en igualdad de acuerdos observados, cuando menor sea la diferencia entre las prevalencias observadas, menor es el índice K (Portilla, 2007). Es importante destacar el valor Kappa que resultó de la prueba.

Cuadro 9. Escala de valoración del índice Kappa.

Kappa	Grado de acuerdo
<0,00	Ninguno
0,00-0,20	Mínimo
0,21-0,40	Regular
0,41-0,60	Bueno
0,61-0,80	Excelente
0,81-1,00	Casi perfecto

9. RESULTADOS

9.1. Caracterización de las condiciones de explotación lechera en los hatos de los municipios de la región Ciénega del Estado de Jalisco.

Los corrales considerados en el presente estudio: en Atotonilco el Alto (6 comunidades); La Barca (11 Comunidades); Jamay (3 Comunidades); Ocotlán (7 Comunidades); Zapotlán del Rey (2 Comunidades); Poncitlan (3 Comunidades); Ixtlahuacan de los Membrillos (4 Comunidades). Total de comunidades del presente estudio fueron 38

Cuadro 10. Caracterización de las condiciones de las explotaciones lecheras

Características		
Tipo de suelo	68.4% Tierra	31.6% Cemento
Tipo de ordeño	21.6% Manual	78.4% Mecánica
Corrales	78.4% Semiestabulados	21.6% Estabulados
Recolección de Leche	50.4% Tanques	49.6% Cantaros y botes
Tipo de pelo	59.7% Claro	40.3% Obscuro
Características propicias para mastitis	76.3% Humedad, falta limpieza de utensilios	23.7 Poca humedad, limpieza de utensilios
Limpieza de corrales	89.2% Mala dado que la mayoría son corrales de tierra	10.8% En los corrales de pisos de cemento existe buena limpieza.
Manejo de excretas	100% las acumulan en los corrales.	
Limpieza del ordeñador	83.0% No llevan a cabo una limpieza al ordeño	27% Aplican el uso de limpieza

9.2 Diagnóstico de mastitis clínica y subclínica en hatos de la Región Ciénega

La aplicación de la prueba CMT reveló que de 5,184 muestras de leche analizadas, 3,508 presentaron valores de reacciones ≥ 1 (64.36 %) y el resto (1,676) mostraron reacciones ≥ 2, lo que representa un 35.64 % de mastitis subclínica (Cuadro 11).

Cuadro 11. Análisis de las Muestras de Leche mediante la prueba CMT (en diferentes cuartos de las vacas lecheras experimentales).

Indicador	Cuarto anterior derecho	Cuarto posterior derecho	Cuarto posterior izquierdo	Cuarto anterior izquierdo	**Subtotal**	**%**
N	**349**	**453**	**409**	**378**	**1,589**	
X	**18**	**23**	**22**	**27**	**90**	
					1.679	**32.47%**
T	**215**	**277**	**216**	**235**	**943**	
1	**312**	**224**	**328**	**318**	**1.182**	
					2.125	***40.99%***
2	**210**	**223**	**239**	**220**	**892**	
3	**107**	**98**	**115**	**120**	**440**	
					1.332	***25.69%***
MC	**13**	**24**	**7**	**4**	**48**	
					48	***.92%***
Total	**1.224**	**1.322**	**1.336**	**1.302**	**5.184**	**100%**

N=negativo X; pezones ciegos T= Trazas 1; (+) 2; (++) 3; (+++) MC; Mastitis Clínica

9.3. Conteo de células somáticas

En esta investigación se realizaron 10 muestreos (421 animales) en diferentes explotaciones con diferentes características tanto en su tipo de ordeño como en el control de higiene tanto en el corral como en las máquinas y manos de los ordeñadores. Se obtuvieron 1,396 cuartos ya que se restaron los cuartos ciegos. A estos posteriormente de haberles realizado la asepsia correspondiente, se les aplico la prueba de california a cada cuarto, obteniendo 493 cuartos mayores a trazas. De cada cuarto afectado se le tomo una muestra asépticamente en frascos estériles, identificándolos por vaca y cuarto afectado respectivamente. Estas muestras fueron llevadas en refrigeración al laboratorio de Microbiología de la leche de la Universidad de Guadalajara (Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias), para posteriormente realizarles el CCS.

Los resultados de este trabajo, permitieron aislar de las 493 muestras de leche mastítica, bacterias en agar sangre bajo microscopio específicas de *S. aureus*. Estos aislamientos se confirmaron con las pruebas bioquímicas para este patógeno. El 34.9% presentaron un conteo de células somáticas entre 0-200,000 CCS lo cual se clasifica

como negativo, pero a pesar de tener una cuenta de células bajas, en estas muestras se localizaron 3 muestras contaminadas con *S. aureus*,

En el límite entre una mastitis subclínica y clínica fue posible aislar la mayor cantidad de casos de *S. aureus (*27 de los 38 casos), este límite es el más difícil de diagnosticar y controlar por no presentar los signos clásicos de mastitis, pero aun cuando la enfermedad no sea visible, ya hay patógenos afectando a la ubre y como consecuencia, contaminando la leche. El mayor porcentaje de casos de mastitis por *S. aures* se encontró en la clasificación de 1 y 2 con conteos que van de 400,000 - 5,000,000 CCS (Cuadro 12).

Cuadro 12.- Conteo de Células Somáticas

Clasificación)	CCS	Cantidad (n)	*S. aureus*	
Negativo	**0-200,000**	**172**	**3**	**Cuarto Sano**
Trazas	**200,000-400,000**	**83**	**8**	**Mastitis subclínica**
1	**400,000-1,200,000**	**138**	**13**	**Mastitis subclínica**
2	**1,200,000-5,000,000**	**98**	**14**	**Mastitis clínica**
3	**Más de 5,000,000**	**2**	**0**	**Mastitis clínica**

9.3.1. Aislamiento microbiológico e identificación fenotípica de *Staphylococcus aureus*

De las 493 muestras de leche mastítica que contaban con más de 200,000 CCS se realizó la siembra directa en agar sangre, de estas, en 38 muestras estaban contaminadas aislando el patógeno *S. aureus*. Para poder determinar el género y especie del patógeno, se realizó las pruebas bioquímicas correspondientes para esta bacteria. Se encontró que el 100% de los patógenos aislados eran positivos a todas las pruebas sometidas (figura 4), se concluyó que el patógeno que provocó la enfermedad y contaminó la leche, fue *S. aureus*.

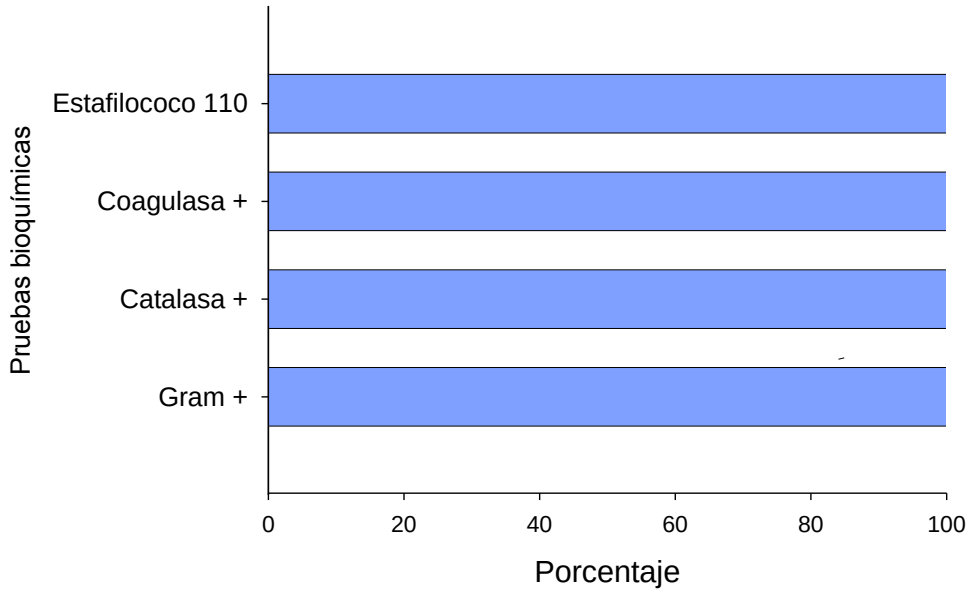


FIGURA 4. Aislamiento de 38 colonias de *Staphylococcus aureus* en 493 muestras de leche con CCS >200,000

10. Prevalencia de Mastitis

Para cada control mensual, estación del año (primavera: septiembre, octubre, noviembre; verano: diciembre, enero, febrero; otoño: marzo, abril, mayo; invierno: junio, julio, agosto), en corrales y total de información obtenida durante el estudio, se calcularon las siguientes tasas de prevalencia:

- Vacas y cuartos positivos a cualquier forma de mastitis.
- Cuartos secos, con mastitis clínica y subclínica.
- Grados de reacción al CMT a nivel de cuartos.
- Vacas con mastitis clínica y cuartos secos.
- Vacas con mastitis subclínica.

Además de los valores de prevalencia obtenidos a partir de la información generada en todo el estudio, se analizaron descriptivamente las variaciones que experimentan los distintos indicadores de prevalencia, según mes, estación del año y corral. Para este último factor, se analizó también el comportamiento mensual de las frecuencias de cuartos positivos a mastitis subclínica y reaccionantes a los grados 2 y 3 del CMT.

En el cuadro 13 se presentan los valores de prevalencia de vacas (88.49%) y cuartos (69.90%), afectados por cualquier forma de mastitis, calculados en base al total de información obtenida en el estudio. Ambas cifras resultan claramente mayores en comparación a las estimaciones de prevalencia, que indican unos 64,84% y 41,10% de vacas y cuartos afectados por mastitis, respectivamente (Moraga *et al.,* 1994). Además, tanto las prevalencias de mastitis en vacas como en cuartos, se ubicarían en el extremo superior del rango de valores.

Cuadro 13. Prevalencia de Vacas y Cuartos Positivos a Mastitis para el Total del Estudio

Vacas Examinadas	**Vacas Positivas**	
	N°	**%**
1.296	1.091	84.18
Cuartos Examinados	**Cuartos Positivos**	
	N°	**%**
5.184	4.616	89,90

Al analizar la información obtenida en todo el estudio, se obtuvo una prevalencia de 0.77% y 1.27% de cuartos con mastitis clínica y secos, respectivamente; lo que representa un 2.04% de cuartos al sumar ambas categorías (Cuadro 14). El total de cuartos afectados por mastitis subclínica alcanzó a 67.85% (Cuadro 14), Además, dicha cifra puede ser calificada como elevada, en los cuales la frecuencia de cuartos con mastitis subclínica varía entre 32.21% y 60.80% (Bezama, 2010). La prevalencia de cuartos con mastitis subclínica determinada en el presente estudio, corresponde al 97% de la prevalencia de mastitis por cuartos, lo que corrobora que esta forma de presentación de la enfermedad es mucho más frecuente que la forma clínica y, en consecuencia, la que ocasiona la mayor parte de las pérdidas económicas por mastitis (Philpot, 1978; Philpot, 1999).

La distribución de cuartos reaccionantes al CMT que aparece en el cuadro 14, también muestra una mayor intensidad de la mastitis subclínica en los rebaños en estudio, respecto a lo informado en la investigación prevalencia de referencia, donde los valores correspondientes a los grados T, 1, 2 y 3 fueron 1.,93%; 9.75%; 6.88% y 8.09% (Moraga et al., 1994).

Cuadro 14: Distribución de Cuartos Secos, con Mastitis Clínica, Subclínica y Negativos para el Total del Estudio

Secos	90	1,73 %
Mastitis Clínica	48	0,92 %
T	943	18.19 %
1	1.182	22.80 %
2	892	17.20 %
3	440	8.48 %
Mastitis Subclínica	**3.457**	**69.32 %**
Negativos	1.589	30,65 %
Total	5.184	100

A partir del análisis anterior, que considera la información obtenida durante un año en el total de rebaños de las comunidades de los 7 municipios, se desprende que éstos muestran cifras elevadas de prevalencia de mastitis, indicando una situación desfavorable de salud mamaria, que se traduciría en un deterioro de la calidad láctea y provocaría pérdidas económicas importantes. Ello se debería fundamentalmente a la alta prevalencia de mastitis subclínica de estos rebaños, dado que los valores de prevalencia determinados para la forma clínica de la enfermedad, podrían considerarse bajos en comparación a los descritos en la literatura nacional (Marin,1975).

10.1. Variaciones Mensuales de la Prevalencia de Mastitis

En el cuadro 15 se presentan las frecuencias de vacas y cuartos positivos a mastitis de acuerdo al mes de estudio. La prevalencia de mastitis por vaca (88.49%), fluctúa entre 82.86% y 94.56%; mientras que la prevalencia por cuartos (69.90%), varía entre 57.86% y 77.55%. Si bien estas variaciones mensuales en la prevalencia llegan a alcanzar cierta magnitud, muestran siempre valores altos y no parecen indicar tendencias, excepto el descenso observado en los primeros meses del estudio.

Cuadro 15: Prevalencia de Vacas y Cuartos Positivos a Mastitis por Mes y Total

Mes	Vacas			Cuartos		
	Total	Positivas		Total	Positivos	
		N°	%		N°	%
Septiembre 2010	147	139	94.56	588	456	**77.55**
Octubre 2010	145	127	87.59	580	364	**62.76**
Noviembre 2010	145	123	84.83	580	372	**64.14**
Diciembre 2010	140	116	82.86	560	324	**57.86**
Enero 2011	134	118	88.06	536	383	**71.46**
Febrero 2011	133	119	89.47	532	393	**73.87**
Marzo 2011	141	120	85.11	564	396	**70.21**
Abril 2011	140	122	87.14	560	373	**66.61**
Mayo 2011	135	125	92.59	540	414	**76.67**
Junio 2011	122	110	90.16	488	366	**75.00**
Julio 2011	132	115	87.12	528	353	**66.56**
Agosto 2011	137	127	92,70	548	422	**77,01**
Total	**1.651**	**1.461**	**88,49**	**6.604**	**4.616**	**69,32**

La prevalencia de vacas afectadas por mastitis clínica y con cuartos secos (7.39%), varía mensualmente entre 5.19% y 10.61%; en tanto que la prevalencia de vacas con mastitis subclínica (81.10%), lo hace entre 74.29% y 87.76%. La frecuencia de vacas con mastitis clínica y cuartos secos no muestra mayores variaciones, excepto una tendencia a aumentar en los meses de invierno. En cambio, la prevalencia de vacas afectadas por mastitis subclínica, aun cuando exhibe fluctuaciones más acentuadas, denotaría una tendencia leve de disminución en los primeros meses del estudio (Cuadro 16).

Cuadro 16: Distribución de Vacas Negativas y Positivas a Mastitis por Mes y Total

Mes	Total	Negativas		Positivas		MC + S*
	N°	N°	%	N°	%	N°	%
Septiembre - 10	147	8	5,44	139	94,56	10	**6,80**
Octubre - 10	145	18	12,41	127	87,59	10	**6,90**
Noviembre - 10	145	22	15,17	123	84,83	10	**6,90**
Diciembre - 10	140	24	17,14	116	82,86	12	**8,57**
Enero - 11	134	16	11,94	118	88,06	8	**5,97**
Febrero - 11	133	14	10,53	119	89,47	9	**6,77**
Marzo - 11	141	21	14,89	120	85,11	11	**7,80**
Abril - 11	140	18	12,86	122	87,14	9	**6,43**
Mayo - 11	135	10	7,41	125	92,59	7	**5,19**

Junio - 11	122	12	9,84	110	90,16	11	**9,02**
Julio - 11	132	17	12,88	115	87,12	14	**10,61**
Agosto - 11	137	10	7,30	127	92,70	11	**8,03**
Total	**1.651**	**190**	**11.51**	**1.46**	**88.49**	**122**	**7.39**

*** MC + S = Vacas que presentan a lo menos 1 cuarto con mastitis clínica y/o seco.**
**** M. Subclínica. = Vacas que al menos 1 cuarto con mastitis subclínica y no presentan cuartos con mastitis clínica o secos.**

La prevalencia de mastitis clínica por cuartos (0.77%), queda acotada dentro de un rango de fluctuación mensual de 0.17% a 1.89%, registrándose los valores más altos en los meses de junio, julio y agosto. La frecuencia de cuartos secos (1.27%), varía mensualmente entre 0.93% y 1.77%, sin mostrar una tendencia definida. Las variaciones mensuales más evidentes corresponden a la prevalencia de cuartos afectados por mastitis subclínica (67.83%), entre un mínimo y máximo de 55.71% y 75.85%, respectivamente; mostrando una tendencia de descenso en los 4 primeros meses.

10.2. Variaciones Estacionales de la Prevalencia de Mastitis

Los datos presentados en el cuadro 17 muestran que no existen mayores diferencias en la frecuencia de vacas y cuartos positivos a alguna forma de mastitis, entre las estaciones de primavera, verano, otoño e invierno. Tampoco se observan diferencias entre estaciones para las frecuencias de vacas afectadas por mastitis subclínica. Estos resultados son consistentes con los obtenidos por Espejo (2001), los cuales demuestran que ni el mes de muestreo, ni la estación del año, afectan significativamente el Recuento de Celulas Somaticas de la leche entregada al acopio por los productores. En cambio se evidencia una tendencia al aumento de los casos clínicos en el invierno, donde las frecuencias de vacas con mastitis clínica y cuartos secos alcanzan su valor máximo (Cuadro 18).

Cuadro 17: Prevalencias de Vacas y Cuartos Positivos a Mastitis por Estación del Año y Total

Estación del Año	Vacas			Cuartos		
	Total	Positivas		Total	Positivos	
		N°	%		N°	%
Primavera	437	389	89,02	1.748	1.192	68,19
Verano	407	353	86,73	1.628	1.100	67,57
Otoño	416	367	88,22	1.664	1.183	71,09

Invierno	391	352	90,03	1.564	1.141	72,95
Total	1.651	1.461	88,49	6.604	4.616	69,90

Cuadro 18: Distribución de Vacas Negativas y Positivas a Mastitis por Estación del Año y Total

Estación del Año	Total		Negativas		Positivas		MC + S*		
	N°	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Primavera	**437**	**48**	**10,98**	**389**	**89,02**	**30**	**6,86**	**35**	**8.00**
Verano	**407**	**54**	**13,27**	**353**	**86,73**	**29**	**7,13**	**32**	**7.86**
Otoño	**416**	**49**	**11,78**	**367**	**88,22**	**27**	**6,49**	**34**	**8.17**
Invierno	**391**	**39**	**9,97**	**352**	**90,03**	**36**	**9,21**	**31**	**7.92**
Total	**1.651**	**190**	**11,51**	**1.461**	**88,49**	**122**	**7,39**	**132**	**7.99**

***MC + S = Vacas que presentan a lo menos 1 cuarto con mastitis clínica y/o seco.**

**** M. Subcl. = Vacas que menos 1 cuarto con mastitis subclínica y no presentan cuartos con mastitis clínica o secos.**

La tendencia a un incremento en la presentación de casos clínicos invernales, se vería corroborada por el análisis de la frecuencia de cuartos afectados por mastitis clínica, la cual muestra un valor cercano al 1,5% durante la estación de invierno, mientras que en las otras estaciones alcanza valores del orden de 0,5%. La frecuencia de cuartos secos se mantiene constante en todas las estaciones del año. Las diferencias estacionales en la frecuencia de cuartos afectados por mastitis subclínica son moderadas y difíciles de interpretar, dado que la prevalencia total por cuartos es sólo levemente mayor en otoño e invierno, respecto a primavera y verano, pero se observan distintos comportamientos para las frecuencias estacionales de cada grado de reacción al CMT (Cuadro 19).

Cuadro 19. Distribución de cuartos secos, con Mastitis Clínica, Subclínica Negativos, por Estación del Año y Total.

Estación del año	Total	Negativos		Positivos		MC*	Secos	M.Sub.
	N°	N°	%	N°	%	N°	N°	N°
Primavera	**1748**	**556**	**31.81**	**1192**	**68.19**	**11**	**21**	**1160**
Verano	**1628**	**528**	**34.43**	**1100**	**67.57**	**8**	**21**	**1071**
Otoño	**1664**	**481**	**28.91**	**1183**	**71.09**	**9**	**22**	**1152**
Invierno	**1564**	**423**	**27.05**	**1141**	**72.95**	**23**	**20**	**1098**
Total	**6.604**	**1988**	**30.10**	**4.616**	**69.90**	**51**	**84**	**4481**

Estos resultados son consistentes con lo informado en la literatura, respecto a variaciones del RCS y la frecuencia de mastitis de acuerdo al mes o estación del año, por cuanto se han descrito variaciones mensuales significativas, las que no siempre representan una verdadera tendencia climático-estacional, debido a los numerosos factores involucrados (Agüero, 1988).

10.3. Variaciones en Corrales de la Prevalencia de Mastitis

Se observa que existe un rango de variación importante entre rebaños, para las frecuencias de vacas positivas a mastitis: 72,5% a 94,04%; vacas con mastitis clínica y cuartos secos: 1,08% a 16,98% y vacas con mastitis subclínica: 63 a 75%.

Lo mismo se evidencia para la frecuencia de cuartos con mastitis clínica (0,27% - 1,66%), cuartos secos (0% - 3,77%) y la suma de ambas (0,27% - 4,25%). Las diferencias en la prevalencia de mastitis subclínica por cuartos fueron notables, registrándose aproximadamente el doble de frecuencia en el rebaño donde se determinó la cifra más alta, comparado con el de menor prevalencia: 80,36% y 48,75%, respectivamente. La desigualdad en el nivel de sanidad mamaria entre rebaños es más notoria, si se comparan sus distribuciones de cuartos reaccionantes al CMT, donde se evidencian variaciones importantes entre predios, con un rango que fluctúa entre 8,02% y 25,60%, y 2,83% y 21,43%, para los grados 2 y 3, respectivamente.

10.4. Identificación de bacterias en los animales positivos a mastitis clínica y subclínica, mediante pruebas de cultivó bacteriológico.

Al comparar los resultados del CMT con el examen microbiológico se obtuvo que de los 331 cuartos mamarios con mastitis subclínica, solamente 50 (15,1%) resultaron negativos al examen microbiológico, indicando posibles procesos inflamatorios de etiología no bacteriana, en un por ciento menor a lo reportado en el mismo estado, por Freitas *et al.*, (2005) que obtuvieron 36,7% de negatividad en el examen microbiológico cuando el CMT fue positivo. Cuadro 20.

Cuadro 20.-Los agentes de mayor prevalencia general fueron.

Agente	Porcentaje
Corynebacterium sp	37,4%
Staphylococcus sp.	32,8%
Streptococcus sp.	13,9%

Difiriendo de lo hallado por Freitas et al., (2005) quienes encontraron con mayor prevalencia al *Staphylococcus sp.* (49,6%) seguido por *Corynebacterium sp.* (34,4%).

Aun cuando no fue un objetivo de este trabajo, se observó que el tipo de ordeña influye en la presencia de infecciones mamarias. Los resultados obtenidos en el muestreo y procesamiento de las muestras, dejan a la vista que las explotaciones con manejo de ordeña mecánica, presentaron el 29% de los casos de mastitis por *S. aureus* (Cuadro 21). Por lo que se consideró al ordeño mecánico como factor de riesgo (OR=4.108 IC 95%=1.90-8.88).

Cuadro 21. Ordeño Mecánico Como Factor de Riesgo

	S. aureus		
	+	**-**	**986**
Mecánico +	29	200	229
Manual -	9	255	264
	38	455	493

El 41.38% de los aislamientos de *S. aureus* provocados por el ordeño mecánico presentaron mastitis grado 2 (cuadro 22), éste se considera el grado en que las mastitis pasan de ser una mastitis subclínica a mastitis clínica.

Cuadro 22. Presencia de *S. aureus* en Tipos de Ordeña

Clasificación (Saran y Chaffer, 2000)	**Ordeño Mecánico (n)**	***S. aureus***	**Ordeño Manual (n)**	***S. aureus***
Negativo	77	3	95	0

Traza	36	7	47	1
1	54	7	84	6
2	60	12	38	2
3	2	0	0	0
Total	229	29	264	9

10.5. Identificación de Bacterias en la Leche de Animales Positivos a Mastitis.

De las 493 muestras de leche mastítica que contaban con más de 200,000 CCS se realizó la siembra directa en agar sangre, de éstas, en 38 muestras se encontró contaminadas aislando el patógeno *S. aureus*. Para poder determinar el género y especie del patógeno, se realizó las pruebas bioquímicas correspondientes para esta bacteria. Se encontró que el 100% de los patógenos aislados eran positivos a todas las pruebas sometidas Cuadro 23.

Cuadro 23. Presencia de *S. aureus* en leche mastítica bovina.

Clasificación	CCS	Cantidad (n)	*S. aureus*	
Negativo	0-200,000	172	3	Cuarto Sano
Trazas	200,000-400,000	83	8	Mastitis subclínica
1	400,000-1,200,000	138	13	Mastitis subclínica
2	1,200,000-5,000,000	98	14	Mastitis clínica
3	Más de 5,000,000	2	0	Mastitis clínica

11. Valores de Temperatura

En el siguiente cuadro 24 se presenta los meses que alcanzaron los niveles más bajos y altos de temperatura por municipio.

Cuadro 24 niveles bajos y altos de temperatura por municipio

Municipio	Mes con temperatura mínima	Mes con temperatura máxima
Atotonilco el Alto	**Enero con 7.3°C**	**Mayo con 36.7°C**
La Barca	Enero con 6.5°C	Mayo con 35°C
Jamay	Enero con 11 °C	Mayo con 30°C
Ocotlan	Enero con 6°C	Mayo con 54.5°C
Zapotlan del Rey	Enero con 4°C	Mayo con 34°C

Poncitlan	Enero con 5°C	Mayo con 34°C
Ixtlahucan de los Membrillos	Enero con 7°C	Mayo y Julio con 32°C
Jocotepec	Enero con 3°C	Mayo y Julio con 36°C

11. 1. Valores de Temperatura, Humedad e ITH de la Región Ciénega

Los valores de temperatura máxima y mínima de los diferentes municipios de la Región Ciénega del Estado de Jalisco se presentan en las figuras (5, 6, 7, 8, 9,10 y 11).

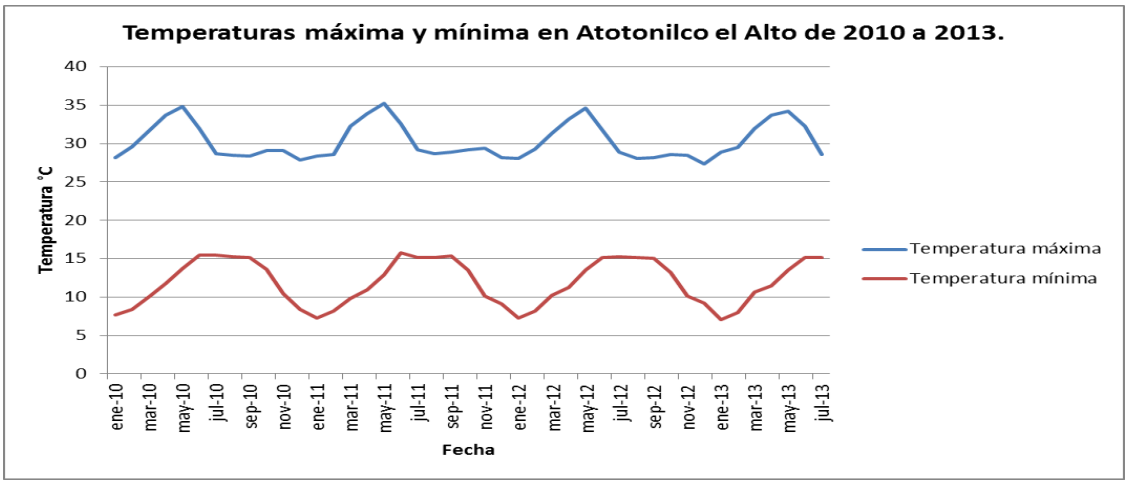


Figura 5.- Temperaturas máximas 36.7°C y mínimas 7.3°C de Atotonilco el Alto de Enero del 2010 a Julio del 2013

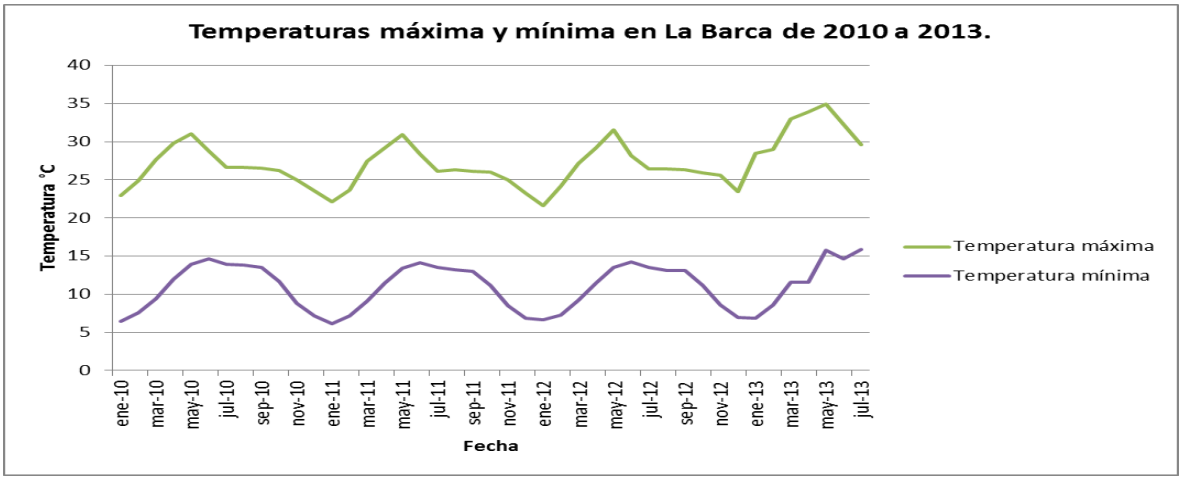


Figura 6.- Temperatura máxima 35°C y mínima 6.5°C en la Barca de Enero del 2010 a Julio 2013

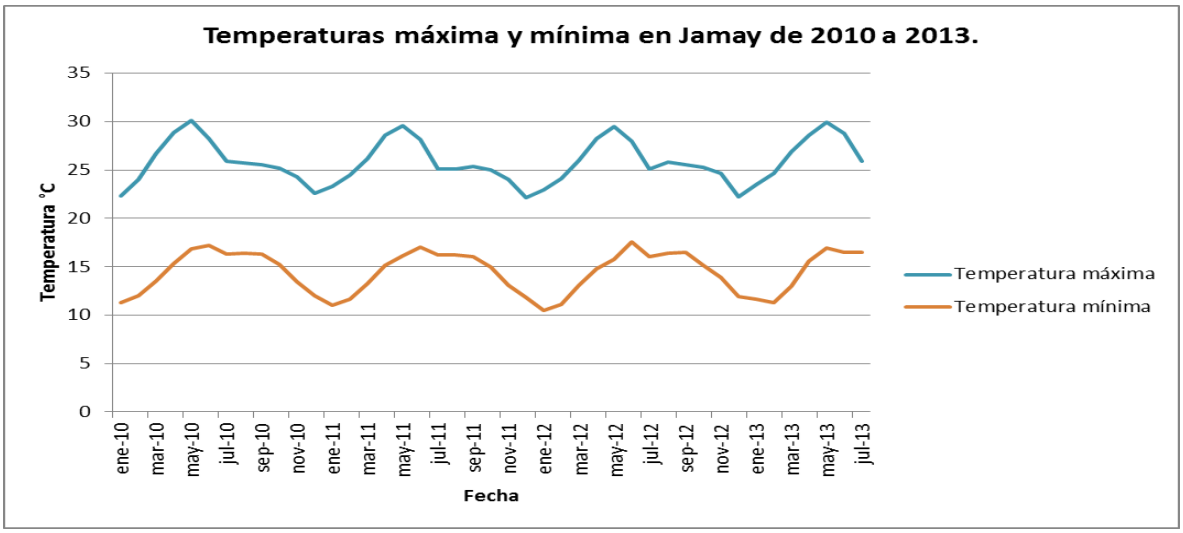


Figura 7. Temperatura máxima30°C y mínima 11°C en Jamay de Enero del 2010 a Julio del 2013.

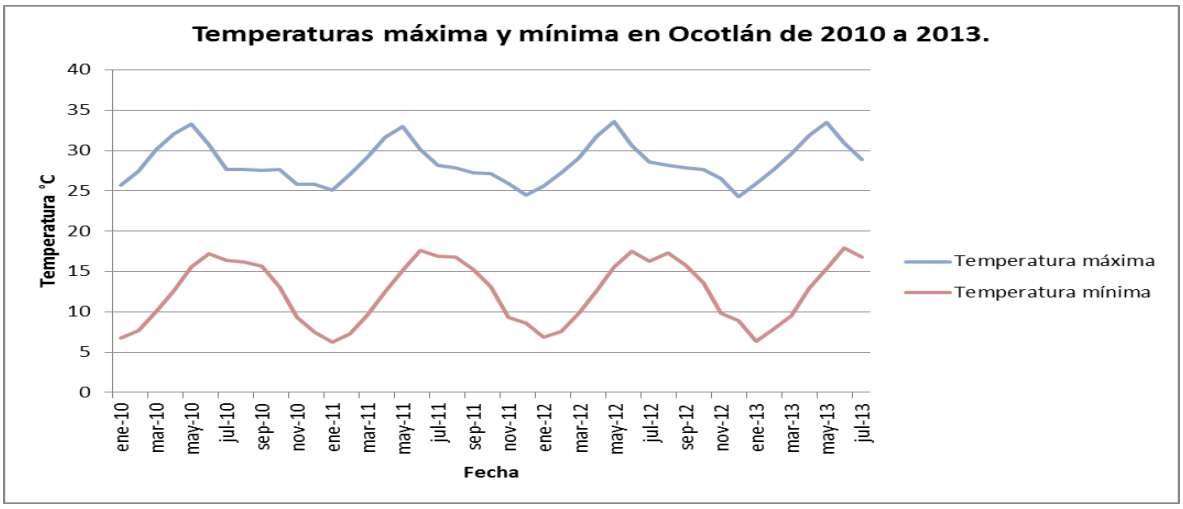


Figura 8.- Temperaturas máxima 34.5°C y mínima 6°C en Ocotlán de Enero del 2010 a Enero del 2013.

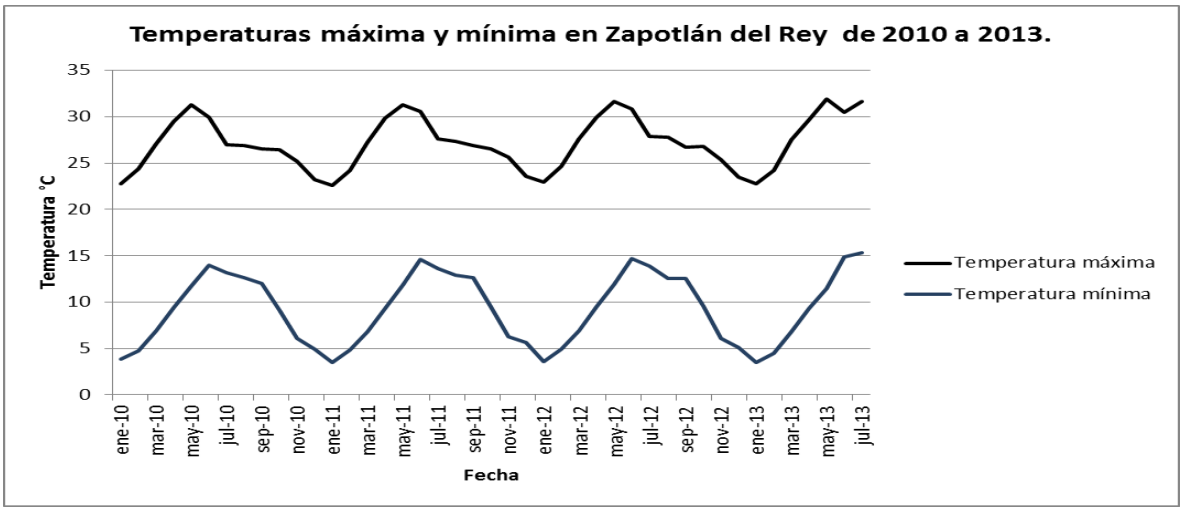


Figura 9.- Temperaturas máximas 34°C y mínimas 4°C en Zapotlan del Rey de Enero del 2010 a Enero del 2013**.**

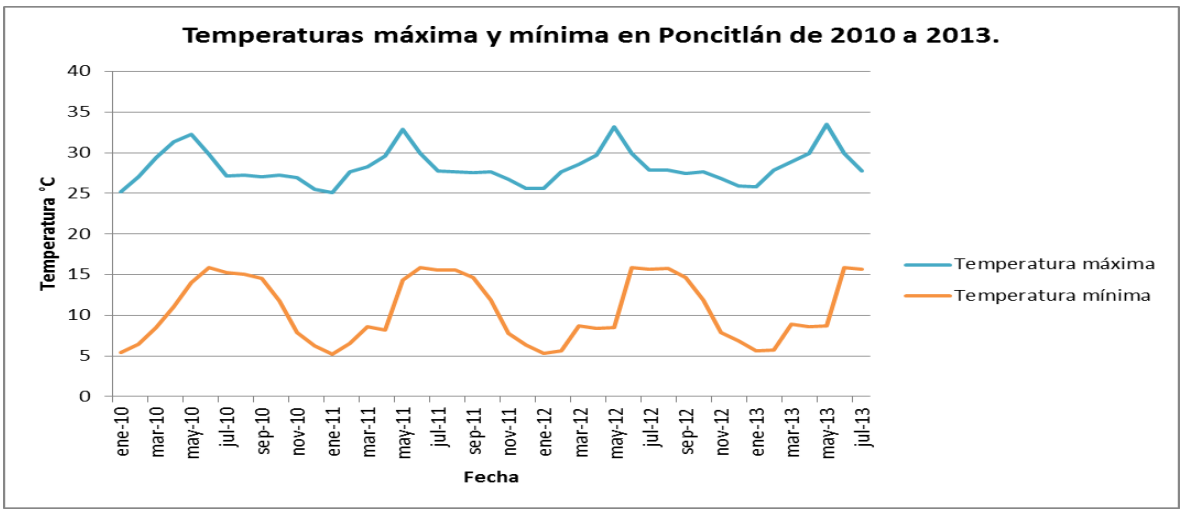


Figura 10.- Temperaturas máximas 34°C y mínimas 5°C en Poncitlan de Enero del 2010 a Julio del 2013

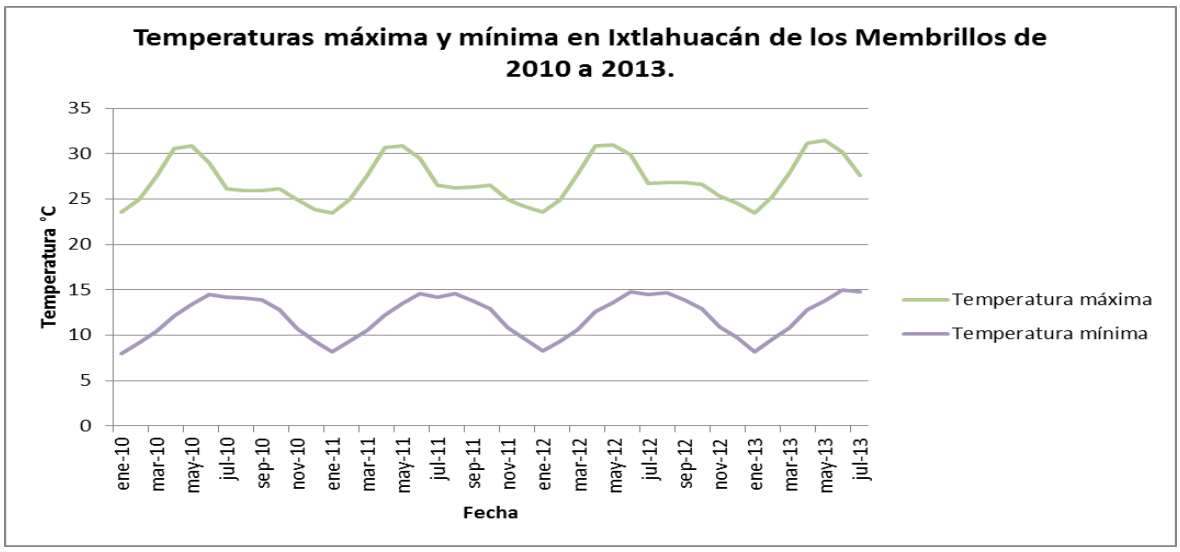


Figura 11.- Temperaturas máximas 32°C y mínimas 7°C en Ixtlahucan de los Membrillos de Enero del 2010 a Julio del 2013.

En la comparación de la temperatura media en el lapso de Enero del 2010 a Julio de 2013 se encontraron diferencias significativas entre los municipios de la Ciénega de Chápala del Estado de Jalisco (Cuadro 25),

Cuadro 25.- Diferencias de Temperatura Entre los Municipios en Estudio

Municipio	*Valores de Temperatura media total*
Atotonilco el Alto	26.12 ± 0.82
La Barca	23.52 ± 0.63
Jamay	23.05 ± 0.61
Ocotlan	24.92 ± 0.73
Zapotlan del Rey	22.82 ± 0.59
Poncitlan	25.3 ± 0.79
Ixtlahuacan de los Membrillos	23.6 ± 0.64

Se obtuvo con un valor en el análisis de varianza de p= 0.774

En la comparación de la humedad relativa en el lapso de Enero del 2010 a Julio de 2013, se encontraron diferencias significativas entre los municipios de la Ciénaga de Chapala (Cuadro 26).

Cuadro 26. Humedad Relativa, y las diferencias en los Municipios de La Cienega

Municipio	*Humedad relativa total*
Atotonilco el Alto	60.25 ± 1.53
La Barca	63.7± 1.65
Jamay	67.9l ± 1.89
Ocotlán	66.5 ± 1.76
Zapotlán del Rey	61.3 ± 1.59
Poncitlan	65.2 ± 1.61
Ixtlahuacan de los Membrillos	65.95 ± 2.79

Se obtuvo con un valor en el análisis de varianza de p= 0.827.

11.2. Los Índices ITH Mensuales Promedio.

En el estado de Jalisco se describe la distribución espacial de la humedad relativa. Se aprecian diferencias regionales, las cuales al combinarse con diferencias regionales de temperatura, seguramente influyen en una variación natural del valor del Índice

Temperatura Humedad en la Entidad. En el mes de Enero, por ejemplo, se presentan áreas ubicadas en el intervalo de 30-40% de humedad relativa promedio mensual, mientras otras zonas se ubican en el intervalo de 60-70%. A partir del mes de Febrero, los valores mínimos y máximos de humedad relativa comienzan a hacerse más extremoso, se presentan áreas con humedad relativa desde 30-40%, mayoritariamente distribuidas en la región Norte del Estado, y áreas con humedad relativa de 70-80%, localizadas en el municipio de Puerto Vallarta, en la región Costa Norte.

Marzo, Abril y Mayo, representan los meses en los que la humedad relativa alcanza los valores más bajos, en la misma región Norte, donde esta variable llega a ubicarse en el intervalo de 20-30%, sobre todo en la parte más occidental de esta región. A partir del mes de Junio, los valores mínimos de humedad relativa se registran en esta misma región del Estado, pero ya ubicadas en el intervalo de 40-50%, seguramente debido a la presencia del inicio del temporal de lluvias, el cual generalmente ocurre regionalmente en la tercera o cuarta semana de Junio (Ruiz *et al*., 2004).

A partir del mes de Julio, tanto los valores mínimos como máximos estatales de humedad relativa se mueven hacia intervalos superiores, ésto es el intervalo de 50-60% y 80-90% para los valores mínimos y máximos, respectivamente. Ésto como producto del temporal de lluvias ya plenamente establecido a lo largo y ancho de toda la Entidad. Los valores mínimos siguen registrándose en la región Norte, mientras que los máximos se presentan en diversas regiones, fundamentalmente en las regiones Sur, Sureste, Sierra de Amula y Costa Sur.

Agosto y Septiembre, son los meses en que los niveles generales de humedad relativa en el Estado son más altos. En esta época del año, los valores mínimos se ubican entre 60 y 70% y se localizan en las regiones Norte y Altos Norte, mientras que los valores máximos suben al intervalo de 90-100% y se ubican en la confluencia de los municipios de Venustiano Carranza y Tuxpan y en el municipio de Cuautitlán.

En el mes de Octubre, se aprecia una tendencia de descenso de la humedad relativa, seguramente como respuesta a que comienza a presentarse en la mayor parte del Estado (Ruiz *et al*., 2003). Esta tendencia se mantiene para los meses de Noviembre y Diciembre aunque sin llegar a los niveles de descenso que ocurren en los meses de

Marzo, Abril y Mayo, donde además de la falta de lluvia se registran las temperaturas más altas del año en la mayor parte de la Entidad (Ruiz *et al*., 2004).

Con todo este panorama de variación espacio-temporal de la humedad relativa en el estado de Jalisco, es de esperarse que los índices bioclimáticos relacionados con el comportamiento animal presenten también una variación regional natural, lo cual seguramente impone a los planificadores del desarrollo agropecuario del estado, interesantes retos para la realización de propuestas productivas para hacer frente de la mejor manera posible a esta variación regional de parámetros bioclimáticos. Lo referido anteriormente se presenta en las siguientes figuras por Municipio.

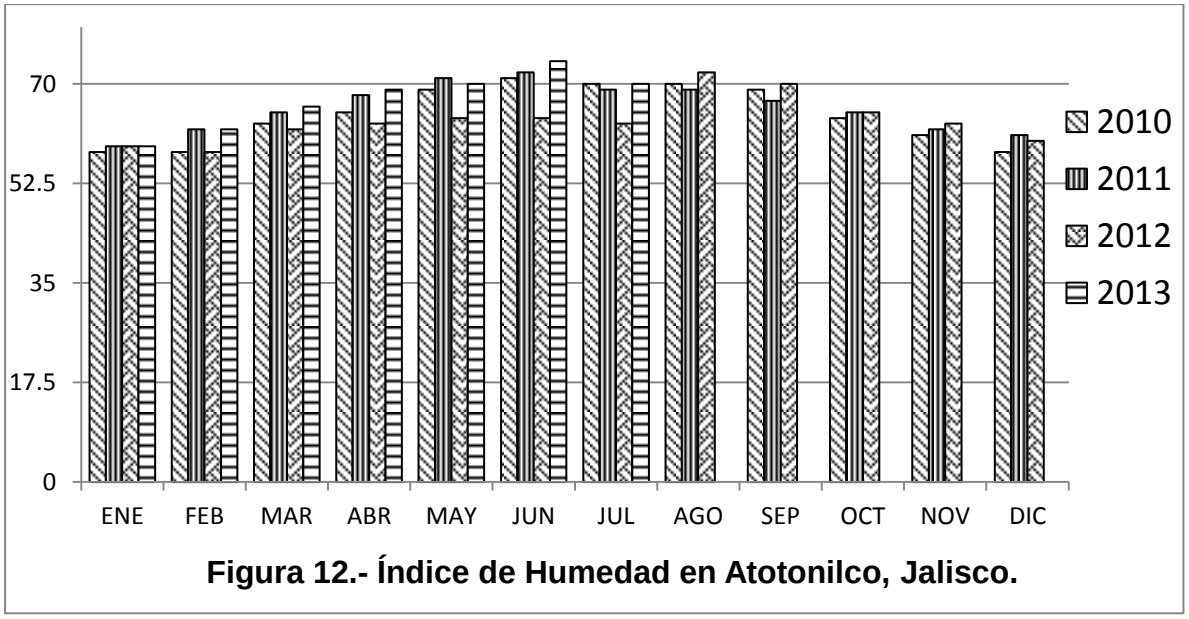


Figura 12.- Índice de Humedad en Atotonilco, Jalisco.

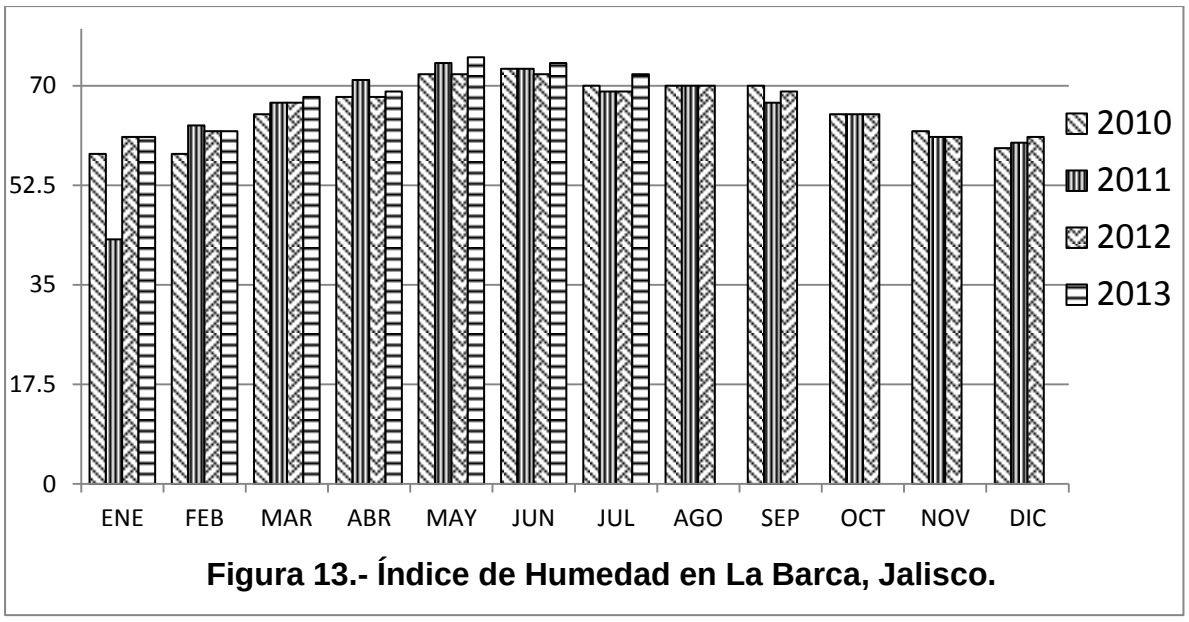


Figura 13.- Índice de Humedad en La Barca, Jalisco.

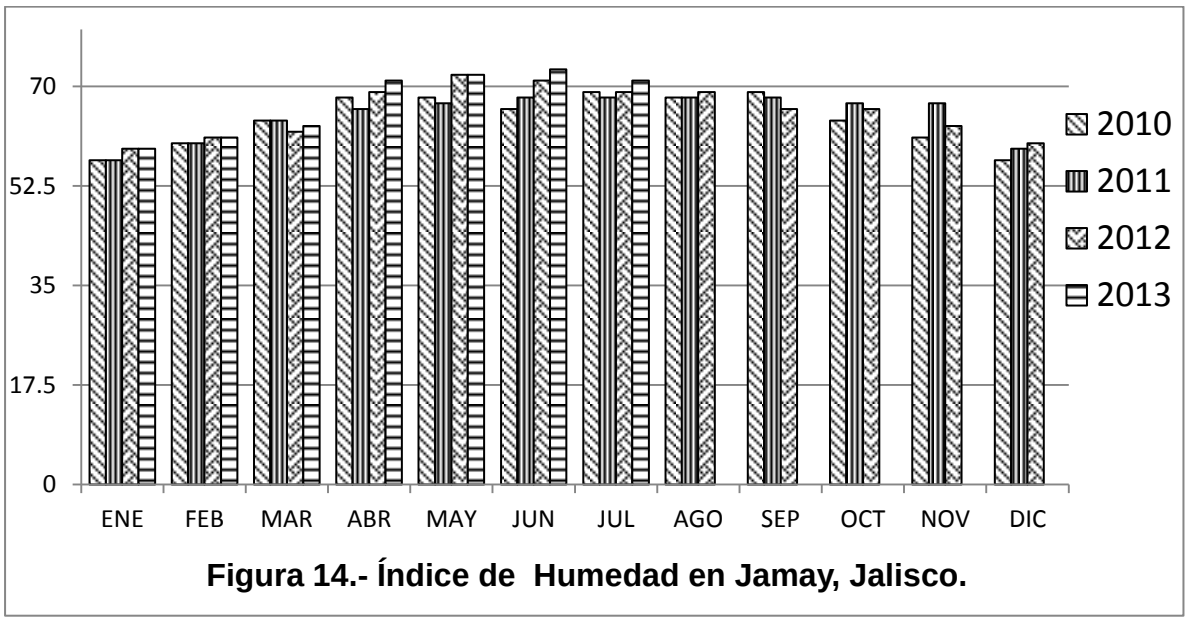


Figura 14.- Índice de Humedad en Jamay, Jalisco.

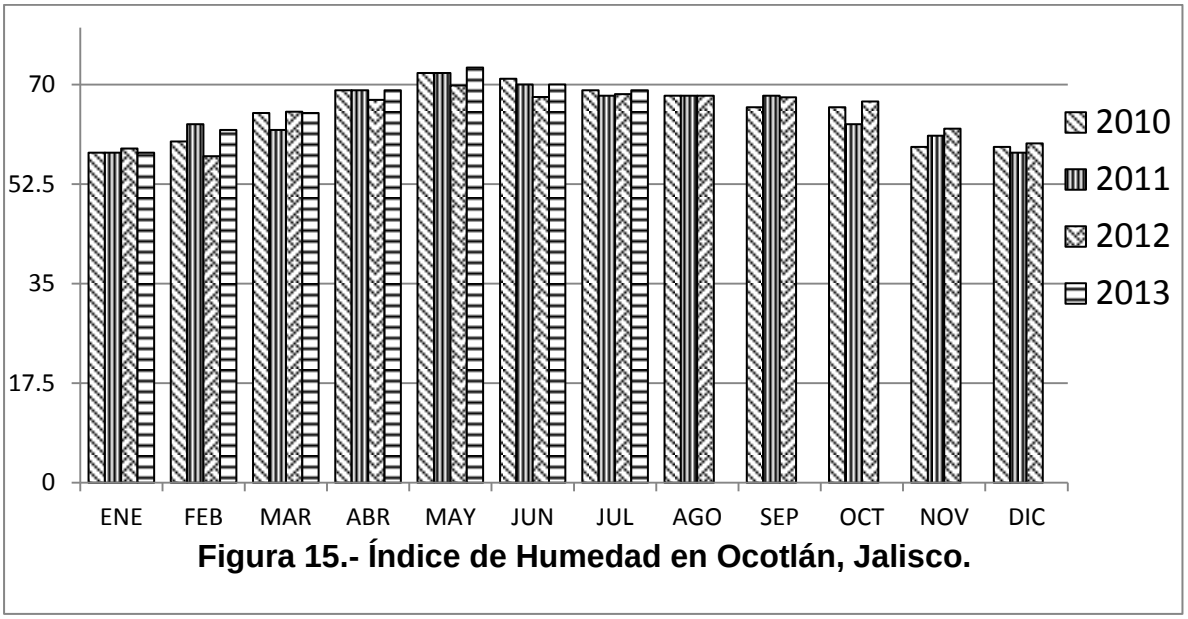


Figura 15.- Índice de Humedad en Ocotlán, Jalisco.

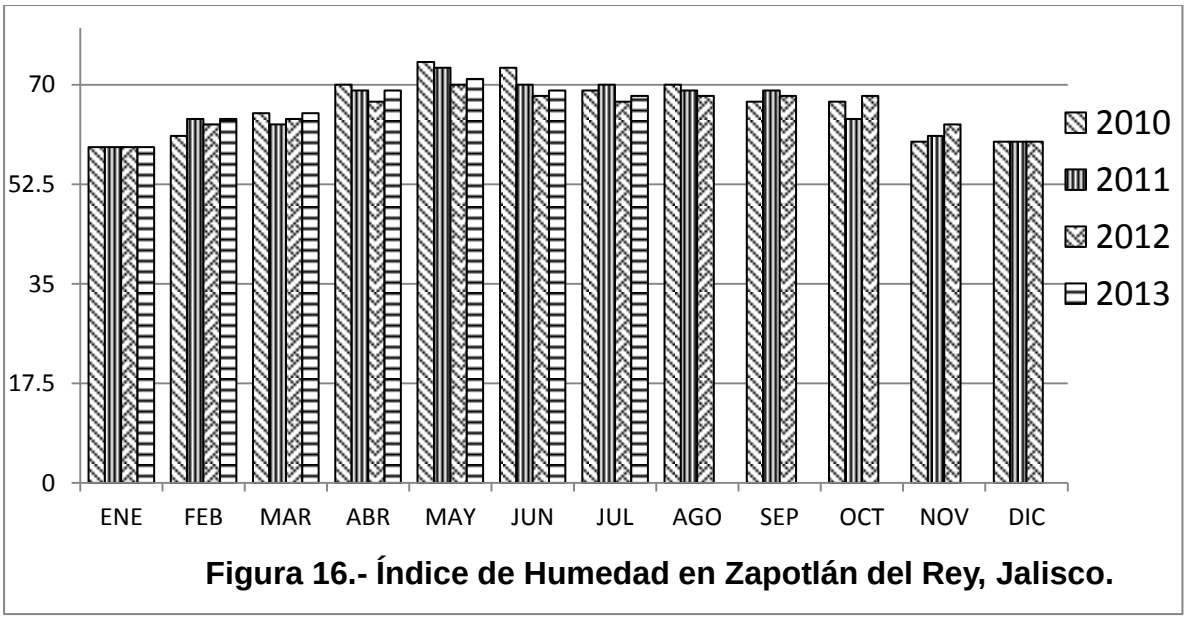


Figura 16.- Índice de Humedad en Zapotlán del Rey, Jalisco.

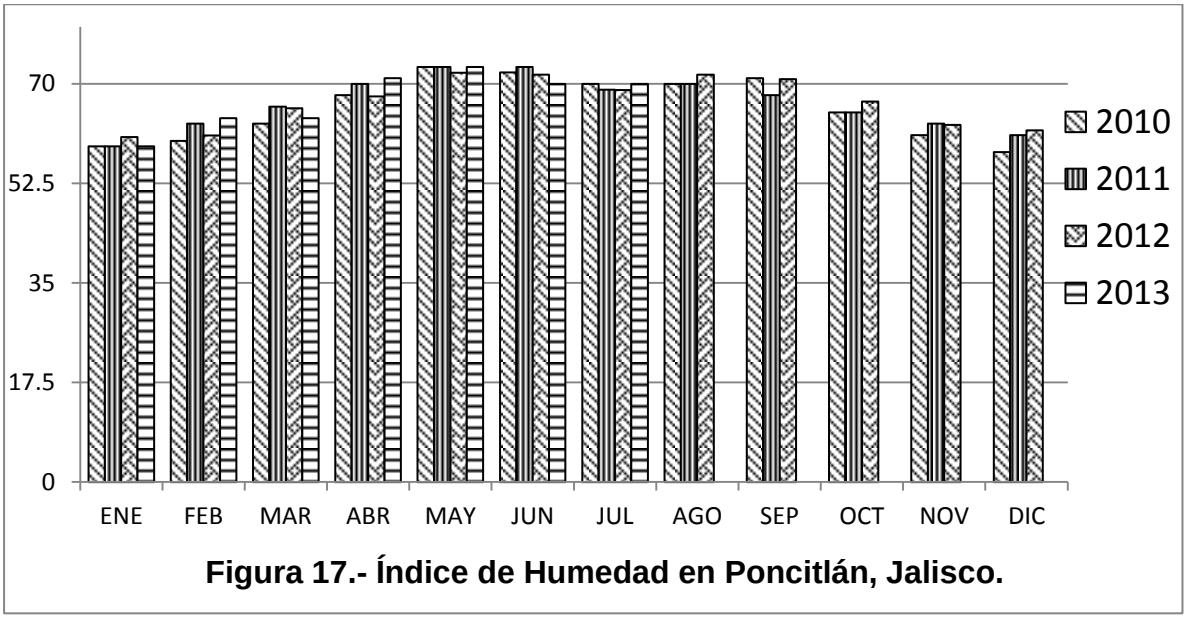


Figura 17.- Índice de Humedad en Poncitlán, Jalisco.

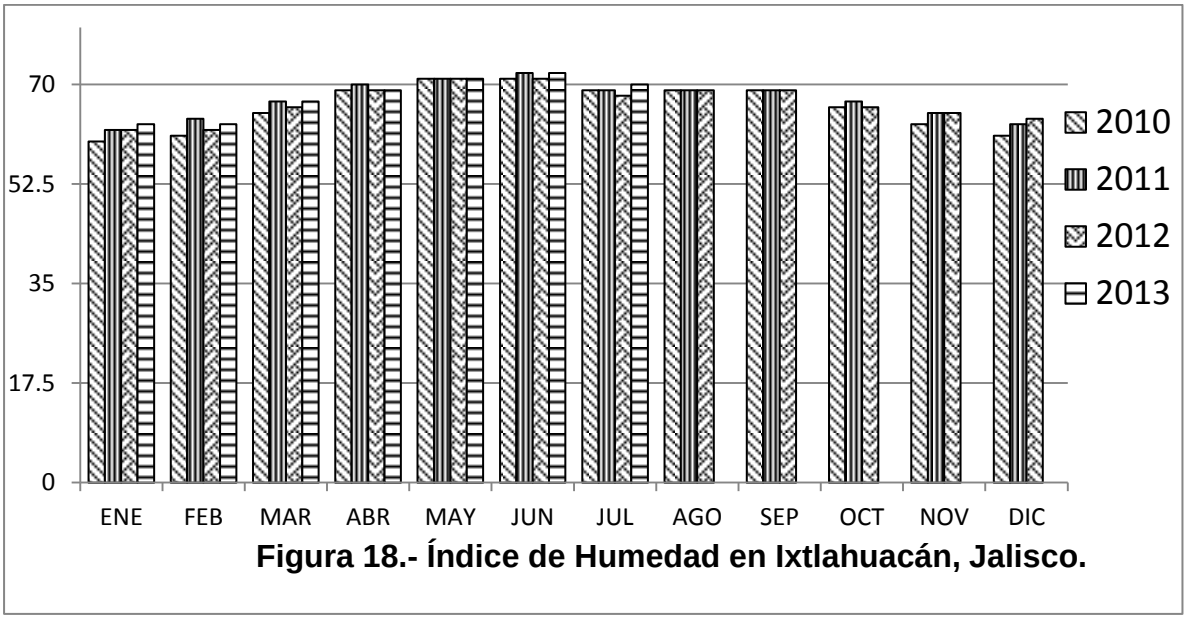


Figura 18.- Índice de Humedad en Ixtlahuacán, Jalisco.

11.3. Valoración del Estrés Calórico en Hatos de la Región Ciénega.

Asumiendo la validez de utilizar la temperatura rectal (TR) y la frecuencia respiratoria (FR), como indicadores de respuesta fisiológica frente a las grandes variaciones de las variables climáticas que caracterizan los ecosistemas donde se desarrollan nuestros animales, en particular la respuesta durante la fase vespertina. Estos datos mostraron el tipo de estrés que padecen las vacas de la población estudiada (Cuadro 27).

Las lecturas de la TR y FR se realizaron a seis horas de exposición al ambiente regulado a las 18:00 h y a las 6:00 h; los resultados fueron significativos ($P<0.001$). Tanto para razas como para las lecturas vespertina y matutina. Esta prueba demostró que la respuesta ante el reto prolongado de seis horas a 40.5 °C, era similar en las Criollas, 38.8 °C a 25 °C y 39.7 °C a 40 °C y el F2 Holstein, 38.9 °C a 25 °C y 39.9 °C a 40 °C, para las lecturas matutinas y 38.8 °C a 25 °C y 39.7 °C a 40 °C; y 39.0 °C a 25 °C y 39.7 °C a 40 °C, para las lecturas vespertinas. En tanto que FR matutinas de 37 y 140; 30 y 145 para el Criollo y el F2 Holstein, que en algunos corrales del municipio de Zapotlan del Rey en la comunidad de Otatlan, respectivamente. Por lo que la FR resulta ser un indicador confiable del estrés calórico en vacas expuestas por lapsos al medio ambiente (Caballero y Sumano, 1993). Estos resultados indican lo heterogéneo de la población objetivo al encontrar tres subgrupos, con porcientos similares de individuos que responden de manera diferente ante un mismo fenómeno. Al retar estos animales durante cinco ocasiones a condiciones máximas de estrés calórico, durante dos veranos consecutivos, un grupo apenas modificó su FR, mientras que otros la triplicaron.

Cuadro 27. Asociación de la Respuesta a Variables Fisiológicas de Vacas CLH durante la Época de Temperaturas Elevadas en Atotonilco el Alto y Jocotepec.

Clúster	%de la población estudiada	Temperatura rectal (°C)		Frecuencia respiratoria (rpm)	
		Matutino 7:00hrs – 9:00hrs	Vespertino 17:00hrs – 19:00hrs	Matutino 7:00hrs – 9:00hrs	Vespertino 17:00hrs– 19:00hrs
Grupo 1 Sin estrés	36	37.75±0.81[a]	38.12±0.46[a]	34.60±17.64[a]	26.38±5.30[a]
Grupo 2 Estrés	29	38.16± 0.38[b]	39.01± 0.56[b]	34.80±8.90[a]	50.38 ±7.50[b]

moderado					
Grupo3 Estrés alto	35	38.22 ± 0.39[b]	39.80 ± 0.61[b]	39.04 ±8.70[a]	82.00±12.09[c]

***Letras desiguales en una misma fila dentro de cada periodo. p< 0.001**

12. DISCUSIÓN

12.1 Características de las condiciones de explotación lechera en los hatos de los municipios de la región Ciénega del Estado de Jalisco.

Al realizar el recorrido por los diferentes establos seleccionados para la toma de muestras de leche, se encontró que las condiciones de las explotaciones lecheras presentaban condiciones propicias para la presencia de mastitis clínica y subclínica; la mayoría de los corrales con pisos de tierra y falta de aseo.

El manejo en los corrales con piso de cemento era limpiado dos veces por mes, acumulando las heces en una orilla sacando hacia las labores agrícolas o huertos de la región, sirviendo ellos como abono orgánico. La leche es recolectada en tambos o botes en vehículos con falta de higiene de los utensilios y como resultado se contaminaba al ingresar a cada corral con los vehículos.

Los corrales son en su mayoría semiestabulados teniendo poco o nulo manejo en los corrales; los animales son sacados a pastorear en las labores o a orillas de ellos, comen fuera, ya dentro de los corrales se les suministra rastrojo y las vacas en producción al momento de la ordeña se les proporcionan suplemento o grano molido.

El tipo de ordeña que se lleva a cabo es mecánico, en donde por la falta de capacitación al uso de las ordeñadoras, propicia que se lastimen las ubres, produciendo una puerta a la entrada de bacterias, proliferando la mastitis clínica y subclínica. En los corrales que se daba el ordeño manual, también no existe limpieza en las manos del ordeñador, ni un control adecuado a la ordeña; se ordeñaban animales sanos con los enfermos o sospechosos, los tipos de forma de ordeña se hacía según las formas o usos, haciendo lesiones en los pezones.

Las condiciones de los animales fenotípicamente son animales criollos, adaptados a la región, con una producción de leche regular a alta; en la cual de acuerdo al tipo de alimentación que se les proporciona son consideradas aptas para ello. Prevaleciendo los animales de color blanco con negro y muy pocos de color blanco con rojo. El tipo de pelo es grueso.

12.2.- Diagnóstico de mastitis clínica y subclínica en vacas de los diferentes hatos mediante la prueba de California (CMT) y el conteo de células somáticas (CCS).

Se realizaron dos pruebas en dos municipios de La Barca en la comunidad de San José Casas Caídas y en Zapotlán del Rey en la comunidad de Otatlan, dado que en estas comunidades fue donde mayor cantidad de mastitis clínica y subclínica se presentó.

San José.- De los 280 cuartos muestreados a través de la Prueba de California, 119 resultaron negativos a MS, 63 cuartos dieron como resultado trazas, 66 cuartos levemente positivos, 23 positivos y 2 altamente positivos y 7 restantes 6 eran cuartos perdidos o ciegos y 1 con mastitis clínica. El recuento de células somáticas dio como resultado que el 34.26% diera como positivo, en comparación con el 33% del conteo de la prueba de California. En esta localidad existen unas condiciones de limpieza de los corrales, se realiza dos veces al día, los animales son estabulados, se les suministra agua en los bebederos y los comederos llenos con ensilaje, melaza, y pastura. La ordeña se realiza a través de maquina ordeñadora, las vacas son sometidas a una limpieza antes de la ordeña y el sellado después de la misma.

En Otatlan.- se muestrearon 80 animales 320 cuartos; 164 resultaron negativos; 54 resultaron trazas, 54 levemente positivos, 35 en positivos, 4 altamente positivos: los 9 restantes eran cuartos ciegos. De un total de total de 17 vacas correlacionados equivalente a 68 cuartos. El 69% dieron resultados negativos según el CMT y 72% según RCS-I y un 31% dieron positivo a Mastitis Subclínica en el CMT y un 28% dieron positivos en el RCS-I ésto significa que existe una variación del 3% entre ambas pruebas; tal variación se podría adjudicar a que el CMT es una prueba cualitativa y semicuantitativa y el RCS-I es una prueba cuantitativa y cualitativa, lo que podría traer aparejado una desventaja en el CMT ya que las fronteras entre una categoría y otra pueden ser imprecisas pues dependen de la apreciación subjetiva del operador que la realiza.

12.3.- Prevalencia de mastitis en la Región Ciénega

Al analizar la información obtenida en todo el estudio, se obtuvo una prevalencia de 0,77% y 1,27% de cuartos con mastitis clínica y secos, respectivamente; lo que representa un 2,04% de cuartos al sumar ambas categorías (Cuadro 12).

El total de cuartos afectados por mastitis subclínica alcanzó a 67,85% (Cuadro 12), excediendo ampliamente el 38,65% de prevalencia estimada para la región. Además, dicha cifra puede ser calificada como elevada, al compararla con los resultados obtenidos en varios trabajos efectuados en el país, en los cuales la frecuencia de cuartos con mastitis subclínica varía entre 32,21% y 60,80% (Bezama, 1991). La prevalencia de cuartos con mastitis subclínica determinada en el presente estudio, corresponde al 97% de la prevalencia de mastitis por cuartos, lo que corrobora que esta forma de presentación de la enfermedad es mucho más frecuente que la forma clínica y, en consecuencia, la que ocasiona la mayor parte de las pérdidas económicas por mastitis (Philpot, 1978; Philpot, 1999).

12.4.- Identificación de las bacterias presentes en los animales positivos a mastitis clínica y subclínica.

Los resultados de la CMT se obtuvo que 331 cuartos con mastitis subclínica, solo el 15.1% resultaron negativos al examen microbiológico, indicando posibles procesos de inflamación de origen no bacteriano. En un trabajo reportado por Freitas *et al*., (2011) obtuvieron 36.7% de negatividad del examen microbiológico cuando el CTM fue positivo. De las 331 muestras de leche los agentes de mayor prevalencia fueron *Corynebacterium sp.* (37,4%), *Staphylococcus sp*. (32,8%) y *Streptococcus sp.* (13,9%) difiriendo de lo hallado por Freitas et al., (2111) quienes encontraron con mayor prevalencia al *Staphylococcus sp*. (49,6%) seguido por *Corynebacterium sp.* (34,4%).

Para cada control mensual, estación del año (primavera: septiembre, octubre, noviembre; verano: diciembre, enero, febrero; otoño: marzo, abril, mayo; invierno: junio, julio, agosto), en corrales y total de información obtenida durante el estudio, se calcularon las siguientes tasas de prevalencia: Vacas y cuartos positivos a cualquier

forma de mastitis. Cuartos secos, con mastitis clínica y subclínica. Grados de reacción al CMT a nivel de cuartos. Vacas con mastitis clínica y cuartos secos. En las vacas con mastitis subclínica, los valores descritos anteriormente experimentan los distintos indicadores de prevalencia según el mes, estación del año y condiciones de manejo, tipo de ordeña y condiciones del corral y características de la raza del animal y su fenotipo.

Sobre la Determinación de la Prevalencia de mastitis en la Región Ciénega. A partir del análisis anterior, que considera la información obtenida durante un año en el total de rebaños, se desprende que éstos muestran cifras elevadas de prevalencia de mastitis, indicando una situación desfavorable de salud mamaria, que se traduciría en un deterioro de la calidad láctea y provocaría pérdidas económicas importantes. Ello se debería fundamente a la alta prevalencia de mastitis subclínica de estos rebaños, dado que los valores de prevalencia determinados para la forma clínica de la enfermedad, podrían considerarse bajos en comparación a los descritos en la literatura nacional (Moreno 2008).

Se demostró que no existen mayores diferencias en la frecuencia de vacas y cuartos positivos a alguna forma de mastitis, entre las estaciones de primavera, verano, otoño e invierno. Tampoco se observan diferencias entre estaciones para las frecuencias de vacas afectadas por mastitis subclínica. Estos resultados son consistentes con los obtenidos por Espejo (2001), los cuales demuestran que ni el mes de muestreo, ni la estación del año, afectan significativamente el RCS de la leche entregada al acopio por los productores de este mismo. En cambio se evidencia una tendencia al aumento de los casos clínicos en el invierno, donde las frecuencias de vacas con mastitis clínica y cuartos secos alcanzan su valor máximo.

La tendencia a un incremento en la presentación de casos clínicos invernales, se vería corroborada por el análisis de la frecuencia de cuartos afectados por mastitis clínica, la cual muestra un valor cercano al 1,5% durante la estación de invierno, mientras que en las otras estaciones alcanza valores del orden de 0,5%. La frecuencia de cuartos secos se mantiene constante en todas las estaciones del año. Las diferencias estacionales en la frecuencia de cuartos afectados por mastitis subclínica son moderadas y difíciles de

interpretar, dado que la prevalencia total por cuartos es sólo levemente mayor en otoño e invierno, respecto a primavera y verano, pero se observan distintos comportamientos para las frecuencias estacionales de cada grado de reacción al CMT.

Estos resultados son consistentes con lo informado en la literatura, respecto a variaciones del RCS y la frecuencia de mastitis de acuerdo al mes o estación del año, por cuanto se han descrito variaciones mensuales significativas, las que no siempre representan una verdadera tendencia climático-estacional, debido a los numerosos factores involucrados (Gallardo, 1998).

12.5.- Valores de Temperatura y Humedad y cálculo del ITH de la región durante los periodos de Enero del 2010 a Julio del 2013

Los factores medio ambientales se representan principalmente por la medición de la temperatura y la humedad relativa. Existe un índice compuesto que relaciona la temperatura ambiental y la humedad relativa del aire, denominado ITH (Hahn, 1999), que nos indica cuándo se produce el estrés calórico en función de los parámetros ya mencionados, a partir de los 25 ºC se pueden apreciar los efectos del calor en la producción lechera de las vacas. No obstante hay que tener en cuenta también la humedad relativa del aire. Conforme se combinan la temperatura con la humedad relativa más alta se incrementa el estrés calórico en el ganado; altas humedades relativas dificultan la evaporación del sudor de los animales y por lo tanto su enfriamiento (Hann, 1987).

En la comparación de los ITH por zonas dentro del período registrado no se encontraron diferencias significativas por lo que podemos señalar que los Índices de Temperatura-Humedad son muy similares entre ellos (INEGI, 2002).

Las variantes de los diferentes climas en cada municipio así como de temperatura y humedad. El índice de temperatura y humedad denominado ITH (Hahn, 1999), nos da respuesta de cuando existe una alteración de EC, en las medidas a partir de los 25 °C, se presentan los efectos del calor en la producción lechera. Se debe considerar a la humedad relativa del aire, al conjugarse estas dos y la humedad relativa es más alta

hace que el animal se exponga al EC; altas humedades relativas dificultan la evaporación del sudor de los animales y por lo tanto su enfriamiento. En la comparación de los ITH por municipio dentro del período registrado no se encontraron diferencias significativas por lo que podemos señalar que los Índices de Temperatura-Humedad son muy similares entre ellos (INEGI, 2002). En el estudio de Moreno Martínez (2008), en la zona de los Altos de Jalisco, se reporta el ITH total en el lapso de Septiembre del 2001 a Junio de 2003. Los resultados muestran que no se encontraron diferencias significativas entre las diferentes localidades de esta zona del Estado de Jalisco, ya que la zona de los Altos obtuvo un ITH de 66.46 ± 0.41 mientras que la zona centro obtuvo 66.38 ± 0.91 con un valor en el análisis de varianza de p= 0.95.

En los meses de Junio y Agosto en el municipio de Atotonilco rangos de ITH arriba de los 70, ocasionando alteraciones en el confort de los animales. En el municipio de La Barca en los meses de Mayo y Junio rangos superiores a 73 de ITH; Jamay se encontró rango de 72 de ITH en los meses de Mayo y Junio; en Ocotlán rango de 73 de ITH; Zapotlán del Rey, Mayo y Junio rangos superiores a 73; Poncitlan Mayo y Junio reportaron 72 de ITH; Ixtlahuacan de los Membrillos solo en el mes de Junio reporto 72 de ITH.

El ITH de cada uno de los municipios de la región Ciénega del período analizado no mostraron diferencias significativas siendo bajo en comparación con el trabajo del Dr. Moreno 1998. Pero si se encontró una correlación altamente significativa en los valores de ITH durante las estaciones de Invierno del 2010, Primavera del 2010, Verano del 2010, Invierno del 2011 y Primavera del 2011, mientras una correlación negativa significativa en el otoño del 2011 y de 2013.

12.6.- Valoración del estrés calórico en los hatos de la región.

Se define como zona de confort del ganado, a una zona con un rango de temperatura, dentro de la cual el animal puede estar sin que sea necesario activar sus mecanismos de autorregulación térmica. Si la temperatura del aire sube por encima de los 16°C en el caso de los animales de Bos taurus y de 27°C en el caso de los Bos indicus, los mecanismos de termorregulación se activan y el animal experimenta un aumento de su

respiración y vaporización, principales mecanismos de disipación calórica de los bovinos (Alba et al. 1999).

Una práctica de manejo adecuado es no encerrar por mucho tiempo los animales antes del ordeño; en fincas grandes, al recoger los animales para el ordeño algunos tienen que esperar 2-3 horas para ser ordeñados, aumentándose así el estrés calórico y disminuyendo el consumo con sus consecuentes pérdidas. Es preferible recoger los animales por lotes y que esperen en corrales abiertos. Por último no hacinar los animales y aumentar la densidad por unidad de superficie. Si observamos la conducta del ganado, y éstos permanecen en pie cerca del bebedero sin consumir alimentos es que están sufriendo de estrés calórico (Alzina *et al*., 2001).

La alta producción de leche o ganancia diaria de peso es superior en animales Bos taurus pero tienen una zona de confort con temperaturas más bajas y por lo tanto en nuestro medio tropical, tienen que activar sus mecanismos de termorregulación para disipar calor, por lo cual se ven afectados por la anorexia voluntaria, disminución del pastoreo, problemas de fertilidad y baja en la producción. Por el contrario los animales de origen Bos índicus son más resistentes a nuestro medio ambiente y su zona de confort es más elevada por lo cual no tendrán que activar sus mecanismos de disipación de calor o si los activan serán suficientes para que el animal se desarrolle y produzca en forma normal, aunque sus producciones no serán tan elevadas como las de los bovinos Bos taurus en su zona de confort (Ávila *et al*., 2002).

Un criterio de selección es el de cruzamiento entre animales Bos taurus con Bos índicus, con la consiguiente manifestación del "Vigor híbrido" aparte de que tienen producciones satisfactorias y un nivel de producción acorde con el ambiente tropical en el que se encuentra el animal. Una vez definido el animal ideal para estos corrales ya sea productor de leche o de carne, el cruzamiento entre animales mestizos con características fenotípicas y genotípicas necesarias para producir eficientemente bajo el efecto de ambiente con altas temperaturas, es la mejor opción; y más, con la posibilidad actual de utilizar toros mestizos probados (Benoit, 1994).

El siguiente paso como criterio de selección una vez que tenemos el animal mestizo ideal para la producción del corral, es la selección en base a características fenotípicas o de "Tipo" dentro del patrón de mestizaje, como son:

1. Seleccionar animales grandes de elevada amplitud torácica que permite una capacidad respiratoria elevada lo cual va a permitir una elevada evaporación que es el principal método de disipación calórica de los bovinos.
2. Seleccionar animales grandes de elevada amplitud abdominal que permite una capacidad ruminal y digestiva mayor, con lo cual se favorece el consumo de grandes cantidades de forrajes toscos (Pajas y cáscaras de cereales: arroz, trigo,
Cebada, rastrojos de maíz y sorgo, así como residuos agroindustriales como cáscara de arroz).
3. Seleccionar animales pigmentados principalmente, pero de pelaje claro, ya que los animales pigmentados están más protegidos a los rayos ultravioletas dañinos del sol que los no pigmentados, y los animales de pelaje claro absorben menos radiaciones ultravioletas. Un ejemplo de ésto son los bovinos de la raza Carora (Rizzi *et al.,* 2007).
Por otro lado se tomaron los indicadores de temperatura y humedad relativa así como el Índice de Temperatura Humedad (ITH) por zonas de Enero de 2010 a Mayo de 2013. Las vacas tuvieron libre acceso a forraje, no se les ofertó ningún suplemento y contaron con agua de bebida a voluntad. También se formaron tres grupos considerados.
En base al criterio de los resultados obtenidos de; temperatura corporal TC, frecuencia cardiaca FC, matutino y vespertino; tiempo de exposición al sol, tiempo en la sombra. El ordeño de las vacas se realizó entre las 6:00 y 7:30 horas con apoyo del ternero, posteriormente las crías se separaron de la madre hasta las 17:00 horas en que se les dejó amamantar durante 30 minutos para la separación definitiva hasta el próximo día. El destete dependió del nivel de producción de la vaca y las características físicas del ternero, produciéndose a los 180 días promedio; obteniendo mayores benéficos en su producción láctea la vaca; dado que a esa edad aumenta el becerro 5 kg por cada 100 Kg de leche o sea la cantidad para aumentar un kg es de 20 Kg de leche (Galli *et al*., 2005).
Se obtuvieron los registros climatológicos promedio mensuales de temperatura ambiental (°C), humedad relativa (%) y precipitaciones (mm) durante 2010-2011. Se midieron también estas variables durante los dos años que duró el experimento (2010 y 2011), a través de los registros promedios mensuales obtenidos con un equipo digital CPGM®. Las mediciones de la TA y la HR en los predios, se realizaron con un

higrotermómetro digital Extech®, modelo 445702 con una precisión de ± 0.1°C, colocado en un espacio abierto y protegido por un abrigo meteorológico convencional. El registro de los datos se realizó por la mañana y por la tarde en la fecha que se muestreó al ganado. Se determinó el valor de ITH por época y muestreos, matutino y vespertino. En ambas sesiones se midió la frecuencia respiratoria mediante la observación del flanco del animal sin agitarse por espacio de un minuto y después la temperatura rectal a través de un termómetro digital (0.1 °C).

Efectos del Estrés Calórico**.** El estrés calórico influye negativamente en la productividad y la fertilidad del ganado lechero de alta producción. En Israel, el índice de concepción en los meses de invierno supera el 45%, pero durante el verano cae a menos del 20% en establos que no utilizan sistemas para enfriar las vacas (Brosch *et al.* 1998). En verano incrementa el intervalo entre partos, y se reduce la eficiencia económica de la producción, a la vez que crea una estacionalidad indeseable en el abastecimiento de leche al mercado. También afecta negativamente el contenido de grasa y proteína en la leche, y aumenta el conteo de células somáticas, ésto disminuye la calidad de la leche. La pérdida anual de leche debido a la influencia del período caluroso del verano, es de unos 500 kg por vaca, en promedio (Brosch, 1998).

12.- CONCLUSIONES.

1.- Los corrales de los hatos estudiados en la región Ciénega del Estado de Jalisco, presentaron condiciones propicias para la mastitis clínica y subclínica. Estas condiciones se resumen en: exceso de humedad en los corrales, en particular en época de lluvias; falta de aseo en utensilios, botes y tanques, corrales, camas, bebederos y comederos; acumulo de excretas en corrales; y mal manejo de las ordeñadoras.

2.- Los casos de mastitis clínica diagnosticada en la región Ciénega del Estado de Jalisco fue 35.64% indicativas de mastitis subclínica y los municipios con la más alta prevalencia fueron la Barca, Poncitlán y Ocotlán. Los animales principalmente afectados fueron vacas de 3 o más partos, tendieron a ser más frecuentes durante el primer tercio de lactancia y los cuartos posteriores fueron los más susceptibles a presentar este tipo de mastitis.

3.- Los hatos de la región Ciénega estudiados presentan valores elevados de 0,77% y 1,27% en cuartos con mastitis clínica y secos, respectivamente; lo que representa un 2,04% de cuartos al sumar ambas categorías, en la prevalencia de mastitis y una tendencia a aumentar en los meses de Junio, Julio y Agosto, lo que determinó que la frecuencia de casos clínicos alcance su valor máximo en los meses de invierno.

4.- De las muestras positivas, tanto a mastitis clínica como subclínica, las principales bacterias patógenas aisladas fueron: *Staphylococcus aureus* *Staphylococci coagulasa negativa* y *Corynebacterium bovis*. *Staphylococcus aureus* resulto la bacteria aislada con mayor frecuencia entre los patógenos causantes de mastitis subclínica.

5.- La valoración de la presencia de estrés calórico a las vacas criollas Holstein de la región Ciénega del Estado de Jalisco mostro que no son un grupo homogéneo en su respuesta ante el estrés por calor.

13. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES FINALES.

Al revisar de manera detallada por municipios y contrastarla, en Atotonilco esta relación entre ITH y la presencia de *E. coli,* demostró una correlación positiva altamente significativa en las estaciones de primavera 2012, verano 2012 e invierno 2012, primavera 2013 e invierno 2013, una correlación negativa altamente significativa en el otoño 2012 y finalmente una correlación negativa significativa en el otoño 2011.

En la zona Centro, (La Barca, Jamay, Ocotlán), esta relación entre ITH y la presencia de *E. coli* evidenció una correlación positiva altamente significativa en las estaciones de primavera 2012, verano 2012 invierno 2012, una correlación positiva significativa en la primavera 2013 y una correlación negativa altamente significativa en el otoño 2011 e invierno 2013, para finalmente mostrar una correlación negativa significativa en otoño 2012.

En el análisis bacteriológico, tanto en La Barca, Jamay, Ocotlán; como en la zona de los Atotonilco, se encontró en primer lugar presencia de patógenos secundarios tales como: *Proteus spp., Klebsiella spp., Enterobacter spp., Shigella spp. y Pseudomona spp.*

No existe diferencia al considerar el segundo lugar, ya que en esta región Centro (La Barca, Jamay, Ocotlán), se encontró la presencia de patógenos principales infecciosos (PP) donde quedaron incluidos *Staphylococcus spp.yStreptococcus spp.* Con un total de 19.38% y en tercero la *E. coli* con 11.76%.Atotonilco, el segundo lugar lo ocuparon los patógenos principales (PP) con un total de 13.06% y en tercer lugar la *E. coli* con el 9.28%. En cuanto al municipio de Atotonilco, en segundo lugar fueron los patógenos principales (PP) con un 30.75% y en tercer lugar la *E. coli.* con11.57% de muestras positivas.

Al comparar la asociación de *E. coli* con los patógenos principales entre las regiones, Atotonilco tuvo mayor incidencia de la asociación de *E. coli* con 2 bacterias *(Staphylococcus spp. y Streptococcus spp.)* que los municipios de Ocotlán, Jamay y Zapotlán del Rey, mientras esta mostró mayor incidencia de *E. coli* con una bacteria, ya

sea *Staphylococcus spp. o Streptococcus spp.*siendo ambos valores más altos que en los municipios.

Con el presente trabajo se pudo demostrar que *Staphylococcus aureus* no es el principal agente causal de la mastitis bovina en los hatos estudiados en la Ribera de Chapala. El diagnóstico molecular es posible con alta de sensibilidad y especificidad a partir de ADN bacteriano extraído de colonias aisladas así como de leche mastítica bovina para el diagnóstico de esta enfermedad, con menor tiempo que las pruebas microbiológicas, lo que permite establecer estrategias para un tratamiento temprano y lograr así su control en los hatos lecheros.

Una vez definido el animal ideal para ese establecimiento productor de leche, el cruzamiento entre animales mestizos con características fenotípicas y genotípicas necesarias para producir eficientemente bajo el efecto de ambiente con altas temperaturas, es la mejor opción; y más, con la posibilidad actual de utilizar toros mestizos probados.

El siguiente paso como criterio de selección una vez que tenemos el animal mestizo ideal para la producción del establo, es la selección en base a características fenotípicas o de "Tipo" dentro del patrón de mestizaje, como son:

1. Seleccionar animales grandes de elevada amplitud torácica que permite una capacidad respiratoria elevada lo cual va a permitir una elevada evaporación que es el principal método de disipación calórica de los bovinos.

2. Seleccionar animales grandes de elevada amplitud abdominal que permite una capacidad ruminal y digestiva mayor, con lo cual se favorece el consumo de grandes cantidades de forrajes toscos, los cuales tienen la característica de generar gran cantidad de calor en su digestión.

3. Seleccionar animales pigmentados principalmente, pero de pelaje claro, ya que los animales pigmentados están más protegidos a los rayos ultravioletas dañinos del sol que los no pigmentados. Y los animales de pelaje claro absorben menos radiaciones ultravioletas.

12. LITERATURA CITADA.

AGÜERO, H., VEGA, H., ZURITA, L., BIDEGAIN, J., Y SANTISTEBAN, E. (1988). Ordeña mecánica y mastitis bovina. IV Curso Mastitis del Bovino y su Impacto Económico. Santiago, CL, 24-26.

ALBA, L.O., KOUTINHOUIN, B., Y TORRES L. (1999). Estimación del estrés de calor ambiental, mediante el índice de calor sofocante en vacas Holstein. Rev. Cub. Reprod. Anim. 25: 31-37.

ÁLVAREZ, C. Y MENDOZA, E. 2005. Manual básico de bacteriología. Editorial Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 127-147.

ALZINA, L.A., FARFÁN E.J.C., VALENCIA, H.E.R., YOKOYAMA, K. 2001. Condición ambiental y su efecto en la temperatura rectal y frecuencia respiratoria en bovinos cruzados (Bostaurus x Bosindicus) del estado de Yucatán, México. Revista Biomédica.; 12:112-121.

AMIOT, J. 1991. Ciencia y tecnología de la leche. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. pp 1-55.

ANDERSON, B.E. 1984. Temperature regulation and environmental physiology. In: Dukes Physiology of Domestic Animals. Melvin J. Sweson ed. Comell Univ.Press. Ithaca, New York, USA. pp. 719-727.

AKINEDEN, Ö., ANNEMÜLLER, C., HASSAN, A.A., LÄMMLER, C., WOLTER, W., ZSCHÖCK M. 2001. Toxin Genes and Other Characteristics of Staphylococcus aureus Isolates from Milk of Cows with Mastitis. J. Clin. Microbiol. 8 (5): 959-964.

ARISA R.A, MADERB TL, ESCOBAR PC.2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. Escuela de Agronomía, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco, Chile. Archivo Medicina Veterinaria.; 40: (7-22).

ÁVILA, P.M.F., TORRES DE CAMPOS, A., Y PATO, L.N. (2002). Razas lecheras: ambiente y comportamiento animal en los trópicos. EMBRAPA gado de leite. FEPALE. Brasil. Pp. 1-19.

AXELROD, J., & REISINE, T. D. (1984). Stress hormones: their interaction and regulation. Science, 224(4648), 452-459.

BALDERAS, R., ESPINOSA, M. S., GÓMEZ, L. D., MIROS, A. G., ORTÍZ, C. J., ORTUÑO H. L. 2006. Establecimiento de prácticas de higiene durante el ordeño, para propiciar la disminución de la presencia de mastitis en siete ranchos de GGAVATT La Laguna, Municipio de Medellín de Bravo, Ver. Memoria del PAMVET.

BARKEMA, H.W., SCHUKKEN, Y. H. Y ZADOKST. 2006. Invited Review. The Role of Cow, Pathogen, and Treatment Regimen in the Therapeutic Success of Bovine Staphylococcus aureus Mastitis. J. Dairy Sci. 89:1877-1895.

BARKEMA, H.W., GREEN, M.J., BRADLEY, A. J., Y ZADOKS, R. N. 2009. The role of contagious disaese in udder health. J. Dairy Sci. 92 (10): 4717-4729.

BARRATT, K.J., LESLIE, K.E., BASHIRI, A. 2004. An evaluation of the PORTASCCTM test as an estimate of milk somatic cell count. Memories. 23rd Wold Buiatrics

BEDOLLA,C., CASTAÑEDA, H, WOLTER. 2007. Métodos de detección de la mastitis bovina. REDVET ISSN 1695-7504. Vol. VIII. Número 9.

BEDOLLA, C.C., Y DE LEÓN, M. P. (2008). Pérdidas económicas ocasionadas por la mastitis bovina en la industria lechera. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria, 9(4), 1-26.

BENDAHOU, A., LEBBADI, M., ENNANEI, L., ESSADQUI, F., ABID, M. 2008. Characterization of Staphylococcus species isolated from raw milk and milk products (Iben and jben) in Nord Morocco. J Infect Developing Contries 2(3):218-225.

BENOIT, G.K. (1994). Disfunción del cuerpo lúteo asociado a algunos factores climáticos en el síndrome repetición de servicios, en vacas Holstein en Cuba. Tesis opción grado científico de Dr. En Ciencias. ISCAH. CUBA

BERMAN, A. 2003. Effects of body surface area estimates on predicted energy requirements and heat stress. Journal for Dairy Science.; 86: 3605-3610.

BERRY, I. L., M.D. SHANKLIN, H.D. JOHNSON.2009. Dairy shelter design based on milk production decline as affected by temperature and humidity. Tras. ASAE 7(3):329-331.

BEZAMA, M.P.B. (2010). Mastitis del bovino lechero. Estudio de prevalencia en la Región Metropolitana y descripción de factores asociados con la enfermedad. Avances en Ciencias Veterinarias, 6(2).

BLIGH, J. 1973. Temperature regulation in mammals and other vertebrates. American Elsevier. New York. 436 p.

BOHMANOVA, J., I. MISZTAL, AND J. B. COLE. 2007. Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress. J. Dairy Sci. 90:1947–1956.

BONILLA, A. 1999. El estrés en el Ganado. Revista Acovez, pp.18-26.

BOSCÁN, O.J., VILLARROEL, N. R., OVIEDO, B. A., SÁNCHEZ, V. A., PINO, R. D., GARCÍA, B. D., HERNÁNDEZ, G. L., PÉREZ, B. M. 2009. Bacterias patógenas potenciales al inicio del período seco de vacas doble propósito con mastitis subclínicas. Revista Científica, vol. XIX.

BROOM, D. M., & KENNEDY, M. J. (1993). Stereotypies in horses: their relevance to welfare and causation. *Equine Veterinary Education*, *5*(3), 151-154.

BROSCH, R., GORDON, S. V., PYM, A., EIGLMEIER, K., GARNIER, T., & COLE, S. T. (1998). Comparative genomics of the mycobacteria. International journal of medical microbiology, 290(2), 143-152.

BROOM, D. M., & MOLENTO, C. F. M. (2004). Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas–revisão (animal welfare: concept and related issues–review). Archives of Veterinary Science, 9(2), 1-11.

BUFFINGTON, D.E., A. COLLAZO, A. G. H. CANTON, D. PITT, W. W. THATCHER, AND R. J. COLLIER. 1981. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. Trans. ASAE 24:711–714.

CANNON, W. B., & DE LA PAZ, D. (1911). Emotional stimulation of adrenal secretion. American Journal of Physiology--Legacy Content, 28(1), 64-70.

CASTAÑEDA, H. 2010. La Prevención de la Mastitis. Memoria del 6° Seminario Internacional en reproducción Animal y Producción de la leche y la carne. Mazatlán, Sinaloa, México.

CAVALLERO, H.S.C., SUMANO, S. 1993. Características del estrés en Bovinos. Archivo de Medicina Veterinaria. 1993;1:1-5.

CREMONESI, P., VIMERCATI, C., PISONI, G., CASTIGLIONI, B., LUZZANA, M., RUFFO, G., MORONI P. 2006. Identification of Enterotoxin Genes in Staphylococcus aureus Isolates from Bovine and Caprine Milk. Veterinary Research Communicatons, 30 (1): 241-243.

COMBS, D.K. 1996. Indice de Temperatura-Humedad (ITH) en vacas lecheras. 27:279-283.

DAYORKA, H.S., C. MABELIN, A. ANAYA, JOSÉ Á. 2005. Detección de Staphylococcus spp en leche entera empleando el Sistema Diramic, Lamazares. Vol. VI, Nº 5,

DE ALBA., J. (1985). El criollo Lechero en Turrialba. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE.Serie Técnica. Boletín Técnico Nº 15. Costa Rica. 59.

DIKMEN, S. AND P.J. HANSEN. 2009. Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environment? J. Dairy Sci., 92:109-116.USA.

EASTMAN, J.R. 2006. Idrisi: Andes Edition. Guide to GIS and image processing Vol. 1. Clark Labs-Clark University. Worcester, MA, USA. 193 p.

EL-SAYED, A., ALBER, J., LÄMMLER, C., JÄGER, S., WOLTER, W., CASTAÑEDA, H. 2006. Estudio comparativo de las características genotípicas de cepas de Staphyloccocus aureus aislados en casos de mastitis clínica y subclínica en México. Vet. Méx. 37 (2). 165- 179.

ESPEJO, L. 2001. Evaluación de la calidad higiénica de leche de los centros de acopio lechero en la comuna de María Pinto, Región Metropolitana. Memoria Méd. Vet. Santiago, CL. U. Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias.

FIELD, T.R., WARD, P.N., PEDERSEN, L. H. 2003.The Hyaluronic Acid capsule of streptococcus uberis is not required for the development of infection and clinical mastitis. *Infection and Immunity*. No. 71 (1). Pp132-139.

FREITAS M.F.L., PINHEIRO J.W, STAMFORD T.L.M, RABELO S.S.A, SILVA D.R, SILVEIRA V.M, ET AL. 2005. Perfil de Sensibilidade antimicrobiana in vitro de Staphylococcus coagulase positivos isolados de leite de vacas com mastite no agreste do estado de Pernambuco. Arq Inst Biol.;72(2):171-7.

GALLARDO, J.E.G. Estimación de Prevalencia y perdida de producción de leche provocada por Mastitis Subclínica en partos de Otoño y Primavera en el Fundo Punahue.

GALLI, S. J., NAKAE, S., Y TSAI, M. (2005). Mast cells in the development of adaptive immune responses. Nature immunology, 6(2), 135-142.

GARCIA, A.D. 2004. Combatiendo el estrés calórico en la vaca lechera. Extension Extra: 4024-S. Cooperative Extension Service. College of Agriculture and Biological Sciences. South Dakota St. Univ, USDA. USA.

GAUGHAN, J.B., T.L. MADER, S.M. HOLT, AND A. LISLE. 2008. A new heat load index for feedlot cattle. J. Anim. Sci. 86:226–234.

GERLACH F., ÁLVAREZ F., MORENO S., GERLACH L. 2009. Incidencia y costo de la mastitis en un establo del municipio de Santa Ana, Sonora. Revista Mexicana de Agronegocios. Cuarta Época. Volumen 24. Año XIII.

GONZÁLEZ, P. J.M. 2005. El estrés calórico en los bovinos. Zootecnista U.N. Espec. Producción Animal UDCA.

GONZALEZ PAEZ, 2001. Revista Frisona Española, pp 84-86.

GUTIÉRREZ, L.A. Y AGUDELO, D.A. 2010. Contro de crecimiento In Vitro sobre cepas Gram positivas y Gram negativas productoras de mastitis. Revista lasallista de investigación - Vol. 6 No. 1

HALL, J. E. (2011). Guyton y Hall. Tratado de fisiología médica. Elsevier Health Sciences.

HAHN, G.L., MADER, T.L., EIGENBERG, R.A. 2003. Perspectives on development of thermal indices for animal studies and management.ProcSymp Interactions between climate and animal production, EAAP Technical series.; 7: 31-44.

HAHN, G.L. AND HUGH,J. M.E. 1987. Animal health and production at extremes of weather. WMO Tech. Note 191. Ch. 1. Geneva. pp. 1-13.

HALL, M. 2000. Meet the challenges of heat stress feeding. Howard`s Dairyman. May. 2000. pp 344.

HAHN, G.L., AND MADER, T. L. 1997. Heat waves in relation to thermoregulation, feeding behavior and mortality of feedlot cattle. Pages 563–571 in Proc. 5th International Symp. ASAE, St Joseph, MI.

HEESCHEN, H.W. 2005. Somatic Cells as an Indicator of Milk Hygien. Scientific Basic and The EU Approach. In NMC 44th Annual Meeting Proceedings. USA. 52-72.

HERNÁNDEZ, R.J., BEDOLLA, C.J. 2008. Importancia del conteo de células somáticas en la calidad de la leche. REDVET: Vol. IX, Nº 9.

HILDA G.G.R., LILIAN A., DANIEL A. 2012. La vulnerabilidad de la economía yucateca ante limitaciones en la disponibilidad de agua subterránea. Un enfoque de insumo producto. Ensayos Revista de Economía–Volumen XXXIII, No.2, pp. 77-104.

HOLDRIGE, L.R. 1967. Life zone ecology. San José. 206 pp.

INEGI. (2002). Anuario estadístico del Estado de Jalisco. Gobierno del Estado de Jalisco. Edición 2002.

INIFAP. 2007. Pronóstico climático Primavera-Verano 2007. Documento de circulación interna. Laboratorio Nacional de Sensores Remotos-Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. INIFAP. Guadalajara, Jalisco.

JAIN, J., MCCAFFFREY, P. G., MINER, Z., KERPPOLA, T. K., LAMBERT, J. N., VERDINE, G. L. Y RAO, A. (1993). The T-cell transcription factor NFATp is a substrate for calcineurin and interacts with Fos and Jun.

JAMIE L. BOEHMER. 2011. Proteomic Analyses of Host and Pathogen Responses during Bovine Mastitis. J Mammary Gland Biol Neoplasia (2011) 16:323–338.

JÄGER, S.P. 2006."Untersuchungen zur Eutergesundheit in Milchviehbeständen des Bundesstaates Jalisco, Mexiko". Tesis de Doctorado. Universidad de Leipzig, Alemania.

JOHNSON, H.D. 1994. Animal physiology. In: Handbook of agricultural meteorology. J.F. Griffiths (editor). Oxford Univ. Press. New Cork, USA. pp. 44-58.

JOHNSON, M. H., & PICKERING, S. J. (1987). The effect of dimethylsulphoxide on the microtubular system of the mouse oocyte. Development, 100(2), 313-324.

JONES, G.M. AND STALLINGS C.C. 2008. Reducing heat stress for dairy cattle. Publicación en línea. Virginia Tech Cooperative Extension. URL: http://en.engormix.com/MA-dairy-cattle/articles/reducing-heat-stress-dairy_862.htm. [consultado en mayo de 2011].

KADZERE, C.T., MURPHY, M.R., SILANIKOVE, N., MALTZ. 2002. Heat stress in lactating dairy cows: a review. Livestock Production Science 77 59-91.

KAMIYA, M., IWAMA, Y., TANAKA, M., SHIOYA, S. 2005. Effects of high ambient temperature and restricted feed intake on nitrogen utilization for milk production in lactacting Holstein cow.Journal of Animal Science. 76: 217-223.

KONEMAN, E., ALLEN, S., JANDA, W., SCHRECKENBERGER, P. 1999. Diagnóstico Microbiológico texto y atlas color. Editorial Panamericana. Quinta Edición. Argentina.

KUBOTA, M., HAYASHI, T., IWASAKI, H., KOHIRUIMAKI, M., KAWAMURA, S., SAKAGUCHI, K., ABE R. 2007. Rapid and Effective Method for Separation of Staphylococcus aureus from Somatic Cells in Mastitis Milk. J. Dairy Sci. 90:4100-4107.

KÖPPEN, W. 1918. Klassification der Klimate nach Temperatur, Niederschlag and Jahreslauf. Petermmans Geogr. Mitt. 64: 193-203, 243-248.

KÖPPEN, W. 1936. Grundiss der Klimakunde. 2 Aufl. 388 pp + 9 tables. Berlin & Leipzig.

LAM, T., RUEGG, L.P., MCDOUGALL, S. 2008. Good Veterinary Practice of improve bovine udder health: do´s, don´ts, and opportunities. XXV. Jubilee World Buiatrics Congress. Budapest, Hungary.

LEAL, K.D., BARBABOSA, A., FLORES, M., LÓPEZ, A., MARTÍNEZ, J. 1999.Epidemiología molecular de un foco primario de brucelosis en el Estado de México. Biotecnología Aplicada; 16 (3), pp. 149-153.

LOPÉZ, J.E., HIGUERRA, J. E., OCHOA, A., CHASSIN, O., VALDEZ, J., BRAVO, P., BAIZABAL, V. M. 2006. Caracterización molecular de aislamientos de Staphylococcus spp. Asociados a mastitis bovina en Tarímbaro, Michoacán. Rev. Mex Cienc: Pecu 44(1):91-106.

LOZANO, D.R.R., ASPRÓN P.M.A., VÁSQUEZ P.C.G, GONZÁLEZ, P.E. Y ARÉCHIGA,F. CF.2010. Efecto del estrés calórico sobre la producción ambrionaria en vacas superovuladas y el porcentaje de gestación en vacas receptoras. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 1(3):189-203.

LOZANO, D.R.R., VÁSQUEZ, P.C.G., GONZÁLEZ, P.E.2011.Efecto del estrés calórico y su interacción con otras variables de manejo y productivas sobre la tasa de gestación de vacas lecheras en Aguascalientes, México. Medigraphic. 245-260.

LUSK, M. W., PERALTA, F., & VEST, G. W. (1989). Street children of Juarez: A field study. International Social Work, 32(4), 289-302.

MADER, T.L., M.S. DAVIS, Y T. BROWN-BRANDL. 2006. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. J. Anim. Sci. 84:712–719.

MARIN, C. 1975. Estduio de la Mastitis Bovina en el sector Chillan-Colhueco de la Provincia de Nuble. Tesis Med. Vet. Santiago, Cl. U. Chile, Fac. Cs. Pecuarias y Medicina Veterinaria. P.98

MCDOWELL, R. 1972. Improvement of Livestock Production in Warm Climates. W. H. Freeman and Company. San Francisco. U.E. pp.711.

MCFARLANE, J. 2010. Hot weather’s here. Información en línea. URL: http://www.metermall.com/THI/THI2.htm. [consultado en marzo de 2011].

MAGADIÑO, HAROLDO. 2000. Producción higiénica de la leche cruda. Editorial 2001 Producción y Servicios Incorporados S.A. Guatemala, Centroamérica. Pp. 11-52.

MASUTOMI, K., EVAN, Y. Y., KHURTS, S., BEN-PORATH, I., CURRIER, J. L., METZ, G. B., Y HAHN, W. C. (2003). Telomerase maintains telomere structure in normal human cells. Cell, 114(2), 241-253.

MATA, V.L. 2004. Detección de *Staphylococcus aureus* a partir de colonias aisladas de muestras de carne. INIFAP. Folleto Técnico No.5: 104-107.

MENDOZA, M.D., PINOS, R.J.M., RICALDE, V.R., ARANDA, I.E.M., ROJO, R.R. 2003. Modelo de simulación para estimar el balance calórico de bovinos en pastoreo. Interciencia.28 (4): 202-207.

MORAGA, L; AGÜERO,H; BEZAMA, M; MORALES, M.A. 1994. Evolucion de la Prevalencia de mastitis bovina en Lecherías de la Region Metropolitana, Chile AV. Cs. Veterinarias.

MORAGA, L; MOLINA G; AGÜERO,H; ZURITA, L.1987. Empleo del Lauril Sulfato de Sodio para el diagnóstico de mastitis subclínica. XII Reunion Anual Sociedad Chilena DE Produccion Animal. Santiago de Chile. 18-19 de Noviembre p.46.

MORAGA, L. 1988. Pérdidas económicas atribuidas a mastitis. IV Curso de Mastitis del Bovino y su impacto económico, Santiago, Cl 24-26 Octubre. U. Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias. P.146-153.

MORAGA, M.L., ROCCO, P., MIQUEL, J.F., NERVI, F., LLOP, E., CHAKRABORTY, R., Y CARVALLO, P. (2000). Mitochondrial DNA polymorphisms in Chilean aboriginal populations: implications for the peopling of the southern cone of the continent. American Journal of Physical Anthropology, 113(1), 19-29.

MORENO, J. 2008. Presencia comparativa de E.coli asociada a mastitis ambiental con relación al Índice Temperatura Humedad (ITH) en las regiones de los Altos y Centro del Estado de Jalisco.UdG.

MORILLÓN, G., D.R. SALDAÑA, F.I. CASTAÑEDA, T. Y U. MIRANDA M. 2002. Atlas bioclimático de la República Mexicana. Energías Renovables y Medio Ambiente, 10:57-62.

MORTON, J.M., W.P. TRANTER, D.G. MAYER., AND N. N. JONSSON. 2007. Effects of environmental heat on conception rates in lactating dairy cows: Critical periods of exposure. J. Dairy Sci. 90:2271–2278.

MORAIS, M. 1983. Efecto de la temperatura ambiental y humedad relativa sobre la temperatura rectal y frecuencia respiratoria en vacas F1 (Holstein X cebú cubano). *Rev. Salud Animal.* No. **5**. pp. 615-662. Cuba.

MUJIKA, A.I. 2005.El estrés calórico, efecto en las vacas lecheras. Área de asistencia técnica en vacuno de leche. ITGG.http://www.navarraagraria.com.n.**150** pp.39-40.

NASH, D.L., ROGERS, G.W., COOPER, J.B., HARGROVE, G.L., KEOWN, J.F. 2002.Relationship among severity and duration of clinical mastitis and sire transmitting abilities for somatic cell score, udder type traits productive life and clinical mastitisand sire transmitting abilities for somatic cell score, udder type traits, productive life and protein yield. *J. Dairy Science*. No. **85**. pp 1273-1284

NEELESH SHARMA AND DONG KEE JEONG. 2013. Stem Cell Research: A Novel Boulevard towards Improved Bovine Mastitis Management

OLIVARES, C. HARNEY, J. P., MASER, R. S.,., DAVIS, E. M., LE BEAU, M., YATES, J. R., Y PETRINI, J. H. (1998). The hMre11/hRad50 protein complex and Nijmegen breakage syndrome: linkage of double-strand break repair to the cellular DNA damage response. Cell, 93(3), 477-486.

OSTERÅS, O., SØLVERØD, L., REKSEN, O. 2006. Milk culture results in a large Norwegian survey. J.Dairy Sci. 89:1010-1023.

OVIDIO, F.C., ROJAS, P., RODRÍGUEZ, L. 2006. Nuevas aproximaciones biotecnológicas para combatir la mastitis. Agro-Ciencia 22(1): 49-58.

PECH, V.C., CARVAJAL, M., MONTES, R. 2007. Impacto económico de la mastitis subclínica en hatos bovinos de dobre propósito de la zona centro del estado de Yucatán. Tropical and Subtropical Agroescosystems. 7:127-131.

PHILPOT JR, V. B. 1978. U.S. Patent No. 4,083,363. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

PHILPOT, N.W. Y NICKERSON, S.C. 1999. Mastitis: Counter attack. Babson Bros. Co. II., USA.

PHUEKTES, P., MANSELL, PD., BROWNING, G.F. 2001. Multiplex polymerase chain reaction assay for simultaneous detection of Staphylococcus aureus and Streptococcal causes of bovine mastitis. J Dairy Sci 84:1140–1148

POL, M., RUEGG, L. P. 2007. Relationship Between Antimicrobial Drug Usage and Antimicrobial Susceptibility of Gram-positive Mastitis Pathogens. J. Dairy Sci. 90: 262-273.

PORTILLA, M. 2007. Uso de la secuencia de inserción RvD1 para la identificación de Mycobacterium bovis. Tesis de Maestría en Ciencia Animal, de la Universidad Veracruzana.

RADOSTITS,GAY,BLOOD,D.,HINCHCLIFF,K.W.2002.MedicinaVeterinaria.Mastitis BovinaEdit.Mcgraw-hill. 9º Edición. Vol1. Madrid, España. P.810.

REKSEN, O., SOLVEROD, L., OSTERA, O. 2007. Relationships between milk culture results and milk yield in Norweigian dairy cattle. J. Dairy Sci. 90:4670-4678.

RIVAS, M.S. 1997. Clasificación bioclimática de la Tierra. Itinera Geobot. 10. León, España.

RIVER, C. AND RIVEST. 1991. Effect of stress on the activity of the hypothalamic-pituitary-gonadal axis: peripheral and central mechanisms. Biol. Reprod., 45:523-532.

RIFFON, R., SAYASITH, K., KHALIL, H., DUBREUIL, P., DROLET, M., LAGACÉ, J. 2001. Development of a Rapid and Sensitive Test for Identification of Major Pathogens in Bovine Mastitis by PCR. J. Clin. Microbiol Vol. 39 No. 7.

RIZZI, R., PEDRON, O., SAMORÉ, A., HAHN, M., RIERA, M., Y VILA, V. (2007). Parámetros genéticos de las características morfológicas de ganado carora. Revista Científica, 17(1), 58-65.

RODRÍGUEZ, G. 2006. Behavior of bovine mastitis and its economic impact in some farms of Bogota´s Savannah, Colombia. Revista de Medicina Veterinaria N°12.

ROMÁN, P.H., ORTEGA, R.L., HERNÁNDEZ, A.L., DÍAZ, A.E., ESPINOSA, G.J., NÚÑEZ, H.G., VERA, A.H., MEDINA, C.M., RUIZ, L.F. 2009. Producción de leche de bovino en el sistema de doble propósito. INIFAP. CIRGOC. Libro Técnico Núm. 22. Veracruz, México. 355p.

ROSENDO, P.A. AND BECERRIL P.C.M. 2002: Productive performance and genetic parameters in the Tropical Milking Criollo cattle in Mexico. 7th. World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Montpellier, France. Abstract Nº 25

ROSENBERG, L.J., B.L. BIAD., AND S.B. VERNS. 1983. Human and animal biometeorology. In: Microclimate, the biological environment. Wiley-interscience Publication. New York, USA. 485 p.

ROSENGREN, A., FABRICIUS, A., GUSS, B., SYLVEN, S., LINDQVIST, R. 2010. Occurrence of foodbrone pathogens and characterization of Staphylococcus aureus in cheese produced on farm-dairies. Int. J. Food Microbiol. 144. 263–269.

ROSSITTO, P.V., RUIZ, L. KIKUCHI, Y., LUIS, K., WATTS, J.L., CULLOR, J. S. 2002.Antibiotic susceptibility patterns for environmental streptococci isolated from bovine mastitis in Central California dairies. *J. Dairy Sci*. No. **85**. pp 132.138

RUIZ, C., J.A., I.J. GONZÁLEZ, A., J. R. REGALADO, R., J. ANGUIANO, C., I. VIZCAÍNO V. Y D.R. GONZÁLEZ E. 2003. Recursos edafo-climáticos para la

planeación del sector productivo en el Estado de Jalisco. Libro TécnicoNúm. 2. INIFAP-CIRPAC. Ed. Conexión Gráfica. Guadalajara, Jalisco, México. 172 p.

RUIZ, C., J.A., I.J. GONZÁLEZ, A., J. ANGUIANO, C., I. VIZCAÍNO, V., J.J. ALCÁNTAR R., H.E. FLORES, L. Y J.R. REGALADO, R. 2004. Clasificación climática del estado de Jalisco. Libro Técnico Núm. 1. INIFAP-CIRPAC. Ed. Prometeo. Guadalajara, Jalisco, México. 178 p.

RUSHEN, J., TAYLOR, A. A., & DE PASSILLÉ, A. M. (1999). Domestic animals' fear of humans and its effect on their welfare. Applied Animal Behaviour Science, 65(3), 285-303.

SANTELLANO-ESTRADA, E., BECERRIL-PÉREZ, C. M., MEI-CHANG, Y., GIANOLA, D., TORRES-HERNÁNDEZ, G., RAMÍREZ-VALVERDE, R., Y ROSENDO-PONCE, A. (2011). Caracterización de la lactancia y evaluación genética del ganado Criollo Lechero Tropical utilizando un modelo de regresión aleatoria. Agrociencia, 45(2), 165-175.

SALTIJERAL, J., CORDOVA, A. 2010. Tendencia en la calidad de la leche. Memoria del 6°Seminario Internacional en Reproducción Animal y Producción de Leche y Carne. Mazatlán, Sinaloa, México.

SARAN, ARTHUR Y CHAFFER, MARCELO 2000. Mastitis y Calidad de la leche. Editorial Inter-Médica. Buenos Aires, República de Argentina.

SELYE, H. (1997). A syndrome produced by diverse nocuous agents. 1936. The Journal of neuropsychiatry and clinical neurosciences, 10(2), 230-231.

SHEARER, J.K. 1999. Foot health from a veterinarian's perspective. In: Proc. Feed and Nutritional Management Cow College, Virginia Tech, USA. pp. 33-43.

SILANIKOVE, N. 2000. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. Livest. Prod. Sci., 67:1–18.

SIMON, L., LÓPEZ, O., ÁLVAREZ, D. 2010. Evaluación de vacas de doble propósito de genotipos holstein x cebú en sistemas de pastoreo arborizado. I. Primíparas. Pastos y Forrajes.; 33 (1): 1-5.

SMITH, TH., FOX, L., MIDDLETON, J. 1998. Outbreak of mastitis cauSED by one strain of Staphylococcus aureus in a cloSED dairy herd. J. Am. Vet. Med. Assoc. 212:553-56.

SCHUKKEN, Y.H., GONZALEZ, R. N., TIKOFSKY, L.L., SCHULTE, H. F., SANTISTEBAN, C.G., WELCOME, F.L., BENNETT, G.J., ZURAKOWSKI, M.J., ZADOKS, R.N. 2009. CNS mastitis: Nothing to worry about? Veterinary Microbiology 134(1-2): 9-14.

ST-PIERRE, N.R., B. COBANOV, AND G. SCHNITKEY. 2003. Invited. Economic losses from heat stress by U.S. livestock industries. J. Dairy Sci. 86(E. Suppl.):E52-E77.

TAPIA, P.1979. condicones de obtencion de leche y su relacion con mastitis en lecherias de la provincial de Bio-Bio. Tesis Med. Vet. Santiago, CL. U. Chile, Gac. Cs. Pecuarias de Medicina Veterinaria p.20

TEMPLE, G. (1997). Assessment of stress during handling and transport. J. Anim. Sci, 75(1), 249-257.

TENHAGEN, B.A., I. HANSEN, A. REINECKE, AND W. HEUWIESER. 2009. Prevalence of pathogens in milk samples of dairy cows with clinical mastitis and in heifers at first parturition. Journal of Dairy Research 76(2): 179-87.

THOM, E.C. 1959. The discomfort index. Weatherwise, 12:57–59.

THOMPSON, G.E. 1985. Respiratory System. In: Principies of Stress Physiology.

THORNTHWAITE, C.W. 1931. The climates of North America according to a new classification. Geogr. Rev. 21: 633-655.

TROLL, C. Y PAFFEN, K. 1964. Die Jahreszeitenklimate der Erde. (Summary: The seasonal climates of the Earth). Erkunde 18: 1-28 + map

Unión Ganadera Regional de Jalisco, 2010.

VERA, A.H., HERNÁNDEZ, A.L., ESPINOSA, G.J., ORTEGA, R.L., DÍAZ, A.E., ROMÁN, P.H., NÚÑEZ, H.G., MEDINA, C.M., Y RUIZ, L.F. 2009. Producción de leche bovina en el sistema familiar. INIFAP.CIRGOC. Libro Técnico Núm. 24. Veracruz, México. 384p.

VITALI, A., M. SEGNALINI, L. BERTOCCHI, U. BERNABUCCI, A. NARDONE AND N. LACETERA. 2009. Seasonal pattern of mortality and relationships between mortality and temperature-humidity index in dairy cows. J. Dairy Sci., 92:3781-3790.

WEST, J. W. 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. J. Dairy Sci. 86:2131–2144.

WEST, J. 2010. Managing and feeding lactating dairy cows in hot weather. Información en línea. URL http://interests.caes.uga.edu/drought/articles/managcow.htm [consultado en abril de 2011].

WOLTER, W., CASTAÑEDA, H., KLOPPERT, B., ZSCHÖCK, M., 2004. Mastitis bovina, prevención, dianóstico y tratamiento. Editorial Universitaria, Guadalajara, Jalisco, México. Pp. 11-130.

WOLTER, W., CASTAÑEDA, H., KLOPPERT, B., ZSCHÖCK, M. 2001**.**Mastitis bovina, Prevención, diagnóstico y tratamiento. 1ª. Edición. Editorial Universitaria. Universidad de Guadalajara. México. pp 146-153

YABUTA, O., A.K. 2001. El estrés calórico en el ganado lechero. México, D.F. Departamento de Etolog´ıa y Fauna Silvestre, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

ZADOKS, R., GLLESPIE, B., BARKEMA, H., SAMPIMON, O., OLIVER, S., SCHUKKEN, Y. 2003. Clinical, epidemiological and molecular characteristics of Streptococcus uberis infections in dairy herds. Epidemiol. Infect. 130:335-349.

ZECCONI, A., CESARIS, L., LIANDRIS, E., DAPRA, V., PICCININI, R. 2006. Role of several Staphylococcus aureus virulence factors on the inflammatory response in bovine mammary gland. Microb Pathog 40:177-183.

ZIMBELMAN, R.B., R.P. RHOADS, M.L. RHOADS, G.C. DUFF, L. H. BAUMGARD, AND R. J. COLLIER. 2009. A re-evaluation of the Impact of Temperature Humidity Index (THI) and Black Globe Humidity Index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows. In: Southwest Nutrition & Management Conference, February 26-27, 2009. The American Registry of Professional Animal Scientists, Savoy, Illinois, USA.

ZSCHÖCK, M., KLOPPERT, B., WOLTER, W., HAMANN, H.P., LÄMMLER, CH. 2005. Pattern of enterotoxin genes seg, seh, sei and sej positive Staphylococcus aureus isolated from bovine mastitis. Veterinary Microbiology 108: 243-249.

15.- Abreviaturas:

Análisis Clúster.- es un conjunto de técnicas multivariantes utilizadas para clasificar a un conjunto de individuos en grupos homogéneos.
ANOVA.- En estadística, el análisis de la varianza (ANOVA, ANalysis Of VAriance, según terminología inglesa) es una colección de modelos estadísticos y sus procedimientos asociados, en el cual la varianza está particionada en ciertos componentes debidos a diferentes variables explicativas.
Bebesiosis.- enfermedad que se transmite a través de un organismo vector, como son las garrapatas dependiendo de la especie de babesias la especie de garrapata vector cambia.
Biomarcador.- indicador de la normalidad Biológica.
Bos Indicus.- Su utilidad como animal doméstico, pues se puede decir que sirve para casi todo. Se utiliza como animal de carga y tira por igual del carro y del arado; también se aprovecha su leche, piel y carne.
Bos Taurus.- Se trata de un mamífero rumiante grande y de cuerpo robusto, con unos 120-150 cm de altura y 600-800 kg de peso medio.
CCS.- Conteo de Células Somáticas.
CTM.- Prueba de California para Mastitis.
EC.- estrés calórico.
FR.- frecuencia respiratoria.
HD.- Hora del día.
HR.- humedad relativa.
IMSC.- Índice de Mastitis Subclínica.
Índice kappa de Cohen.- es una medida estadística que ajusta el efecto del azar en la proporción de la concordancia observada1 para elementos cualitativos (variables categóricas).
INIFAP.- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agricolas y Pecuarias.
ITH.- Índice de Temperatura y Humedad.

MECS.- Células Mamarias Epiteliales.
Piroplasmosis.- enfermedad febril trasmitida por garrapatas y causada por uno o más parásitos protozoarios del genero Babesia, destrucción de glóbulos rojos, produciendo anemia, ictericia, hemoglobinuria y muerte.
Prevalencia.- proporción de individuos de un grupo o una población que presentan una característica o evento determinado en un momento o en un período determinado.
RCS.- Recuento de Células Somáticas.
Rpm.- Respiraciones por minuto.
Sistema Idrisi Andes.- procesador de imágenes integrado que ofrece diferentes análisis y la visualización de información espacial.
TA.- Temperatura ambiente.
TE.- Tipo de estrés.

16.- Anexos:

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
Departamento de Medicina Veterinaria

Registro Mensual de los Resultados del Diagnóstico de Mastitis Clínica										
Identificación del Predio						Fecha Control:				
Productor:										
Dirección:										
Sistema de ordeña: Manual Mecánica										
ID Vaca	Respuesta CMT		N° Lactancia			Fecha de Parto	Etapa de Lactancia			Observaciones
			1	2	3		1	2	3	
	ai	ad								
	pi	pd								
	ai	ad								
	pi	pd								
	ai	ad								
	pi	pd								
	ai	ad								
	pi	pd								
	ai	ad								
	pi	pd								
	ai	ad								
	pi	pd								
	N= Negativo		Etapa de Lactancia:							
	T= Traza		1= < 100 días de Lactancia							
	1= grado 1		2= 100 a 200 días de lactancia.							
	2= grado 2		3= > 200 días de lactancia.							
	3= grado 3									
	S= Seco									
	MC= Mastitis Clínica.									

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
Departamento de Medicina Veterinaria

Registro de Mastitis Clínica					
Productor:					
Domicilio:					
Identificación del animal	Fecha	Cuarto Afectado		Tratamientos	
				Producto	Fecha I/T
		ai	ad		
		pi	pd		
		ai	ad		
		pi	pd		
		ai	ad		
		pi	pd		
		ai	ad		
		pi	pd		
		ai	ad		
		pi	pd		
		ai	ad		
		pi	pd		
		ai	ad		
		pi	pd		
Observaciones:					