



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

## EVALUACION DE LA PRUEBA DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA DE LA LECHE, COMO METODO ALTERNATIVO DE DIAGNOSTICO DE MASTITIS SUBCLINICA EN CABRAS LECHERAS

Tesis presentada ante la  
División de Estudios Profesionales de la  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia  
de la  
Universidad Nacional Autónoma de México  
para la obtención del Título de  
Médico Veterinario y Zootecnista  
por

**CARLOS ERNESTO JOHANNSEN MEHNER**

Asesores:

MVZ. ANDRES E. DUCOING WATTY  
MVZ. LETICIA ROMO GARCIA  
MVZ. ALDO ALBERTI NAVARRO



México, D. F.

1993

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## CONTENIDO

**Página**

RESUMEN	01
INTRODUCCION	03
REVISION DE LA LITERATURA	06
MATERIAL Y METODOS	15
RESULTADOS	17
DISCUSION	19
LITERATURA CITADA	27
CUADROS	30
GRAFICAS	32

## RESUMEN

JOHANNSEN MEHNER Carlos Ernesto. "Evaluación de la prueba de conductividad eléctrica de la leche, como método alternativo de diagnóstico de mastitis subclínica en cabras lecheras". ( bajo dirección de : MVZ. Andrés E. Ducoing Watty, MVZ. Ana Leticia Romo García y MVZ Aldo Alberti Navarro.

Con el objeto de evaluar la prueba de conductividad eléctrica de la leche se utilizó un lote de 15 cabras de las razas Saanen, Anglo-Nubia y Alpina Francesa del Centro Nacional para la Enseñanza, Investigación y Extensión de la Zootecnia "Rancho Cuatro Milpas" de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México.

El lote de cabras fue sincronizado para parir durante el mes de Enero, el muestreo se realizó mensualmente a partir del mes de Febrero hasta finalizar la lactancia, seis meses después. Se realizaron las pruebas de Conductividad eléctrica de la leche, Prueba de California y Análisis bacteriológico de todas las muestras.

El diagnóstico definitivo se estableció con base a la presencia de agentes bacterianos en las muestras. Al comparar los resultados de la prueba de California con los obtenidos en el análisis bacteriológico se obtuvieron los siguientes resultados: la eficiencia global de la prueba aumentó conforme el criterio de positividad fue menos estricto, resultando trazas con un 30%, grados 1 con 58%, grados 2 con 72% y grados 3 con 78%, la sensibilidad fue mayor en trazas con 97% y disminuyó hasta 26% en grados 3, la especificidad fue menor en trazas con 13% y aumentó hasta 91% en los grados 3.

Al comparar los resultados de la prueba de Conductividad eléctrica de la leche con los del análisis bacteriológico encontramos que la eficiencia global fue mayor cuando se tomó como positivos el valor de 6 o mayor en la

escala con un 81% como resultado, la sensibilidad fue de 19%, en comparación con el criterio de positividad de 5 o mayor donde fue de 29% y 0% para el criterio de positividad de 7 o mayor. La especificidad de esta prueba en el criterio de 5 o mayor fue de 88%, de 96% en el de 6 o mayor y de 98% en el de criterio de positividad de 7 o mayor.

Los resultados obtenidos en la prueba de California en estudios hechos por otros investigadores no son al igual que el nuestro concluyentes y se requiere de mayor investigación al respecto. En lo que respecta a la prueba de conductividad eléctrica de la leche los estudios realizados en el ganado bovino particularmente de la raza Holstein arrojan resultados prometedores, no siendo así los obtenidos en el presente trabajo, a pesar de que, en el criterio de positividad de 6 o mayor se obtuvo la mejor eficiencia global los resultados no son concluyentes puesto que la sensibilidad fue baja.

Ambos pueden ser métodos viables para la detección de casos de mastitis subclínica en el ganado caprino pero hace falta mayor investigación al respecto.

## INTRODUCCION

El ganado caprino es un recurso útil para producir leche suficiente y así satisfacer las necesidades de consumo de la pequeña familia, gracias a su poca inversión inicial y bajos costos de alimentación y alojamiento, asimismo dicho producto puede ser utilizado para la elaboración de quesos, mantquilla y otros derivados que representan un ingreso para la economía de la misma en países en vías de desarrollo. (10,17)

En los últimos años se ha visto en la caprinocultura una alternativa para producir leche y derivados lácteos a bajo costo en las zonas áridas y semiáridas, las cuales forman gran parte de nuestro territorio. Se han hecho estudios para elevar la calidad y propiedades de la leche de cabra y se dice que está homogeneizada naturalmente, es altamente digestible, por contener glóbulos de grasa butírica más pequeños en promedio, que posee propiedades curativas como por ejemplo en el tratamiento de úlcera péptica y gástrica debido al poder amortiguador que tiene para mantener el nivel ácido-básico en la mucosa gástrica e intestinal, además de ser usada con excelentes resultados en individuos que presentan algún tipo de alergia a la leche de vaca así como en la alimentación de lactantes. (22,17)

Una gran cantidad de leche de cabra es consumida sin tener un proceso de pasteurización previo. La enfermedad más peligrosa transmitida a través de leche de cabra no pasteurizada es la brucelosis, también se pueden presentar intoxicaciones alimenticias causadas por enterotoxinas producidas por Staphilococcus spp. (17)

En la actualidad existe la tendencia a tener rebaños con un gran número de animales y con mayor tecnificación, los cuales tienen como objeto principal la producción de leche. (1,10,18) Lo anterior ha traído como consecuencia un incremento en la necesidad de conocer con claridad los aspectos relacionados con este proceso y los problemas que ocasionan su

decremento, dentro de los cuales se pueden considerar de gran importancia a la mastitis. (23)

Podemos definir a la mastitis como la inflamación de la glándula mamaria que se presenta frecuentemente con diversas etiologías, patogénesis y secuelas en el ganado productor de leche. (8,13,15,16 y 20)

La mastitis produce importantes pérdidas económicas en dichas explotaciones debido a la disminución en la producción láctea, la presencia de residuos de antibióticos en la leche mamaria puede interferir en la elaboración de derivados como son los quesos, incremento en el desecho de animales, costo de servicios veterinarios, medicamentos, animales de reemplazo y prácticas manejo. (10,17)

Según su presentación podemos clasificar a la mastitis en dos tipos:

1.- Mastitis clínica: Este tipo de mastitis es aparente y diagnosticable sin el uso de pruebas o técnicas especiales. Su severidad puede variar desde un estado real de enfermedad con signos como depresión, anorexia, ubre inflamada y caliente, gangrena, necrosis del medio o de la ubre en su totalidad, hasta la muerte. (10,16,17,19)

2.- Mastitis subclínica: No es aparente por lo que para su diagnóstico se requiere de pruebas o técnicas especiales. Su presentación se traduce en un aumento en la cuenta de células somáticas, suero, albúmina, sodio y cloro predisponiendo generalmente a que se presente mastitis clínica, con la consecuente baja en la producción láctea de la glándula mamaria. (5,16,19)

Gusa (10) menciona que la mastitis subclínica puede reducir la producción en un 25%; Amezcua (10) encontró en Celaya, Gto., México en 1981 una prevalencia del 16.3% de mastitis subclínica en cabras ordeñadas mecánicamente. (10)

Con fines diagnósticos cabe señalar que la leche de cabra contiene un

mayor número de células somáticas que la leche de bovino, lo cual se debe a que fisiológicamente el epitelio alveolar de la glándula mamaria de la cabra sufre una mayor descamación que el de la glándula mamaria del bovino; este incremento puede estar presente durante toda la lactación, por lo que es necesario aplicar pruebas que no se basen en el contenido de células somáticas de la leche ya que podemos obtener un número elevado de falsos positivos, clasificándose a esta leche como no apta para el consumo humano y por lo tanto originar pérdidas económicas. (15)

Es común encontrar cuentas altas de células somáticas inclusive cuando el número de leucocitos es relativamente bajo. (15)

## REVISION DE LA LITERATURA

- Evaluacion de las pruebas de diagnostico para mastitis subclinica en cabras lecheras.

Para poder llevar a cabo esta evaluacion es necesario comparar los resultados de las pruebas de diagnóstico con el único diagnóstico seguro de mastitis subclínica, que es el aislamiento de microorganismos causantes de mastitis mediante el análisis bacteriológico de todas las muestras, para obtener de esta forma el número de diagnósticos verdaderos positivos (VP), es decir las cabras diagnosticadas como positivas a mastitis subclínica y que en realidad lo están; el número de falsos positivos (FP), es decir el número de cabras diagnosticadas por la prueba como positivas a mastitis subclínica sin estarlo realmente; el número de verdaderos negativos (VN), que es el número de cabras diagnosticadas como negativas a mastitis subclínica y que realmente lo son y el número de falsos negativos (FN) que son las cabras diagnosticadas como negativas a mastitis subclínica cuando en realidad eran positivas a ella. (9)

Posteriormente con los valores anteriores es posible calcular los siguientes indicadores.

Sensibilidad del diagnóstico de mastitis subclínica (SDMs).-

Es el porcentaje de los animales con mastitis subclínica que fueron diagnosticados como tales por la prueba. Se obtiene dividiendo el número de animales verdaderos positivos entre el total de los animales con mastitis subclínica (VP + FN), por lo que la fórmula es (9):

$$SDMs = \frac{VP}{VP + FN} (100)$$

**Especificidad de la prueba de diagnóstico de mastitis subclínica (EDMa).**-

Es el porcentaje de animales sin mastitis subclínica que fueron detectados como negativos por la prueba. Es el resultado de dividir los verdaderos negativos entre el total de los animales sin mastitis subclínica, (VN + FP), que es igual a (9):

$$\text{EDMa} = \frac{\text{VN}}{\text{VN} + \text{FP}} \quad (100)$$

**Eficiencia global (EG).**-

Es el porcentaje de animales clasificados correctamente por la prueba. Es el resultado de dividir los verdaderos positivos más los verdaderos negativos entre el total de animales analizados y se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula (9):

$$\text{EG} = \frac{\text{VP} + \text{VN}}{\text{VP} + \text{FP} + \text{FN} + \text{VN}} \quad (100)$$

**Valor Predictivo del Diagnóstico de mastitis subclínica (VPDMa).**-

Es la precisión que teóricamente tendrá la prueba para diagnosticar mastitis subclínica en un rebaño con una prevalencia de mastitis subclínica determinada. La precisión de la prueba del diagnóstico de mastitis subclínica depende de la probabilidad de que el animal tenga mastitis subclínica, es decir de la prevalencia de mastitis subclínica en el grupo de animales en los que se aplicará la prueba ya que es posible demostrar que la fórmula:

$$\frac{\text{VP}}{\text{VP} + \text{FP}} \quad (100)$$

se deriva de una fórmula más general (9) que a su vez se deriva del teorema de Bayes (9). Dicha fórmula general es:

$$\begin{array}{c}
 \left[ \begin{array}{c} \text{Sensibilidad Diagnóstico} \\ \text{Mastitis subclínica} \end{array} \right] \quad \times \quad \left[ \begin{array}{c} \text{Prevalencia de} \\ \text{Mastitis subclínica} \end{array} \right] \\
 \hline
 \text{VPDMS} = \\
 \left[ \begin{array}{c} \text{Sensibilidad} \\ \text{Diagnóstico} \\ \text{Mastitis} \\ \text{subclínica} \end{array} \right] \quad \times \quad \left[ \begin{array}{c} \text{Prevalencia} \\ \text{Mastitis} \\ \text{subclínica} \end{array} \right] \quad + \quad \left[ \begin{array}{c} 1 - \text{Especificidad} \\ \text{Diagnóstico de} \\ \text{Mastitis} \\ \text{subclínica} \end{array} \right] \quad \times \quad \left[ \begin{array}{c} \text{Prevalencia} \\ \text{de no} \\ \text{Mastitis} \\ \text{subclínica} \end{array} \right]
 \end{array}$$

Valor Predictivo del diagnóstico de no Mastitis subclínica (VPDNMS).-

Es la precisión que teóricamente tendrá la prueba para diagnosticar no mastitis subclínica en un rebaño con una prevalencia de mastitis subclínica determinada (9). La precisión de la prueba diagnóstica de no mastitis subclínica depende de la prevalencia de no mastitis subclínica ya que es posible demostrar que la fórmula

$$\begin{array}{c}
 \text{VN} \\
 \text{-----} (100) \\
 \text{VN} + \text{FN}
 \end{array}$$

se deriva de una fórmula general (9) que a su vez deriva del teorema de Bayes (9). Dicha fórmula general es:

$$\left[ \begin{array}{c} \text{Especificidad Diagnóstica} \\ \text{Mastitis subclínica} \end{array} \right] \times \left[ \begin{array}{c} \text{Prevalencia de no} \\ \text{Mastitis subclínica} \end{array} \right]$$

VPDMs=

$$\left[ \begin{array}{c} \text{Especificidad} \\ \text{Diagnóstico} \\ \text{Mastitis} \\ \text{subclínica} \end{array} \right] \times \left[ \begin{array}{c} \text{Prevalencia} \\ \text{de no} \\ \text{Mastitis} \\ \text{subclínica} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{c} \text{1- Sensibilidad} \\ \text{Diagnóstico de} \\ \text{Mastitis} \\ \text{subclínica} \end{array} \right] \times \left[ \begin{array}{c} \text{Prevalencia} \\ \text{de} \\ \text{Mastitis} \\ \text{subclínica} \end{array} \right]$$

Solamente es posible saber a ciencia cierta cuáles animales tienen mastitis subclínica y cuáles no en forma retrospectiva (después del análisis bacteriológico) en esta situación al momento de realizar las pruebas diagnósticas no es posible saber si los resultados de las pruebas son falsos o verdaderos, por lo tanto para calcular la precisión de las pruebas no se pueden usar las fórmulas:

$$\frac{VP}{VP + FP} (100) \quad \text{o} \quad \frac{VN}{VN + FN} (100)$$

sino que se tiene que recurrir a la fórmula general, utilizando como probabilidad de que un animal tenga mastitis subclínica, la prevalencia de mastitis subclínica que se ha obtenido en el pasado en experiencias similares. Por esta razón con las fórmulas generales se está prediciendo como se comportará la prueba cuando se tenga cierta probabilidad de mastitis subclínica (9).

### Métodos de diagnóstico de mastitis subclínica.

El diagnóstico de la mastitis en cabras presenta diversos problemas. Este se basa principalmente en el aislamiento del microorganismo infectante y de la determinación de la cuenta de células somáticas presentes en la leche. Los métodos que se utilizan con mayor frecuencia para determinar la cuenta de células somáticas son el conteo celular que se basa en el conteo de partículas y el método llamado fosomático basado en cuantificar la acumulación de DNA. En cabras se recomienda utilizar únicamente métodos que determinen el DNA. En la leche extraída de medias sanas se han reportado rangos de 100 mil células por mililitro a 1 millón 500 mil células por mililitro utilizando el método de conteo de células somáticas. Al encontrarse rangos tan amplios se ha sugerido no utilizar este tipo de métodos en el diagnóstico de mastitis subclínica en cabras lecheras. (17)

Otras pruebas utilizadas para detectar procesos inflamatorios en las ubres caprinas son : determinación de N-acetyl-beta-D-glucosaminidasa (NAGase), antitripsina (ATR) y albúmina en la leche. (17)

Las pruebas que se han utilizado con mayor frecuencia son:

- Prueba de California (4,10,16,17,18,21,22,28,29)
- Conteo celular (10,17,18,25)
- Cuenta de leucocitos (14,15)
- Análisis Bacteriológico (3,4,5,10,11,16,17,18,25,26)

#### A.- Prueba de California:

Esta prueba de campo es utilizada con frecuencia en explotaciones de ganado bovino, es confiable siempre y cuando la persona que la realice tenga experiencia para su interpretación.

Tiene resultados significativamente más bajos que las pruebas de conteo celular y conteo de células somáticas con microscopía directa.

Las masas citoplasmáticas de las células apócrinas no reaccionan con el reactivo de californina.

Esta prueba tiene algunos inconvenientes en el ganado caprino que son:

- a) No distingue leucocitos de células epiteliales.
- b) A la fecha no se cuenta con la suficiente información sobre cuáles son los parámetros para su interpretación en este tipo de ganado.
- c) Consume tiempo al efectuarla si no se tiene experiencia.
- d) Debe ser realizada por personal capacitado o con experiencia dada la subjetividad de los resultados.
- e) Costo constante de adquisición de reactivos. (4,10,15,16,18,21,22,28, 29)

Farnsworth y Sieber en 1979 en trabajos realizados con esta prueba y tomando los parámetros de interpretación utilizados en bovinos publicaron los siguientes resultados:

- Negativos, trazas y grado 1, en cabras se toman como no infección.
- Grados 2 y 3 se recomienda realizar análisis bacteriológicos para aislar a los diferentes agentes presentes y determinar si son flora normal o no y de ser así, determinar a qué géneros pertenecen. (4)

#### B.- Conteo celular:

Esta prueba tiene la desventaja de no diferenciar a los leucocitos de las partículas celulares y a éstos de las células somáticas que son de similar tamaño por lo que no es muy confiable, no es una prueba de campo y requiere de material y equipo especializados así como de personal capacitado. (10,18,25)

#### C.- Cuenta de leucocitos:

Se ha recomendado su uso para diagnosticar problemas inflamatorios en ubres de cabras lecheras con la desventaja de que no es una prueba de campo, requiere de equipo y material especial y personal capacitado.

La muestra se da como positiva al encontrarse valores superiores a 1.5 millones de leucocitos por mililitro de leche, siendo este valor indicativo de una posible inflamación de la ubre. (14,15)

D.- Análisis bacteriológico:

Es una prueba de laboratorio confiable muy utilizada para determinar la presencia de agentes etiológicos causantes de mastitis en la leche de cabras sospechosas.

Esta requiere de medios de cultivo, temperaturas controladas, equipo, personal capacitado y el resultado no es inmediato.

La literatura menciona que los agentes etiológicos aislados con mayor frecuencia de ubres con mastitis son :

Staphylococcus epidermidis.

Staphylococcus aureus.

Streptococcus spp.

Klebsiella spp.

Escherichia coli.

Mycoplasma spp.

Pasteurella spp.

Corynebacterium spp. (3,4,5,10,11,16,17,18,25,26)

E.-Conductividad eléctrica de la leche:

Esta prueba se ha utilizado para diagnosticar mastitis subclínicas en el ganado bovino productor de leche (no se pudo encontrar literatura al respecto en el ganado caprino), se basa en la medición del incremento de iones de sodio y cloro disueltos en la leche al haber un proceso inflamatorio.

El estadio de la lactación y el número de partos no influyen de manera significativa en la conductividad eléctrica de la leche, por lo que es una prueba confiable en bovinos. (6,24)

En esta especie se han realizado trabajos comparando la conductividad eléctrica de la leche y la prueba de conteo celular, resultando como similares en eficiencia. (6,7,24,27)

Fernando et. al. en 1982 publica que con muestras de la primera leche extraída esta prueba tuvo 18% de error, y un 2% con la última leche extraída de la glándula. (6,7)

Se ha encontrado una alta correlación entre la mastitis y la conductividad eléctrica de la leche, lo que hace de esta prueba un método confiable, certero y rápido para detectar infecciones intramamarias en bovinos. (6)

Wheelock y Peaker reportaron que esta alteración en los niveles de sodio y cloro se debe a que los microorganismos dañan las uniones estrechas del epitelio ductal y secretor, provocando la salida de dichos iones de la sangre a la leche y el paso de iones de potasio de la leche al interior de las células manteniéndose la presión osmótica. (10)

En el caso de que la fisiología de las glándulas se vea alterada por alguna causa, la conductividad eléctrica se elevará al mismo nivel en los cuatro cuartos en caso de bovinos. (6)

Anderson (1983) sugiere utilizar otros indicadores de inflamación como son enzimas lácteas, albúmina y conductividad eléctrica de la leche para evaluar la leche caprina. (17)

Wagner (1973) Reportó que la concentración de cloro y hierro en la leche de borrega se incrementan paralelamente al incremento en el resultado de la prueba de california.

No se encontró un estudio que evaluara este tipo de prueba en el ganado caprino, por estas razones resulta importante hacer una primera validación de la prueba de conductividad eléctrica de la leche como método de diagnóstico de mastitis subclínica en ganado caprino.

**HIPOTESIS**

La prueba de la conductividad eléctrica de la leche es un método confiable para el diagnóstico de la mastitis subclínica en cabras productoras de leche.

**OBJETIVO**

Evaluar la eficacia de la prueba de la conductividad eléctrica de la leche, como método diagnóstico de mastitis subclínica en cabras lecheras.

## MATERIAL Y METODOS

El presente estudio se realizó en el Centro Nacional para la Enseñanza, Investigación y Extensión de la Zootecnia "Rancho Cuatro Milpas" de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Para realizar el trabajo experimental se utilizó un lote de 15 cabras, de diferentes razas: con una a cuatro lactaciones, y todas sincronizadas para parir durante el mes de enero.

Se tomaron muestras de leche de cada medio (unidad experimental) mensualmente durante toda la lactancia, que tuvo una duración de 6 meses (de febrero a julio), de la siguiente manera:

-Lavado y despunte de las glándulas:

Para el lavado de la ubre se utilizó agua clorinada y un paño con el objeto de dejar perfectamente limpias y proporcionar un buen apoyo a ambas glándulas, posteriormente cada glándula fue secada individualmente con toallas de papel desechable.

El despunte se realizó utilizando la técnica del paño oscuro.

-Toma de muestra:

La primera muestra fue utilizada para realizar la prueba de conductividad de la leche de la siguiente manera, se tomó una muestra de cada medio (pequeños chorros de aproximadamente 2 ml), se depositaron dentro del medidor de mano fabricado ex-profeso para la prueba "HD-18 MAS-D-TEC"(\*), y se obtuvo la lectura.

La prueba de California se hizo con la segunda muestra, se depositaron aproximadamente 2 ml de leche de cada medio en la paleta para dicha prueba, se agregó el reactivo (\*\*) en la misma cantidad y se interpretó en base al

\* Marca Registrada por Wescor Inc.

\*\* Diagmastin , Lab. Sanyconn S.A. de C.V.

criterio utilizado en bovinos.

Para el análisis bacteriológico se utilizó la tercera muestra desinfectando la punta del pezón con algodón y alcohol al 70% para posteriormente co-lectar la muestra en tubos estériles. Las muestras fueron transportadas al Laboratorio de Bacteriología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, bajo refrigeración a 4 C, para su procesamiento ese mismo día. (\*\*\*)

El análisis bacteriológico de cada una de las muestras tomadas de cada medio, fue realizado utilizando la técnica de Carter, G.R. (2)

Cabe señalar que ninguna de las cabras recibió antibioterapia durante la realización de este estudio por ninguna vía.

El análisis estadístico de la información obtenida en el presente estudio fue evaluada determinando de la sensibilidad, especificidad y eficiencia global de la técnica de acuerdo al método de Galen. (9)

\*\*\* Pérez, J., Vázquez, J.R., Rodríguez, H.C., Miranda, R.E., Romo, A.L. y Nader, E.: Bacteriología y Micología de Laboratorio para Estudiantes de Veterinaria. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F., 1987.

## RESULTADOS

Al revisar los resultados del análisis bacteriológico de todas las muestras de leche recolectadas mensualmente de todos los medios durante los seis meses que duró el experimento se encontró que 31 de las 158 muestras tuvieron crecimientos de colonias lo que indica que hubo un 19.6% de prevalencia de mastitis subclínica, los principales agentes aislados fueron *Staphylococcus aureus* en un 65% de los cultivos y *Staphylococcus epidermidis* en un 35% de las muestras cultivadas.

Al comparar los resultados del análisis bacteriológico con los de la prueba de California e interpretándola con los grados Trazas y Grados 1, 2 y 3 se obtuvieron los resultados que se pueden observar en el cuadro número 1.

Entre más exigente sea el criterio para la prueba la sensibilidad disminuirá y por lo tanto la especificidad aumentará, con la prevalencia que se tuvo el valor predictivo para negativos de la prueba fue siempre arriba del 80%, sin embargo la prueba no tiene un buen valor predictivo para detectar positivos. La eficiencia global fue mayor en el caso del de grado 3 o mayor, en trazas y grados 1 se obtuvo la mayor sensibilidad, 97% y 81% respectivamente, mientras que la especificidad más baja se obtuvo en trazas con un 13%. El valor predictivo para positivos aumenta conforme aumenta el criterio de positividad de la prueba, siendo que en trazas se obtuvo un 21%, en grados 1 un 29%, en grados 2 un 36% y en grados 3 un 42% de valor predictivo para positivos. El valor predictivo para negativos fue disminuyendo a medida que aumentaba el criterio de positividad de la prueba, resultando trazas con 94%, grados 1 con 92%, grados 2 con 87% y grados 3 con 83%. En la gráfica número 1 se observan los porcentajes de sensibilidad, especificidad y eficiencia global de esta prueba.

En el Cuadro número dos se observan los resultados obtenidos al comparar los datos de la prueba de Conductividad eléctrica de la leche y el análisis

bacteriológico. Al comparar los resultados de la prueba de Conductividad eléctrica de la leche se encontraron los siguientes resultados: La especificidad en los 3 criterios es buena y la sensibilidad es baja llegando a 0 (cero) en el criterio de 7 o mayor. En el grado 6 o mayor es donde se obtiene la mejor eficiencia global. El valor predictivo para negativos es prácticamente igual en todos los criterios. El valor predictivo para positivos es mayor en el criterio de 6 o mayor. La eficiencia global fue mayor cuando se tomó como positivos a partir del valor de 6 o mayor en la escala, con un 81% como resultado, el valor predictivo para positivos fue de 55% y el valor predictivo para negativos fue de 83 % en este caso. En la gráfica número 2 se observan los porcentajes de sensibilidad, especificidad y eficiencia global de esta prueba.

## DISCUSION

Los resultados obtenidos por la prueba de California en este estudio no ofrecen una alternativa concluyente, ya que la eficiencia global fue mayor (78%) cuando se obtuvo un grado tres, en relación con la presencia de microorganismos, lo que sugiere la necesidad de medir la cuenta de células somáticas presentes en la leche para poder realizar una comparación con los resultados obtenidos por esta prueba, como se ha realizado en el ganado bovino.

Petterson (21) en uno de sus trabajos realizados con cabras, reporta a la mitad de la lactancia con la prueba de Microscopía Directa (DMC) un total de  $880 \times 10^3$  cel/ml, con la prueba Electrónica de Células (ECC)  $690 \times 10^3$  cel/ml y un resultado de 2.7 en prueba de California. En ubres sanas, reporta que obtuvo un resultado de  $2.1 \pm 0.9$  en la prueba de California,  $620 \pm 210 \times 10^3$  cel/ml en la prueba de DMC y  $780 \pm 240 \times 10^3$  cel/ml en la prueba de ECC. Por otro lado en ubres con mastitis clínica obtuvo con esta prueba utilizando una clasificación de 1 a 5, (Klasioup y Schmidt Madsen), resultados de 5, DMC igual a  $8320 \pm 420 \times 10^3$  y ECC con un resultado igual a  $9770 \pm 300 \times 10^3$  cel/ml. Los grados 1, 2 y 3 fueron considerados como normales a mediados de la lactancia y resultados por arriba de éstos son anormales y agrega que debe ponerse mucha atención en los medios de una misma cabra que tengan conteos celulares diferentes. Asimismo afirma que la cantidad de fragmentos celulares puede alterar los resultados, por lo que los resultados de la prueba de California son muy subjetivos, aunado a la gran variación en la cuenta de células somáticas que se encuentra tanto en ubres sanas como en ubres con mastitis, ya que encontró resultados de 4 y 5 en la prueba de California a mediados de la lactación sin haber evidencias de mastitis, lo cual coincide con los resultados del presente estudio donde la eficiencia global del criterio de positividad de grados 1 fue únicamente

del 58% y la especificidad del 53%, lo cual revela poca capacidad a ese nivel de detección de negativos. En el presente estudio, posterior al primer muestreo una cabra de este estudio murió a causa de mastitis gangrenosa. En el primer muestreo esta cabra resultó negativa a bacteriológico, negativa a Conductividad eléctrica de la leche y trazas en ambos medios en la prueba de California. Pettersen reporta un caso similar en su estudio causado por Staphilococcus aureus y Jasper (16) reporta que este agente es el principal causante de mastitis gangrenosa, desgraciadamente no se pudo realizar el aislamiento del agente causal.

Poutrel (22) afirma que el diagnóstico debe ser realizado por métodos que detecten el DNA, debido al tipo de secreción de partículas citoplasmáticas en la leche de cabras, (secreción apócrina). En dicho estudio se reporta que el 67.4 % de los medios no estaban infectados (negativos a bacteriológico) y de los infectados el 17.5% lo estaban con Staphilococcus coagulasa negativos y fueron aislados Staphilococcus epidermidis, Staphilococcus simulans y Staphilococcus byicus y 15.1 con patógenos mayores, Staphilococcus aureus, Streptococcus sp. y Corynebacterium pyogenes. En el presente estudio 19.6 medios resultaron positivos a bacteriológico. Del 100% de medios infectados el 58.6% lo estaban por Staphilococcus epidermidis, 27.6% Staphilococcus aureus y 13.8% resultaron positivos a ambos agentes, este último dato es interesante ya que de la literatura consultada nadie reporta porcentajes de infección por más de un agente en un mismo medio.

Los agentes aislados en el presente trabajo fueron siempre Staphilococcus aureus y epidermidis lo que concuerda con Hinckley, Jasper, Manser y Pettersen (14,16,17,18,21).

Poutrel en el mismo estudio obtuvo comparando la prueba de Coulter Counter, el Método Fosomático de cuenta celular y la prueba de California, que al

inicio y mediados de la lactancia el 63% de los medios positivos a Staphilococcus aureus tuvieron resultados de CMT iguales o mayores a 2, en comparación con el 16% de los no infectados. El 41% de los medios estaban infectados con Staphilococcus epidermidis y tuvieron resultados de 1 en la prueba de California. Concluye que si se elevan los resultados en la prueba de California, también lo hace la cuenta de células somáticas en los dos métodos con los que él trabajó y que el 85% de los medios infectados fueron detectados cuando CMT mayor o igual a 1, pero nunca realizaron la validación de las pruebas.

Foutrel (22) afirma que la respuesta de la glándula a una infección es mayor en la cabra que en la vaca. Varios autores que él cita en su artículo reportan que los resultados de conteos celulares de glándulas afectadas por Staphilococcus coagulans negativo no varían con los no infectados, pero dicho autor encontró el doble de células, por lo que concluye que hay que realizar mayores estudios al respecto.

Hinckley (15) por su parte en un estudio relacionado con cuenta de leucocitos obtuvo los siguientes resultados: de 379 muestras el 58% tuvieron un resultado elevado en el número de células somáticas y de las 379 sólo el 35% indicaron mastitis por su número elevado en leucocitos. En vacas si se incrementa el número de células somáticas se incrementa también el de leucocitos, sin embargo 37% de las muestras de estas cabras tuvieron elevados conteos totales (células somáticas y leucocitos) sin haber indicación de inflamación, por lo que, reporta este autor, la leche de cabra puede tener un mayor conteo de células somáticas sin haber infección que esté indicada por una cuenta de leucocitos mayor. En un estudio previo reporta que de 61% de 750 muestras que fueron consideradas mastíticas el 47% fueron negativas a bacteriológico. En otro estudio utilizando la prueba de leucocitos con 750 muestras 61% fueron consideradas como mastíticas, no pudiéndose en

contrar en el 47% de estas bacterias involucradas, en otro estudio con 759 muestras el 39% fueron consideradas como positivas a mastitis y de éstas el 19% no fueron específicas bacteriológicamente. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en el presente estudio donde, tomando como criterio de positividad los grados 1, se obtuvo una especificidad del 13%.

En su estudio *Mastitis in Dairy Goats*, D.E. Jasper (16), afirma que los niveles de leucocitos en una glándula normal son de 200 a 500 mil/ml y que cuando existe una infección el número se eleva por arriba del millón 500 mil y que valores de 500 mil a 1.5 millones de leucocitos por ml deben considerarse como sospechosos. En este trabajo concluye que la prueba de California es igualmente útil en cabras que en vacas y reporta que cuando se obtienen resultados negativos o trazas con esta prueba la glándula se encuentra normal, cuando el resultado es 1 es sospechoso y que grados 2 y 3 deben ser considerados como posible mastitis subclínica, lo cual no concuerda con los resultados de Poutrel (22), donde el 85% de los medios infectados fueron detectados como grados 1 o mayores por la prueba de California. Por otro lado Jasper (16) explica que la prueba de California mide el grado de inflamación y que el análisis bacteriológico mide el grado de infección y que como ambos procesos son dinámicos no siempre dan los mismos resultados, prueba de esto dice, que al final de la lactancia la cuenta de células somáticas parece ser mayor y que este resultado no significa que deba haber infección por lo que los grados 2 y 3 deben considerarse como sospechosos, lo que muestra que deben realizarse mayores estudios tomando en cuenta la fase de lactación. Con respecto a la prevalencia de infección se tiene poca idea de cuál sea ésta en el ganado caprino productor de leche, y que difiere mucho entre rebaños como también la naturaleza de la infección. Asimismo es importante considerar que la eficiencia global de cualquier prueba diagnóstica dependerá de la prevalencia existente en el

rebaño. En lo que respecta a los principales agentes infecciosos Jasper (16), afirma que *Staphylococcus* es el principal agente causal de mastitis y que estas pueden ir desde ligeras hasta severas e incluso provocar estados crónicos y que en ocasiones en este tipo de estados es imposible aislar al agente.

Hinckley (14) en su trabajo sobre cuenta de células somáticas realizó un estudio tomando en cuenta edades y fase de lactación, lo cual en el presente trabajo no se tomó en cuenta. El incremento de células durante la lactancia afirma, fluctúa aún sin haber patógenos presentes y que entre el segundo y cuarto mes es mayor ese incremento. Reporta que hay una relación inversa entre producción láctea y conteo celular, desgraciadamente en el presente estudio no se contempló el peso de la producción durante los muestreos. Concluyó que durante su estudio la cuenta de leucocitos siempre excedió los 1.5 millones aún sin haber infección, lo que concuerda con los resultados del presente trabajo que por ejemplo, al tomar como criterio de positividad a los grados 1 de la prueba de California 60 de las 158 muestras resultaron falsos positivos. Lo anterior difiere con las conclusiones de Jasper(16).

El uso de la conductividad eléctrica de la leche como método viable para detectar mastitis subclínica en el ganado bovino, ha sido reportado en la literatura. Fernando y colaboradores (7) en 1980 reportaron 96% de precisión para detectar vacas con patógenos primarios (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis* y Coliformes), 47.8% para patógenos secundarios (*Staphylococcus epidermidis*, *Micrococcus* y *Corynebacterium bovis*) y 91.4% de precisión para identificar vacas no infectadas mediante esta técnica. Este último dato se acerca al obtenido en el presente trabajo, donde esta prueba obtuvo un 96% de especificidad con el criterio de positividad de 6. Posteriormente en otro trabajo reportaron un 100% de precisión para iden-

tificar vacas no infectadas, vacas infectadas por patógenos primarios y vacas infectadas por patógenos secundarios, al realizar los muestreos posteriores al ordeño. Fernando, Spahr y Jasper (6) reportaron que la precisión de la prueba de conductividad eléctrica, así como la medición del contenido de sodio y cloro en la leche fueron mayores que la de otras variables (potasio, lactosa, albúmina sérica bovina y el conteo de células somáticas) en estudios en vacas. Esta precisión en la detección y la adaptabilidad de hacerlo ya sea manual o automáticamente en la sala de ordeño, indica que la prueba de conductividad eléctrica de la leche tiene un gran potencial para la detección de mastitis subclínica (6). Al utilizar la prueba de conductividad eléctrica de la leche, Fernando y colaboradores (6) obtuvieron 11.2% de falsos positivos y 15.5% de falsos negativos. En el presente trabajo y considerando como positivos a todas aquellas muestras que resultaran con valores iguales o superiores a 6 en el MAS-D-TEC (que fue donde se obtuvo la mayor eficiencia global de la prueba con 81%), el porcentaje de falsos positivos fue de 3.1% y el de falsos negativos de 15.8%, por lo que estimamos que este es el nivel a partir del cual deben de tomarse como positivas las muestras.

En su estudio Manser (18) midió los niveles de sodio en la leche. Concluye que son un buen indicador de infección en la glándula mamaria. Como el aparato utilizado en el presente estudio basa su lectura en la conductividad que dan a la leche los iones disueltos en ella y dado que el sodio se encuentra entre estos iones, conduce a pensar que este método es viable para la detección de mastitis subclínica en el ganado caprino a pesar de que los resultados obtenidos en el presente estudio no son concluyentes, en cuanto a la eficiencia global de la prueba.

Fernando y colaboradores (7) en su trabajo sobre Conductividad Eléctrica de la leche en bovinos obtuvieron los siguientes resultados, 73 de 368 cuartos

estaban infectados, 33 cuartos con *Staphilococcus aureus*, 11 con *Streptococcus uberis*, 9 con coliformes, 23 con micrococcus. En vacas no infectadas la conductividad de la leche antes del ordeño fue ligeramente menor a la de después del mismo. Concluyen que la conductividad eléctrica aumenta al haber presente una infección. La Conductividad eléctrica de muestras infectadas con patógenos primarios fue mayor en muestras obtenidas después del ordeño que en aquellas analizadas antes del mismo.

En el presente trabajo no se evaluó la diferencia en la conductividad eléctrica de la leche de muestras obtenidas antes del ordeño y de aquellas obtenidas después del mismo, por lo que es conveniente realizar estudios al respecto.

En el trabajo de Sheldrake y colaboradores (24), se afirma que la probabilidad de clasificar erróneamente los cuartos fue menor para la concentración de células somáticas, lo que no podemos afirmar en el presente trabajo por la imposibilidad de medir esta variable. Para discriminar cuartos infectados por *Staphilococcus aureus* de cuartos libres de infección, la probabilidad de clasificarlos erróneamente reporta Sheldrake (24) al medir la concentración celular, fluctuó de 8 a 20% entre hatos. A este respecto en el presente trabajo se obtuvieron 18% de falsos positivos y 8.8% de falsos negativos en la prueba de California. Para la conductividad eléctrica de la leche la probabilidad de clasificarse erróneamente fluctuó entre 22 y 32%; en el presente trabajo se obtuvo 3.1% de falsos positivos y 15.8% de falsos negativos en la prueba de Conductividad eléctrica.

Gutiérrez (12), en su trabajo afirma que la prueba de Conductividad eléctrica (CE) de la leche resultó ser mejor detectando casos subclínicos de mastitis que la prueba de California (CMT) y que la de Wisconsin (WMT), obtuvo una sensibilidad para la prueba de CE de 96.91%, de 93.21% para CMT y de 90.12% para la prueba de WMT. La especificidad para la prueba de CE fue

de 100%, de 80% para CMT y de 90.43% para WMT. La eficiencia global de la prueba de CE fué del 98.19%, de 87.73% para CMT y de 90.25% para WMT. Estos resultados fueron obtenidos tomando el criterio de positividad de 5 o mayor en la escala del mismo aparato utilizado en el presente estudio.

Por todo lo anteriormente comentado y después de haber analizado los resultados del presente trabajo se puede concluir que se requiere de mayores trabajos de investigación de las diferentes pruebas existentes y sería interesante realizarlos tomando en cuenta el estado de lactación, ya que parece ser que hay diferencias en la composición de la leche durante la lactancia y dependiendo de los niveles de producción. Por otro lado se requiere realizar la evaluación del contenido celular de la leche de cabra, utilizando métodos que diferencien las células somáticas de los leucocitos. La utilización de la cuenta de leucocitos parece ser un método para la detección de casos de mastitis subclínica pero hace falta mayor investigación al respecto, asimismo hace falta realizar estudios para fijar los niveles de iones disueltos en la leche durante la lactancia. El análisis bacteriológico de la leche es el único método seguro para saber si hay o no presente una infección en la glándula mamaria. Con respecto a la prueba de conductividad eléctrica de la leche, sería interesante fijar las concentraciones de iones en la leche de cabra durante los diferentes estadios de la lactación y en presencia y ausencia de mastitis, para así poder hacer un aparato capaz de medir dichos niveles según sea el caso.

Hace falta mayor información al respecto de estas pruebas en el ganado caprino pero se puede decir que en lo particular, la prueba de conductividad eléctrica de la leche ofrece una alternativa útil y práctica para la detección de mastitis subclínica en los sistemas de producción de ganado caprino, dedicados a la obtención de este alimento, por lo que es conveniente continuar evaluando su eficiencia en esta especie animal.

## LITERATURA CITADA

- 1.- Avila, S., Ruiz, H., Amezcua, A., Domínguez, M. y Hurley, D.P. Prueba de California para mastitis en cabras durante las diferentes fases de lactación. Memorias del VIII Congreso Nacional de Higiene Veterinaria. Veracruz, Ver. 1982. 429-433. Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos y Pequeños Rumiantes. Veracruz, Ver. (1982).
- 2.- Carter, G.R.: Diagnostic Procedures in Veterinary Bacteriology and Microbiology. 3rd. ed. Charles Thomas, Springfield, Illinois. 1979.
- 3.- DaMassa, A.: Recovery of *Mycoplasma agalactiae* from mastitic goat milk. J. Am. vet. med. Ass., 183: 548-549 (1983).
- 4.- Dulin, A., Paape, H. and Schultze, W.: Effect of stage of lactation and intramammary infection on concentration of somatic cells and cytoplasmic particles in goat milk. J. Dairy Sci., 65 Suppl. 1: 85-86 (1982).
- 5.- Farnsworth, R. and Sieber, R.: Mastitis: prevention and control. Dairy Goat J., 12-14 (1979).
- 6.- Fernando, R.S., Spahr, S.L. and Jaster, E.H.: Comparison of electrical conductivity of milk with other indirect methods for detection of sub-clinical mastitis. J. Dairy Sci., 68: 449-456 (1985).
- 7.- Fernando, R.S., Spahr, S.L. and Rindsig, R.B.: Electrical conductivity of milk for detection of mastitis. J. Dairy Sci., 65: 659-664 (1982).
- 8.- Flores, R.: Manual de Mastitis Bovina. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1988.
- 9.- Galen, R.S. and Gambino, S.R.: Beyond Normality: The Predictive Value and Efficiency of Medical Diagnoses. John Wiley and Sons, New York, 1975.
- 10.- García, J.F.: Evaluación de la producción (kg) y composición química (grasa butírica, lactosa, sólidos totales, sólidos no grasos, humedad, densidad, cenizas), de la leche de cabra bajo sistema semilextensivo. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de

México. México, D.F., 1988.

- 11.- Grootenhuis, G.: Milk cell count in machine milked dairy goats. Vet. Q., 2: 121-123 (1980).
- 12.- Gutiérrez, G.A.: Comparación de la Conductividad eléctrica de la leche con las pruebas de California y de Wisconsin en la detección de mastitis subclínica en vacas Holstein. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.f., 1990.
- 13.- Hermesen, P.J.: Little changes can cause highcounts. Hoard's Dairyman. 133: 849 (1988).
- 14.- Hinckley, L.: Somatic cell count in relation to caprine mastitis. Vet. Med. small anim. clin., 78 : 1267-1271 (1983).
- 15.- Hinckley, L. and Williams, L.: Diagnosis of mastitis in goats. Vet. Med. small anim. clin., 76: 711-712 (1981).
- 16.- Jasper, D.: Mastitis in dairy goats. Dairy Goat J., 57 : 68-72 (1979).
- 17.- Maisi, P.: Diagnostic problems in subclinical mastitis of small ruminants. Department of Clinical Sciences College of Veterinary Medicine.: Helsinki, Finland (1991).
- 18.- Manser, P.: Prevalence, causes and laboratory diagnosis of subclinical mastitis in the goat. Vet. Rec., 118: 552-554 (1986).
- 19.- Hickerson, S.C.: Control de la Mastitis. Holstein Association , Brattleboro, Vermont, 1987.
- 20.- Pérez, D.M., Castillo, R.F., Campos, R.V. y Murillo, S.E.: Manual sobre Glándula Mamaria. Pérez, D.M. , Texcoco, México, 1983.
- 21.- Fettersen, K.: Cell content in goat's milk. Acta Vet. Escand., 22 : 226-237 (1981).
- 22.- Poutrel, B. and Lerondello, C.: Cell content of goat milk: California mastitis test, coulter counter, and fossomatic for predicting half in-

fection. J. Dairy Sci., 66 : 2575-2579 (1983).

23.- Ruiz, E.: Mastitis caprina, estudio recapitulativo. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. , 1989.

24.- Sheldrake, R.F. , Hoare, R.J. T. and McGregor, G.D.: Somatic cell count, electrical conductivity and serum albumin concentration for detecting bovine mastitis. J. Dairy Sci., 66 : 548-555 (1983).

25.- Sheldrake, R., Hoare, R. and Woodhose, V. : Relationship of somatic count and cell volume analysis of goats and milk to intramammary infection with coagulase negative staphylococci. J. Dairy Res., 48: 393-403 (1981).

26.- Spencer, J., Hiberstain, E.L. y Barajas, J.A.: Diagnóstico Microbiológico. School of Veterinary Medicine. University of California. Davis, California, 1974.

27.- US Department of Health, Education, and Welfare: Screening Tests for the Detection of Abnormal Milk. U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Washington, DC, 1965.

28.- Weacor, Inc. : MD-18 Mas-D-Tec: Mastitis Detector Instruction Manual. Weacor, Inc., Logan, Utah, 1984.

29.- West Agro, Inc. : Mastitis Desk Reference: Udder Health: Mastitis Prevention and Control. West Agro, Inc., Kansas City, 1980.

**CUADRO NUMERO UNO**

Evaluación de la prueba de california para diagnosticar  
mastitis subclínica en ganado caprino

Valores obtenidos	T6>	16>	26>	36>
+BACT	31	31	31	31
+CMT	140	85	45	19
VP	30	25	17	8
FP	110	60	30	11
VN	17	67	97	116
FN	1	6	14	23
Sensibilidad	97%	81%	55%	26%
Especificidad	13%	53%	76%	91%
EficienciaGlobal	30%	58%	72%	78%
VPP	21%	29%	36%	42%
VPN	94%	92%	87%	83%

+BACT= Positivo Bacteriológico.

+CMT= Positivo Prueba California.

VP= Verdaderos Positivos.

FP= Falsos Positivos.

VN= Verdaderos Negativos.

FN= Falsos Negativos.

VPP= Valor Predictivo para Positivos.

VPN= Valor Predictivo para Negativos.

**CUADRO NÚMERO DOS**

Evaluación de la prueba de conductividad eléctrica de la leche para diagnosticar mastitis subclínica en ganado caprino

Valores obtenidos	56>	66>	70>
+BACT	31	31	31
+CE	24	11	2
VP	9	6	0
FP	15	5	2
VN	112	122	125
FN	22	25	31
Sensibilidad	29%	19%	0%
Especificidad	88%	96%	98%
PrecisiónDx+	38%	55%	0%
PrecisiónDx-	84%	83%	80%
EficienciaGlobal	77%	81%	79%
VPP	38%	55%	0%
VPN	84%	83%	80%

+BACT= Positivo Bacteriológico.

+CE= Positivo Prueba Conductividad eléctrica.

VP= Verdaderos Positivos.

FP= Falsos Positivos.

VN= Verdaderos Negativos.

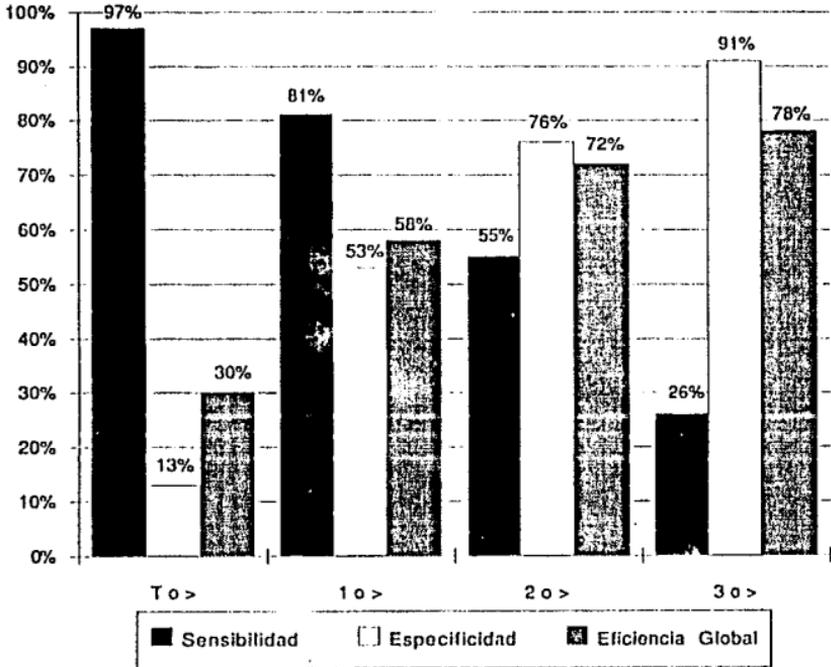
FN= Falsos Negativos.

VPP= Valor Predictivo para Positivos.

VPN= Valor Predictivo para Negativos.

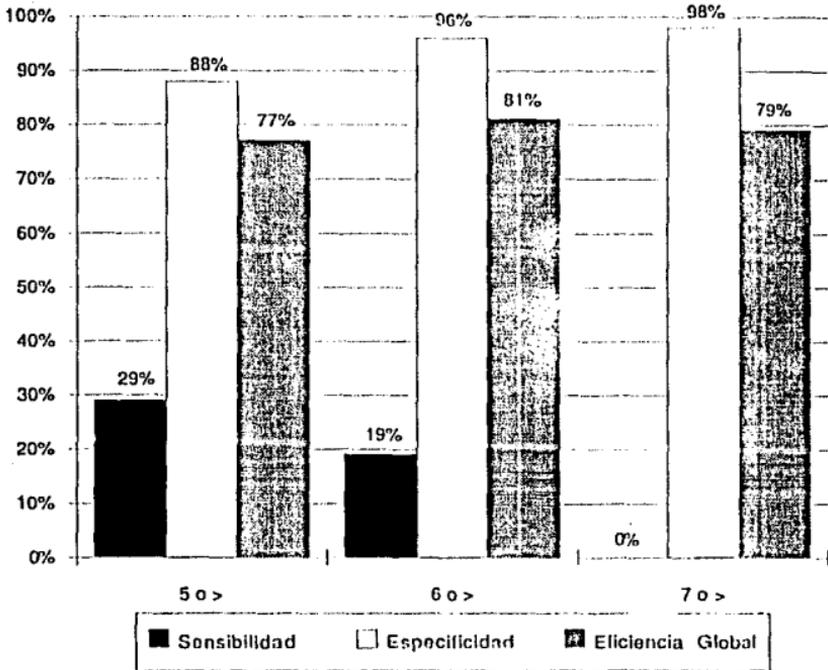
GRAFICA UNO

PORCENTAJE DE SENSIBILIDAD, ESPECIFICIDAD Y EFICIENCIA GLOBAL DE LA PRUEBA DE CALIFORNIA



GRAFICA DOS

FORCENTAJE DE SENSIBILIDAD, ESPECIFICIDAD Y EFICIENCIA GLOBAL DE LA PRUEBA DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA



## FE DE ERRATAS

*En la página 17 que lleva como título "Resultados" en el primer párrafo donde dice Staphilococcus aureus en un 65% de los cultivos y Staphilococcus epidermidis en un 35% de las muestras cultivadas debe decir Staphilococcus aureus en un 35% de los cultivos y Staphilococcus epidermidis en un 65% de las muestras cultivadas.*