

EVALUACIÓN DE LOS EQUIPOS DE ORDEÑO Y SUS IMPLICACIONES EN LA PRESENTACIÓN DE MASTITIS BOVINA EN EL ALTIPLANO CUNDIBOYACENSE.

Calderón A¹, Donado P², Jiménez G³, García G¹, García F².

¹Programa Regional Pecuario Corpoica, Tibaitatá. ² Programa Nacional de Investigación en Salud Animal Corpoica, Ceisa.

³ Departamento Técnico Resurge Ltda, CentroChia.

Recibido: 17-06-03; Retornado para modificación: 05-11-03; Aprobado: 14-11-03

RESUMEN

Se realizó una evaluación estática y dinámica de los requerimientos de vacío en 37 equipos de ordeño de acuerdo con las recomendaciones del consejo de fabricantes de equipos de ordeño de los Estados Unidos (MMMM), en las microrregiones de la Sabana de Bogotá y los Valles de Ubaté y Chiquinquirá. La capacidad de remoción de aire de las bombas fue suficiente en el 32% de los equipos y los reguladores cumplieron las normas de ubicación y capacidad en el 27% de los equipos. El funcionamiento adecuado de los pulsadores se registró en el 95% de los equipos. La pulsación neumática fue la más común con una frecuencia del 65%. Se determinaron fluctuaciones mayores a 2" de Hg o 7 kPa en la punta del pezón en el 76% de los equipos. Solamente el 24% de los equipos siguieron las recomendaciones de los fabricantes para el cambio de las pezoneras. En el 87% de los equipos se presentaron diversas formas de sobreordeño y el mantenimiento periódico se llevó a cabo sólo en el 35% de los equipos.

Palabras claves: Evaluación, estática, dinámica, equipos de ordeño.

MILKING MACHINE EVALUATION AND THEIR IMPLICATIONS IN MASTITIS BOVINE IN THE PLANE CUNDIBOYACENSE.

ABSTRACT

Dynamic static evaluation and vacuum requirements were realized in 37 milking machines according to recommendations of the manufacture council of the United States. The study was carried out in Sabana de Bogotá, Valleys of Ubaté and Chiquinquirá. Air removal capacity was good in 32% machines and ubication and capacity from regulator was good in 27% machines. Pulsation was adequate in 95% machines. Pneumatic pulsation was more common, with a 65% of frequency. In 76% the milking machines were determined fluctuations greater to 2" Hg or 7 kPa in the teat tip. Only 24% of the machines were according to recommendations from manufacture council for nupple change. Different forms overmilking were determined in 87% machines. Periodic maintenance was realized in 35% machines.

Keys words: Evaluation, static, dinamyc, milking machine.

¹ alcaran1@yahoo.com

² fgarciaastro@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El equipo de ordeño, es un conjunto de componentes que interactúan entre sí para lograr obtener la mayor cantidad de leche de vacas sanas en el menor tiempo posible sin afectar la calidad, ni cantidad de leche producida y sin alterar el estado fisiológico de la ubre (Jiménez, 1998). Los sistemas básicos en un equipo de ordeño son: vacío, pulsación, extracción de leche, conducción de leche, medición de leche y de lavado (Arango, 1998).

Los componentes más importantes del sistema de vacío son: la capacidad de la bomba, la eficiencia del regulador, el diámetro de la tubería principal de vacío y del sistema de pulsación (Philpot y Nickerson, 2002). La bomba es la encargada de crear la fuerza negativa (vacío) y debe estar dimensionada para remover la cantidad de aire planeada y no planeadas dentro del sistema, permitiendo así mantener la presión establecida (Jiménez, 1998). La Sociedad Americana de Ingenieros Agrónomos (ASAE), recomienda que la capacidad de la(s) bomba(s) en un equipo con descarga a cantina debe ser de 17 pies cúbicos por minuto (CFM) (482 litros/minuto) más 2 CFM (57 lts/min) adicional por cada unidad de ordeño. A estos cálculos debe sumarse los requerimientos de vacío de los elementos adicionales como reguladores de vacío lubricados por aire, sistemas de retrolavado y puertas operadas por vacío entre otros (MMMC, 1993). El regulador es una válvula que mantiene el vacío necesario por medio de entradas de aire o cierre de estas entradas, el tamaño debe ser igual o superior al de la capacidad de la(s) bomba(s) de vacío y debe ubicarse sobre la línea principal de vacío cerca de la trampa sanitaria. (Philpot y Nickerson, 2002). La línea principal de vacío, va desde la bomba de vacío a la trampa sanitaria cerca del recibidor de leche, las recomendaciones de la industria establecen que la diferencia del nivel de vacío a lo largo de toda la conducción no exceda las 0.6 pulgadas de mercurio ("de Hg) o 2.0 kilopascales (Kpa). (1" de Hg = 3,38 Kilopascales) (MMMC, 1993). El vacuómetro permite revisar el nivel de vacío en la línea de pulsación y debe ubicarse al final de la línea de pulsación para permitir su lectura, deben ser calibrados periódicamente para garantizar su funcionamiento correcto (Arango, 1998; Philpot y Nickerson, 2002).

El sistema de pulsación esta formado por los pulsadores, los cuales se encargan de suministrar aire o vacío a intervalos de tiempo dentro del espacio que hay entre el casquillo y la pezonera para formar un ciclo de pulsación, conformando así las fases de ordeño y masaje. En la fase de ordeño, el pulsador cierra el paso del aire y el nivel de vacío se restablece en el espacio entre el casquillo y la pezonera, expandiéndose la

pezonera dentro del casquillo para empezar a fluir la leche. En la fase de masaje, el pulsador dirige aire al espacio entre el casquillo y la pezonera, golpeando el pezón y haciendo un masaje sobre este de manera que la diferencia de presiones entre el vacío dentro de la pezonera y el aire a presión atmosférica fuera de ella, hace que ésta se contraiga. Este proceso de ordeño – descanso – ordeño continua hasta que se logra extraer la leche de la ubre (Surge, 1992; MMMC, 1993).

Los componentes principales del sistema de conducción de leche son: unidades de ordeño, líneas de leche y recibidor. La línea de leche debe tener un diámetro de 2 pulgadas para un equipo de 4 unidades de ordeño, de 2.5 pulgadas de diámetro para un equipo de 6 puestos y de 3 pulgadas de diámetro para equipos de 9 o más unidades de ordeño (MMMC, 1993). Para que el flujo de leche y del agua de lavado sean los adecuados, la pendiente de la línea de leche debe ser de por lo menos de 1 pulgada (2,54 centímetros) por cada 10 pies (3.15 metros) para tuberías de acero inoxidable y de 1.5 pulgadas por cada 10 pies para tuberías de vidrio (Philpot y Nickerson, 2002).

La frecuencia de pulsación, determina la duración de las fases de ordeño y descanso, se expresa por ciclos/minuto y se establece de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes considerándose que las tasas de pulsación están entre 45 y 70 ciclos/minuto, tasas mayores de pulsación no incrementan necesariamente la velocidad del ordeño (Surge, 1992; MMMC, 1993; Rebhum y cols., 1995). El diámetro de la tubería de pulsación debe ser de 2 pulgadas en equipos hasta de 14 unidades de ordeño y de 3 pulgadas de diámetro para equipos con más de 14 unidades de ordeño (MMMC, 1993).

El sistema de extracción de la leche está integrado por la unidad de ordeño, línea de conducción de leche, unidad final, trampa sanitaria y la bomba de leche (Jiménez, 1998; Ramírez, 1998). La unidad de ordeño consta de 4 ensambles de caucho que son las pezoneras, las que deben reemplazarse frecuentemente de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes con base en el material usado para su fabricación y el número de ordeños (Surge, 1992). Prácticas como mover, halar o colocar pesos a la unidad de ordeño mientras se realiza la extracción de leche no son recomendables, pues ocasionan entradas de aire que desestabilizan el nivel de vacío, predisponiendo a la diseminación de infecciones entre los diferentes cuartos de una misma vaca por un efecto de aspersión o "spray" que hace que gotitas de leche ya extraídas, avancen en dirección contraria al flujo de la leche golpeando los pezones e incluso penetrando por el canal hasta el interior del pezón, efecto que es conocido como impacto de leche (Blowey y Edmonson, 1995; Philpot y Nickerson, 2002). Las entradas

se dan como consecuencia de un manejo inadecuado de la unidad, caída accidental de la unidad de ordeño, al poner o al quitar la unidad, efectos que pueden presentarse solos o combinados fomentando así la aparición de la mastitis (Blowey y Edmonson, 1995; Ponce de León, 1995). La tendencia ha llevado a la industria a desarrollar los retiradores automáticos, que al detectar un descenso en el flujo por un breve lapso de tiempo, cortan el vacío y retiran la unidad de ordeño (Jiménez, 1998).

El mantenimiento periódico de los equipos es esencial para tener un excelente rendimiento mecánico, mejoran la velocidad de ordeño y hacen más eficiente el control de la mastitis (Philpot y Nickerson, 2002). Para determinar el funcionamiento del equipo se realizan las pruebas estáticas y dinámicas. Las pruebas estáticas se realizan con la máquina funcionando pero no ordeñando (sin vacas), fluyendo vacío a través del equipo e incluyen la evaluación de los niveles de vacío y sus fluctuaciones en diversos puntos del equipo, la capacidad estandar de remoción de la(s) bomba(s) de vacío se evalúa a 15" de Hg y la eficiencia del regulador evaluada mediante la relación del porcentaje de la reserva efectiva y la manual, mediciones que se realizan con el sensor del regulador conectado y desconectado respectivamente (Jiménez, 1998; Ramírez, 1998). Las pruebas dinámicas se realizan con el equipo ordeñando normalmente (con vacas) y constituyen los mejores indicadores del rendimiento de cualquier sistema e incluyen la estabilidad de vacío en la línea de leche, vacío de ordeño en la punta del pezón y chequeo de las fases de pulsación (Jiménez, 1998; Ramírez, 1998).

El objetivo de este trabajo fue determinar el funcionamiento de los equipos de ordeño por medio de pruebas dinámicas y estáticas. Además, comparar los requerimientos y las normas con las mediciones efectuadas y determinar las fallas presentadas en los equipos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron 37 equipos de ordeño en las microrregiones de la Sabana de Bogotá y los Valles de Ubaté y Chiquinquirá, mediante pruebas estáticas y dinámicas. Las mediciones estáticas se realizaron con un medidor de flujo (flowmeter) y con la ayuda de un vacuómetro electrónico y/o Duncam. Las pruebas dinámicas se efectuaron con la ayuda del Tri-scan³ (Jiménez, 1998; Ramírez, 1998).

RESULTADOS

La mayoría de los especialistas coinciden en que la medición de vacío más importante es la que se realiza en la unidad de ordeño durante el pico de flujo máximo de leche. El nivel medio debe oscilar entre 11.5 a 12.5 " Hg o 38.9 a 42.4 kPa. El caudal de vacío (lts/min) de acuerdo a los anteriores requerimientos, resultó ser suficiente en el 33% e insuficiente en el 67% de los equipos (Figuras 1 y 2, respectivamente).

La eficiencia de los reguladores se calificó adecuada cuando el valor obtenido de la relación entre la reserva efectiva y la manual fue del 90% o superior a este valor, encontrándose como adecuada tan sólo en el 27% de los equipos.

Las fluctuaciones de vacío medidas a la salida del colector (vacío punta del pezón) en el flujo máximo de leche no deben exceder las 2" de Hg (7 kPa) para equipos de líneas bajas y 3" de Hg (10 kPa) para equipos de líneas altas. Las fluctuaciones de vacío en la punta del pezón por encima de la norma permitida se presentaron en el 76% de los equipos evaluados (Figura 3).

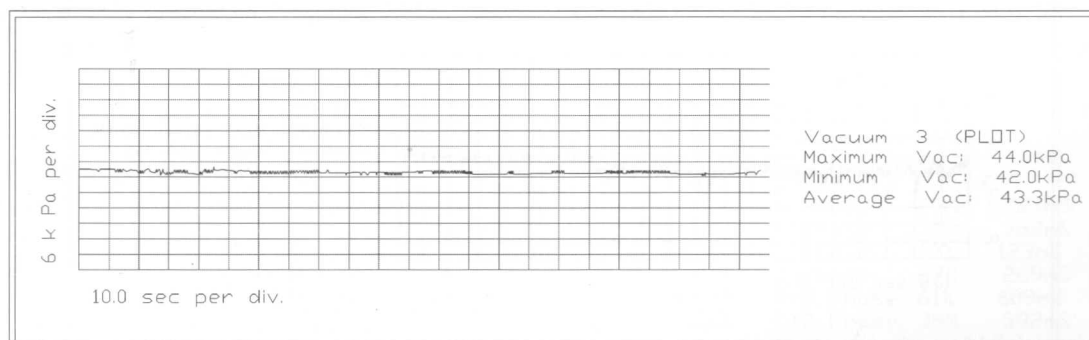


Figura 1. Nivel de vacío suficiente y estable en la punta del pezón

³ Equipo exclusivo de Surge para evaluar el funcionamiento de equipos de ordeño

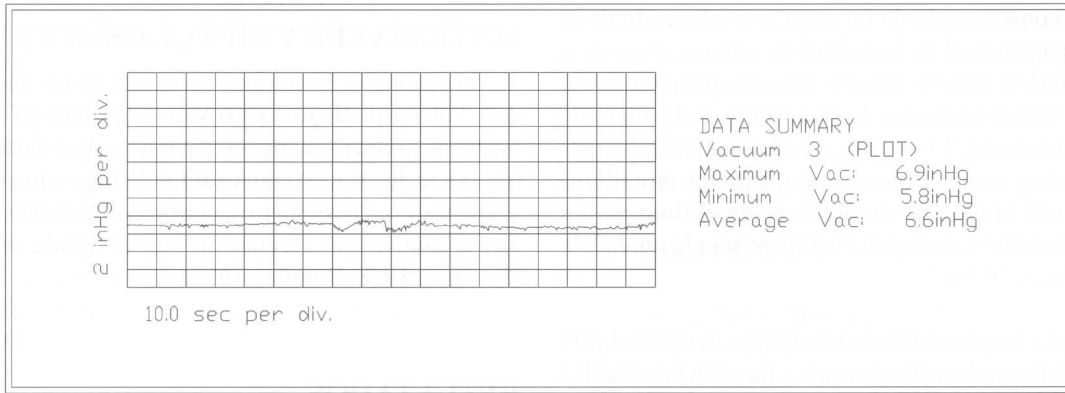


Figura 2. Nivel de vacío insuficiente en la punta del pezón

Los operarios colocaron las unidades de tal forma que permitieron la entrada de aire al sistema en el 73% de los equipos, lo que posiblemente contribuyó a que el nivel de vacío fuera inestable, presentándose como consecuencia fluctuaciones de vacío superiores a la norma establecida (Figura 3) y la posible presentación de impactos de leche.

Una vez colocadas las unidades, es importante la correcta alineación de las pezoneras, aspecto que se observó en el 43% de las fincas evaluadas, si las unidades no cuelgan alineadas, los cuartos no se vaciarán al mismo tiempo (Philpot y Nickerson,2002).

En el 2.7% de las fincas las vacas fueron escurridas a mano luego del ordeño con la máquina, esta práctica se hizo de manera correctiva debido a que el propietario era consciente de que su bomba de vacío no suministraba el caudal suficiente y se hizo con el fin de reducir la cantidad de leche que quedaba después de retirar las unidades.

El retiro de las pezoneras en un equipo (2.7%) fue realizado con retirador automático, mientras que en otro equipo (2.7%) se dio por conocimiento empírico de la producción o dando golpes en el cántaro para determinar su nivel (forma indeseable). En el 27% de los equipos el retiro de las pezoneras se dio por visualización por parte del operario del fin del flujo de la leche en el colector y por el descenso de la perilla del Duo vac⁴ en el 24.6% de los mismos. La función del Duo vac es disminuir la presión en la punta del pezón al final del ordeño y que el operario luego retire la unidad. Este accesorio acortó la fase de pulsación pero mantuvo la presión constante en la punta del pezón al finalizar el ordeño (Figura 4). Un mal funcionamiento del Duo vac es debido a la falta de calibración periódica y esta falla contribuye al ordeño en seco o sin leche en el colector.

El sobreordeño se presentó en el 87% de las fincas y fue originado por diversas causas como ordeño en seco, sobremanipulación de la unidad y la realización de masajes en la

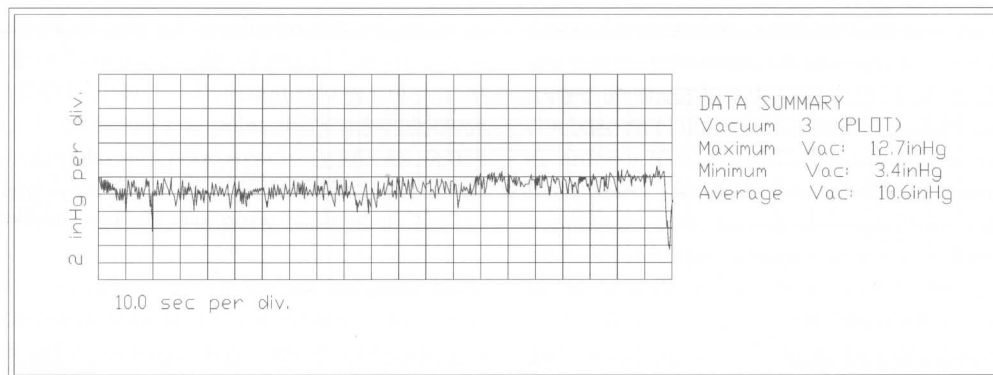


Figura 3. Nivel de vacío con fluctuaciones de más de 2" Hg.

⁴ Sistema de Alfa Laval que disminuye el riesgo de sobreordeño.

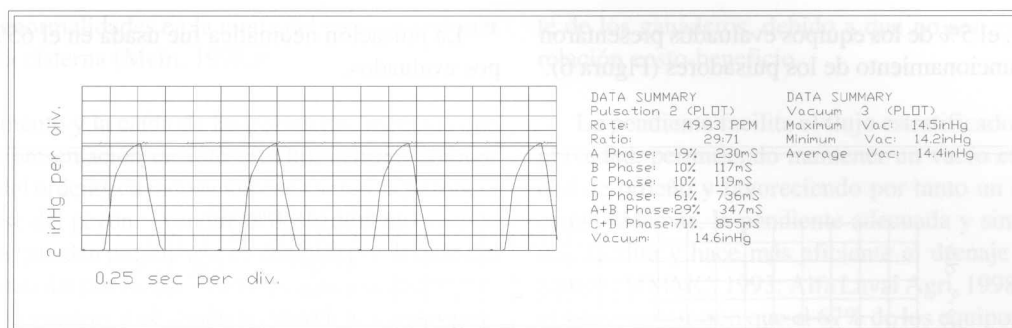


Figura 4. Vacío constante y acortamiento de fases de pulsación por acción del Duo Vac.

ubre, aunque el hecho más comúnmente encontrado fue la combinación de las anteriores prácticas. Lo anterior, se debió a fallas presentadas en el Duo vac, así como también a que el retiro de las pezoneras dependió de observar el colector por parte de los ordeñadores. Estos aspectos deben estar de acuerdo con el número de unidades por ordeñador y el diseño del ordeño, ya que influyen en la práctica del sobreordeño. En los equipos evaluados, se encontró un ordeñador por cada 4 a 6 unidades, recomendación válida para diseños tandem o espina de pescado, los cuales se observaron en un 32% de los diseños, pudiendo ser esta una de las razones por las cuales en el 16% de los equipos se observó el ordeño en seco de las vacas (sobreordeño).

Al evaluar el cambio de las pezoneras de acuerdo a la recomendación de los fabricantes, dada según el número de ordeños, solamente en el 24% de los equipos se cumplió con dicha recomendación.

El mantenimiento periódico una vez al año fue realizado en el 35% de los equipos evaluados. En los sitios donde se realizó el mantenimiento en forma periódica, la tendencia encontrada fue trimestralmente en 1 equipo (7.8%), semes-

tralmente en 8 equipos (61.5%) y anualmente en 4 equipos (30.7%). El personal que efectuó el mantenimiento de los equipos fue idóneo en el 77% de los casos.

En el 65% de los equipos no se efectuó un mantenimiento periódico y este porcentaje tan alto deja en evidencia un número importante de hatos que subestiman el efecto del funcionamiento del equipo sobre la eficiencia del ordeño y la incidencia de mastitis.

La pendiente de la línea de leche hacia la unidad final, fue adecuada en el 63% e inadecuada en el 37% de los equipos evaluados.

La relación del diámetro de la línea de leche y el número de unidades fue adecuada en el 47% de los equipos, mientras que en el 53% restante no cumplieron esta condición. La norma referente a la relación entre el número de unidades de ordeño y el diámetro de la línea de pulsación se cumplió en el 60% de los equipos.

Un adecuado funcionamiento de los pulsadores fue encontrado en el 95% de los equipos (Figura 5).

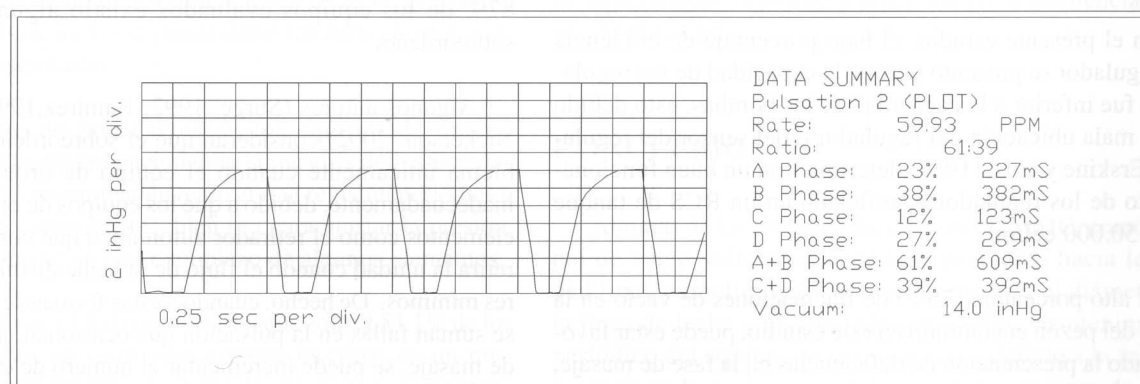


Figura 5. Pulsación que muestra sus cuatro fases.

Por otro lado, el 5% de los equipos evaluados presentaron un inadecuado funcionamiento de los pulsadores (Figura 6).

La pulsación neumática fue usada en el 65% de los equipos evaluados.

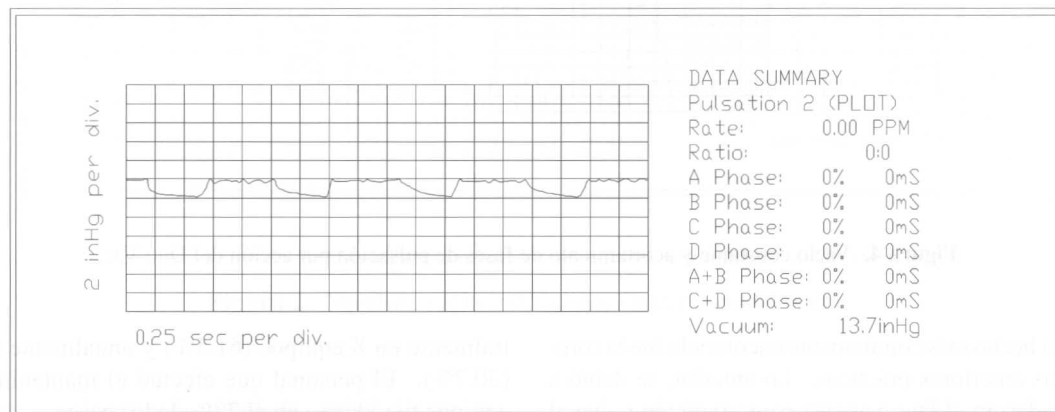


Figura 6. Pulsación anormal.

DISCUSIÓN

La tendencia mayoritaria encontrada en los equipos analizados (67%) respecto a un insuficiente caudal de vacío, puede ser debido a que los ganaderos no son asesorados por personas expertas en la compra del equipo y generalmente se deciden por equipos de menor costo que no cumplen los requerimientos para el número de unidades instaladas. Erskine y cols. (1987), determinaron que cuando se cumplieron los requerimientos de vacío, el 78.6% de los hatos presentaron recuentos de células somáticas (RCS) $\leq 150,000$ cel/ml, mientras Cassel y cols. (1994) hallaron que una de las recomendaciones que oponía más resistencia por los ganaderos fue la instalación de una bomba de vacío de capacidad suficiente para el número de unidades instaladas, debido a sus altos costos.

En el presente estudio, el bajo porcentaje de eficiencia del regulador se presentó porque la capacidad de los reguladores fue inferior a la capacidad de las bombas, esto debido a una mala ubicación del regulador o del sensor del regulador. Erskine y cols. (1987) determinaron un buen funcionamiento de los reguladores, reflejado en un RCS de tanque de $\leq 150,000$ cel/ml.

El alto porcentaje (76%) de fluctuaciones de vacío en la punta del pezón encontrado en este estudio, puede estar favoreciendo la presentación de deficiencias en la fase de masaje, así como traumas en el esfínter. Si estas fluctuaciones son irregulares, se presentan escurrimientos y/o caídas de las

pezoneras que favorecen la propulsión de microorganismos desde el conducto hacia la cisterna del pezón por medio de los golpes de leche (Jarret, 1984; Francis y Sumner 1987; CNM, 1990; Erskine, 1992; MMMC, 1993; Blowey y Edmonson, 1995; Rebhum, 1995).

La práctica de una correcta alineación de las pezoneras, facilita el flujo normal y equilibrado de la leche en los 4 cuartos haciendo por tanto más eficiente y rápido el ordeño. Retenciones mayores a 500 o 600 mililitros (mls) de leche en un número importante de vacas pueden ser debidas a una deficiente alineación de las unidades (MMMC, 1993; Alfa Laval Agri, 1998). Retenciones de leche superiores a estos valores no se encontraron en el presente trabajo debido a que en el 87% de los equipos evaluados existió alguna forma de sobreordeño.

Algunos autores (Surge, 1992; Ramírez, 1995; Philpot y Nickerson, 2002) consideran que el sobreordeño es un problema únicamente cuando el equipo de ordeño funciona inadecuadamente, debido a que los equipos de ordeño poseen elementos como el retirador automático que corta el vacío y retira la unidad cuando el flujo de la leche disminuye a valores mínimos. De hecho, cuando a estas formas de sobreordeño se suman fallas en la pulsación que ocasionan una fase corta de masaje, se puede incrementar el número de cuartos infectados (Blood y Radostits, 1989; Mein y cols., 1986 citado por Mein, 1998a). Igualmente, el sobreordeño puede aumentar la

incidencia de anomalías en la punta del pezón y lesionar el epitelio de la cisterna (Mein, 1998a).

El deslizamiento y la caída de las pezoneras, aspectos que fueron de alta presentación en este estudio, ocurren comúnmente al final del ordeño, cuando la ubre se vacía y la pezonera "trepa" a la base del pezón. Aunque el deslizamiento y caída de las pezoneras pueden presentarse en cualquier momento del ordeño, se pueden dar por razones como pezones mojados, forma del pezón, pezoneras mal alineadas, distribución del peso de la unidad en la ubre no adecuada, mal diseño de las pezoneras (boca de la pezonera amplia y de labios delgados) y deficiencias en el nivel de vacío (Alfa Laval Agri, 1998; Mein, 1998b). Los altos porcentajes de resbalamiento y caída de las unidades encontrados en este estudio, se pueden deber a que sólo el 33% de las bombas de vacío produjeron un adecuado nivel de vacío para mover todos los elementos instalados.

La importancia de los resbalamientos y las caídas reside en que permite la entrada de aire al sistema, generando fluctuaciones de vacío que ocasionan el impacto de gotas de leche en el esfínter del pezón, los cuales pueden penetrar incluso al interior de la glándula mamaria, favoreciendo la infección (Ponce de León, 1995; Mein, 1998b; Alfa Laval Agri, 1998).

Las pezoneras son la parte del equipo de ordeño que entran en contacto directo con los pezones de la vaca. Su correcto diseño y funcionamiento favorece la higiene, evitando lesiones y logrando un ordeño más eficiente (Alfa Laval Agri, 1998).

En nuestro medio, el cambio de las pezoneras se hace por un tiempo fijo sin tener en cuenta la recomendación de los fabricantes. Rebhum (1995) determinó que ciertos aspectos como el escurrimiento de pezoneras, succión de aire, trepado a la base de la ubre, sobreordeño, congestión y trauma en los pezones, están relacionados con el diseño y vida útil de las pezoneras. Alfa Laval Agri (1998) afirma que una de las causas de ordeños incompletos (retenciones de leche mayores a 500 o 600 mls de leche) se puede deber también al empleo de pezoneras desgastadas.

El consejo de fabricantes de los equipos de ordeño (MMMC) y el consejo nacional de la mastitis de los Estados Unidos (CNM) recomiendan realizar una revisión periódica a los diferentes componentes, bien sea para ajustar la presión, las fases de pulsación o el reemplazo de algunos elementos.

Cassel y Cols. (1994) encontraron que sólo el 54.1% de los hatos evaluados en su estudio estaban inscritos en un programa de mantenimiento al equipo de ordeño y que esta recomendación es una de las que más resistencia presenta por par-

te de los ganaderos, debido a que no son conscientes de su relación costo-beneficio.

La pendiente facilita el flujo estratificado (aire/leche) por gravedad, permitiendo mantener un vacío estable en la unidad de ordeño y favoreciendo por tanto un ordeño más eficiente; además, la pendiente adecuada y sin espacios muertos, facilita y hace más eficiente el drenaje y el lavado del equipo (MMMC, 1993; Alfa Laval Agri, 1998). Cassel y cols. (1994) encontraron que el 67% de los equipos de ordeño evaluados contaron con una pendiente adecuada en la línea de leche, valor muy similar al encontrado en el presente estudio.

El desconocimiento de aspectos importantes como la relación del diámetro de la línea de leche y el número de unidades (53% de los equipos evaluados en este estudio presentaron una relación inadecuada), puede ser debido a que los ganaderos reciben una deficiente asesoría para la compra del equipo de ordeño, primando más el aspecto económico que el técnico y en donde se instala con frecuencia un número mayor de unidades, con respecto a la capacidad de la bomba de vacío.

El cumplimiento en el 60% de los equipos analizados de la relación entre el número de unidades de ordeño y el diámetro de la línea de pulsación, puede ser debido a que se han venido cambiando las líneas de pulsación, antes instaladas en tubería galvanizada por tubería de PVC, este cambio ha tenido gran aceptación por su bajo costo.

El bajo porcentaje encontrado (5%) respecto a un inadecuado funcionamiento de los pulsadores, puede ser debido a fallas en el mantenimiento o a la presencia de partículas de polvo que dificultan las entradas planeadas al sistema.

El alto porcentaje (65%) en el uso de pulsación neumática encontrado se debe posiblemente al bajo costo de esta pulsación con respecto a la pulsación eléctrica y además, presenta mayor exactitud y precisión en la frecuencia y fases de pulsación.

CONCLUSIONES

Algunas de las recomendaciones del MMC, como caudal de vacío suficiente, adecuada pendiente hacia la unidad final, cumplimiento de la relación entre el diámetro de la línea de leche y las unidades de ordeño, mantenimiento periódico del equipo, no se cumplieron debido a la falta de asesoría en la compra e instalación de los equipos de ordeño, ya que en muchos casos el ganadero decide la compra

por el aspecto económico, desconociendo la importancia del aspecto técnico.

Aunque no se evidenció el golpe de leche, es posible que se esté presentando debido a las fluctuaciones de vacío en la punta del pezón (por las entradas de aire al sistema), sobremanipulación de las unidades, falta de relación entre las líneas de vacío y el número de las unidades de ordeño. Lo anterior, puede estar contribuyendo a una mayor presentación de mastitis contagiosa.

Las diversas formas de sobreordeño encontradas en este estudio están ampliamente difundidas en la zona de estudio, debido a la creencia que con esta práctica se pueden corregir las fallas presentadas en el funcionamiento de los equipos de ordeño.

Los ganaderos no son conscientes de la importancia de una revisión periódica del equipo de ordeño por parte de técnicos idóneos. Es posible que las altas prevalencias de mastitis encontradas en las fincas estudiadas se deban a este factor, como consecuencia del continuo desgaste de los equipos y que la mayoría de éstos tienen más de 10 años de servicio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alfa Laval Agri. Ordeño Profesional. 34 pp, 1998.
2. Arango D. Memorias: Farmacoterapia de la Vaca Lactante, Mastitis y Calidad de la leche. Equipos de ordeño, Recomendaciones sobre el uso de equipos de ordeño. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 1998.
3. Blood DC and Radoostits OM. Veterinary Medicine. 7th Edition. Baillière Tindall. 24-28 Oval Rod London, NW1 7DX. 1502 pp, 1989.
4. Blowey R and Edmonson P. Control in Dairy Herds, An illustrated and Practical Guide. Farming Press Books. Wharfedale Road, Ipswich 4LG, United Kingdom. 196 pp, 1985.
5. Cassel EK, Vough L R, Valner MA, Eickelberger RC, Manspeaker TE, Stewar T L E, Douglas LW, and Peter R R. A demonstration project of interdisciplinary dairy herd extension, advising finded by industry and user. 3 Impact on management practices. J. Dairy Sci. 77: 2461-476, 1994.
6. Consejo Nacional de Mastitis (CNM). Consejos Actuales de Mastitis Bovina. 3ª Edición. 2829 Walton Commons West, Suite 131, Madison Wisconsin, U.S.A. 47 pp, 1990.
7. Erskine RJ, Eberhart RJ, Hutchinson LJ, and Spencer SB. Herd management and prevalence of mastitis in dairy herds with high and low somatic cell counts. J Am Vet Med Assoc 190: 1411-1416, 1987.
8. Erskine RJ, Wilson RC, Riddell R G, Tyler JW, Aspears HJ, and Davis BS. Intramammary administration of gentamicin as treatment for experimentally induced *Escherichia coli* mastitis in cows. Vet Rec 53: 375-381, 1992.
9. Francis PG and Sumner J. Understanding mastitis control. Central Veterinary Laboratory. SVC Report series. No. 1. ADAS. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. 25 pp, 1987.
10. Jarret JA. Mechanical milking and its relationship to mastitis. Vet Clin North Am: Large Animal Practice. 349-360, 1984.
11. Jiménez G. Sistema de ordeño. Resurge, Ltda. Chía. 8 pp, 1998.
12. Mein GA. Rutina de Ordeño, Memorias: Fisiología y fisiopatología de la lactancia y el ordeño. 1º Seminario Internacional. Gerenciamiento de operaciones para obtener leche bajo los parámetros de calidad total. Pergamino, Argentina. 85-89 pp, 1998a.
13. Mein GA. Máquina de Ordeño y Mastitis, Memorias: Fisiología y fisiopatología de la lactancia y el ordeño. 1º Seminario Internacional. Gerenciamiento de operaciones para obtener leche bajo los parámetros de calidad total. Pergamino, Argentina. 97-102 pp, 1998b.
14. Milking Machine Manufacturers Council (MMMC). Maximizing the milk harvest. A council of the equipment manufacturers institute.49 pp, 1993.
15. Ponce de León EJ. Nuevas normas ISO sobre máquinas de ordeño para la mejora en el control de la mamitis. VII Jornada Técnicas sobre el ganado bovino. XII Reunión de técnicos especialistas en mamitis. Expoaviga'95. 687-703 pp, 1995.
16. Philpot y Nickerson. Ganado la lucha contra la mastitis. Westfalia Surge, Inc y Westfalia Landtechnik GmbH. Naperville, Illinois, 60563, USA y Werner-Habig-Straäe 1,Germany. 192 pp, 2002.
17. Ramírez ZA. La Evaluación del Sistema de Ordeño Mecánico. Universidad de Puerto Rico. Servicio de Extensión Agrícola. Colegio de Ciencias Agrícolas. Presentado durante el Consejo Panamericano de Control de Mastitis y Calidad de la Leche, Yucatán, Marzo 23-27. Mérida, México. 1-8 pp, 1998.
18. Rebhum WC, Guard C and Richards C M Disease of Dairy Cattle. United States. Lea and Febiger. 308 pp. 1995.
19. Surge International. Produciendo Leche de Calidad. Conceptos básicos de funcionamiento del equipo de ordeño. Babson Bros. Co. USA. 34 pp, 1992.