

01621
89

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO



FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

"CAPACIDAD Y EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS PARA
ORDEÑO MECANICO EMPLEADOS EN LOS HATOS
LECHEROS UBICADOS AL SUR DEL D. F."

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA
P R E S E N T A :
EDITH VIEYRA AVILA

ASESORES: SALVADOR AVILA TELLEZ MVZ, MSc.
J. IGNACIO SANCHEZ GOMEZ, MVZ. EPA.
ABNER J. GUTIERREZ CHACEZ, MVZ. MC.



MEXICO, D.F.

2003



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

- Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo intelectual.

NOMBRE: Verónica Arriaga
Edith

FECHA: 24-Septiembre-03

FIRMA: Edith

**ESTE TRABAJO FORMA PARTE DE LA
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
CLAVE 85.4: MASTITIS EN RUMIANTES.**

DEDICATORIA:

A mis hijos: Emilio y Edgar lo mas importante que tengo en la vida.

AGRADECIMIENTOS:

A mis Padres, Ana Ursula Avila Téllez y Mauro Vieyra Botello, por su apoyo y estímulo para concluir este trabajo.

A Evaristo Rodríguez González, participe del mismo sentimiento.

A la familia García Durán, en especial al Ingeniero Agrónomo Simón García Durán por el haberme permitido desarrollar parte de esta investigación con el ganado y equipo empleado para el ordeño.

A los Productores de la cuenca Lechera de Xochimilco, quienes brindaron su incondicional apoyo para la realización del trabajo de campo.

Al Departamento de Producción Animal: Rumiantes, por su apoyo y confianza.

A mis asesores, MVZ Salvador Avila Téllez; MVZ J. Ignacio Sánchez Gómez y MVZ Abner J. Gutiérrez Chávez.

Al jurado, MVZ Arturo Olguin y Bernal, MVZ Mario Medina Cruz, MVZ Ramón Gasque Gómez, MVZ Pedro Cano Celada y MVZ Salvador Avila Téllez, por sus acertados comentarios.

**Gracias
Edith Vieyra Avila**

CONTENIDO

1.0	Resumen	1
2.0	Introducción	3
3.0	Materia y métodos	6
4.0	Resultados	8
5.0	Discusión	10
6.0	Literatura citada	13
7.0	Cuadros.....	15

1.0 RESUMEN

VIEYRA AVILA EDITH. Capacidad y eficiencia de los equipos para ordeño mecánico empleados en los hatos lecheros ubicados al sur del D. F. (bajo la dirección del MVZ. Salvador Avila Téllez, MVZ José Ignacio Sánchez Gómez y, MVZ. Abner Josué Gutiérrez Chávez).

En México, en hatos pequeños, es frecuente encontrar falta de mantenimiento en los equipos para ordeño lo que conlleva a un trabajo deficiente de los mismos. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento de los equipos para ordeño mecánico en la región del Ajusco y en la cuenca lechera de Xochimilco, DF, considerando las características y eficiencia de las máquinas ordeñadoras. Se registraron las características de los modelos de las máquinas ordeñadoras, comprendiendo los modelos de las bombas para vacío, su capacidad y eficiencia con respecto al número de unidades ordeñadoras. En cada unidad para ordeño, se registró el modelo de pulsación, capacidad en mililitros de los sifones; en las pezoneras; se estudió el modelo, características, especificaciones y condición física, determinando la resistencia del material de estas y el número de ordeños realizados al momento de tomar la información. La eficiencia del equipo a nivel de copa para ordeño, se realizó considerando: frecuencia de pulsaciones por minuto, relación ordeño a reposo, niveles de vacío durante ordeño. Con los resultados se calculó la fuerza disponible para permitir masaje al pezón y, por último el tiempo de recuperación de vacío cuando fue provocado artificialmente la caída de este. De las máquinas ordeñadoras estudiadas 5 correspondieron a modelos portátiles transportables y 2 a modelos fijos trabajando con 2 y 3 unidades ordeñadoras en cubetas respectivamente. Seis bombas para vacío fueron de aspas rotorarias y una con bomba de pistón, todas lubricadas con aceite; de estas 57% resultaron con un desplazamiento de aire equivalente a 6 ft^3 por minuto a 15 "Hg , el 43% restante con 4, 7 y 12 ft^3 por minuto, respectivamente. El número de pulsaciones por minuto varió de 55-66. Los colectores o sifones para leche resultaron con capacidades que variaron de 20 a 150 ml. Todas las pezoneras fueron de una sola pieza, calificadas de boca ancha, y al momento de tomar la información presentaron de 35 a 9855 ordeños por pezonera. En 6/7 máquinas ordeñadoras las pezoneras resultaron en mal estado y la resistencia al colapso varió de 1.1 a 2.6 "Hg . La onda de aire pulsado (A+B) resultó entre 29-62 tiempos de ordeño y la de descanso (C+D) de 38-71 tiempos. En 5/7 máquinas ordeñadoras se identificaron fluctuaciones de vacío en el interior del tubo corto para leche de las pezoneras; en dos máquinas las fluctuaciones se repitieron en forma constante durante todo el ordeño. La recuperación de la caída de

vacío provocada, resultó para las 7 máquinas ordeñadoras con un requerimiento en tiempo de 10 a 17 segundos. En conclusión, los equipos portátiles con dos cubetas con bombas rotatorias, resultaron con una reserva efectiva de 6 ft³ / minuto a 15" Hg, suficientes para lograr un adecuado comportamiento de las unidades ordeñadoras. En el 43% de las máquinas ordeñadoras las pezoneras resultaron con un número de ordeño superior a lo recomendado. En equipos con bombas para vacío que resultaron con deficiente desplazamiento de aire, se presentaron frecuentes alteraciones en la caída de aire pulsado y constantes fluctuaciones de vacío a nivel de pezonera.

2.0 INTRODUCCIÓN.

Los primeros intentos para ordeñar ganado con un equipo mecánico, se realizaron mediante la inserción de tubos por el meato del pezón para forzar la apertura del músculo del meato, permitiéndose el flujo de la leche, este instrumento se manufacturó en madera, plumas, plata, y fueron comercializados desde mediados del siglo XIX y XX.¹

Durante el último tercio del siglo XIX aparece en el mercado un nuevo dispositivo para extraer la leche, que consistió en una cánula que en su parte distal contaba con una válvula que permitía cerrar la abertura, mismo que ocasionó fuertes problemas de contaminación de la leche, diseminación de enfermedades y debilitamiento y lesiones del meato del pezón.¹

Para 1878, se dieron avances en el método de ordeño, estos consistían en un juego de cánulas elaborados en plata, que terminaban en un tubo de hule que conducía la leche a un bidón, sin embargo la comunidad ganadera le dio poco valor a esta innovación.¹

En aquellos tiempos, aparecieron básicamente dos ideas para la obtención de la leche de forma mecánica. La primera, pretendió imitar el modo de como el hombre realizaba la práctica de ordeño manual (dispositivo de presión mecánica); y la segunda procuró semejar el proceso de amamantamiento que realiza el becerro cuando se alimenta de forma natural. Después de varios años de difusión y discusión sobre ambos métodos de extracción de la leche, se determinó que el método de succión era el más indicado. Se tiene conocimiento de que los primeros equipos mecánicos para ordeño que funcionaban con vacío, consistían en una larga copa de goma (gutapercha) que se colocaba sobre la ubre completa la cual estaba conectada a una bomba manual. Otro modelo de equipo con dispositivo de vacío fue puesto en el mercado por Colvin en 1860 siendo la primera máquina ordeñadora que contaba con 4 pezoneras conectada a una bomba que era operada por una palanca, la cual fue aceptada por la comunidad de ganaderos, a juzgar por las 1500 máquinas vendidas en Inglaterra. Sin embargo, estos equipos por la forma de extraer la leche, exponían a los pezones a un vacío constante lo que causaba congestión de los mismos. Al respecto, Babcock, (1892), mencionó que el empleo de las máquinas ordeñadoras traía como resultado una pobre

calidad de la leche obtenida y se reducían los parámetros productivos en estos animales, mencionado por Van Vleck, 1998.¹

Durante las últimas tres décadas del siglo XIX se dieron numerosos avances en modelos de equipos de ordeño, como ejemplo la máquina de Mehring, donde dos vacas podían ser ordeñadas al mismo tiempo y cuya bomba para vacío era operada con el pie del ordeñador.¹

Fue en la última década de los 1800, cuando aparece la máquina de Thistle, que contaba con una fuente de vacío generada por una bomba de vapor, en la cual se observó por primera vez un pulsador, el cual fue probado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica (USDA) y aceptado para las máquinas ordeñadoras en 1898.¹

Al paso del tiempo, cobró mayor importancia el ordeño mecánico y se desarrollaron cambios tecnológicos obligados por una mayor demanda de leche y una menor disponibilidad de buenos ordeñadores.¹

Sin embargo, Arnold, (1892), enfatizó sobre el gran valor que tenía un buen ordeño manual en el desarrollo de la ubre y además advirtió contra los problemas que podía provocar la máquina ordeñadora (mencionado por Van Vleck, 1998).¹

Avila y cols., (1978), en un estudio realizado en unidades de producción lechera ubicadas en el altiplano de México, mencionan que existe una correlación positiva entre la eficiencia del equipo para ordeño mecánico y la ausencia de casos clínicos de mastitis.² De tal manera que la máquina ordeñadora puede ser un medio que propicie la presentación de mastitis y pueda afectar la calidad de la leche, ya sea por el uso inadecuado del equipo. Algunas fallas mecánicas pueden ser ocasionadas por los modelos de bomba para crear vacío, produciendo alteraciones en la presión de vacío, número de pulsaciones, mal funcionamiento de los pulsadores, y de los accesorios de hule o silicón (pezoneras, tubos cortos y largos de leche y aire) en mal estado, entre otros indicadores de eficiencia de la unidad para ordeño mecánico.^{3,4}

En nuestros días, es frecuente observar la falta de personal y/o capacitación del mismo para la operación de los equipos, un inadecuado mantenimiento y escasa disponibilidad de refacciones, lo que se traduce en un trabajo poco eficaz e ineficiente de los equipos para ordeño.

Hipótesis

En los modelos y marcas de equipos para ordeño mecánico, empleados en pequeñas unidades de producción lechera de la Cuenca de Xochimilco y de Santo Tomás Ajusco, D.F., se encuentran diferencias en los indicadores de eficiencia obtenidos a nivel de unidad para ordeño con respecto a los parámetros establecidos en la literatura especializada.

Objetivo general

Evaluar equipos para ordeño mecánico utilizados en diferentes unidades de producción de la región del Ajusco y de la cuenca lechera de Xochimilco, DF, en donde se consideraron las características del equipo y la eficiencia de su funcionamiento.

3.0 MATERIAL Y MÉTODOS.

El trabajo se desarrolló en unidades de producción ubicadas en la cuenca lechera de Xochimilco y en el poblado de Santo Tomás Ajusco, D.F. localizados a 19°16' latitud norte y 99°06' longitud oeste, a 2,240 msnm, en una región templada con temperatura anual que oscila entre 3 y 26°C, con precipitación pluvial de 700-800 mm anuales y un clima tipo C (W0)(w) B(1'), presente en las dos zonas.⁵

En cada unidad de producción, se registró el número y modelo de la (s) máquina (s) ordeñadora (s), tipo de motor para activar la bomba de vacío, modelo y capacidad de desplazamiento de aire de la bomba y el número de unidades ordeñadoras integradas al equipo.

De la bomba para crear vacío, se evaluó después de 10 minutos de haber arrancado el motor, la cantidad de pies cúbicos de aire desplazados por minuto a una presión de 15 pulgadas de mercurio, empleando un medidor de desplazamiento de aire,⁶ siguiendo la metodología descrita por Smith, *et al.*, (1978).⁶

De cada unidad para ordeño, se registró el modelo de pulsación (uniforme o alternada) y el número de pulsaciones por minuto. Del sifón para ordeño, se midió la capacidad de éste en mililitros, utilizando una jeringa calibrada en mililitros. Con respecto a las pezoneras, se utilizó un vernier para medir el diámetro de la boca (mm), además, se determinó la condición física (buena o mala, sucia o limpia), número de ordeños y resistencia al colapso (pulgadas de mercurio), según la metodología descrita por Smith *et al.*, (1978),⁶ Avila y col; (2001).⁷

La eficiencia del equipo a nivel de copas para ordeño, se registró antes de iniciar el ordeño de la vaca y un minuto después de iniciado el ordeño, se identificó: el número de pulsaciones por minuto, el tiempo para ordeño, la relación ordeño (A+B) a descanso (C+D) en onda de aire pulsado y el nivel de vacío en tubo corto para leche, donde se identificó toda alteración del nivel de vacío durante el ordeño, empleando para esto un registrador doble de vacío⁸ trabajando a velocidad rápida. Con los resultados de los registros anteriores, se calculó la fuerza

⁵ DeLaval, Kansas City, Missouri 64153-1296, phone number +1 816-891 7700. www.delaval-us.com

⁶ Delco Dairy Equipment Testing Co., P.O. Box 144, San Jose, Calif:

disponible para proveer masaje al pezón, según la metodología descrita por Smith *et al.*, (1978).⁶

Previo al ordeño de la vaca, se determinó el tiempo requerido para la recuperación del nivel de vacío cuando fue provocado artificialmente la caída de este. El procedimiento se realizó con el equipo en funcionamiento sin colocar la unidad en la vaca, cerrando la boca de las pezoneras y en una de estas, se procedió a registrar el nivel de vacío al nivel de tubo corto para leche, permitiendo posteriormente la entrada de aire por 5 segundos por la boca de una de las pezoneras e inmediatamente se cerró y se registró el tiempo requerido para que el nivel de vacío registrado por el equipo² empleado a velocidad lenta, alcanzara la presión inicial.⁷

Se integró y evaluó la información obtenida realizando el análisis descriptivo con base en parámetros preestablecidos por Noorlander, (1973), Smith, (1978), y Thiel and Dodd, (1979), mencionado por Avila, (2001).⁷

4.0 RESULTADOS.

Se analizaron 7 máquinas ordeñadoras, evaluando elementos mecánicos característicos de los modelos portátiles. De estas máquinas, cinco correspondieron a modelos portátiles y dos a modelos fijos. Todas ellas movidas por un motor eléctrico y trabajando con dos o tres unidades ordeñadoras (Cuadro 1) (Figura 1).

De las siete bombas para vacío que se identificaron, seis correspondieron a bombas de modelo con aspas rotorarias y una con bomba de pistón (hato 04); de las cuales 57% (4/7) resultaron con un desplazamiento de aire equivalente a 6 pies cúbicos por minuto, el 43 % restantes (3/7) con 4, 7 y 12 pies cúbicos por minuto, respectivamente (Cuadro 2) (Figura. 2).

El análisis de las unidades para ordeño mostró que el 86% (6/7) estuvieron equipadas con pulsadores hidroneumáticos alternos, y el equipo restante fue mecánico, uniforme, correspondiendo a la máquina equipada con bomba de pistón. En estas unidades para ordeño el número de pulsaciones por minuto varió de 55 a 66 (61 ± 3) (Cuadro 3) (Figura. 3).

En el caso de la máquina ordeñadora provista con bomba de pistón, se encontró que el sifón (colector) para leche tuvo una capacidad de 40 ml. Comparativamente en 5/7 máquinas ordeñadoras la capacidad del sifón fue de 150 ml, y en la unidad restante el sifón presentó una capacidad para 20 ml (Cuadro 3) (Figura 3).

Con respecto a las pezoneras instaladas, todas ellas resultaron ser de una sola pieza (monoblock), con boca de 24 mm de diámetro, que se calificaron como pezoneras de boca ancha. Al momento de tomar la información estas pezoneras tuvieron entre 7 a 365 días en uso, de tal manera que el número de ordeños por pezonera calculado considerando la cantidad de vacas ordeñadas varió de 35 a 9855 ordeños por pezonera.

Se encontró que en 6/7 máquinas ordeñadoras, a la inspección las pezoneras estaban en mal estado, ya que presentaron en el interior un residuo de color blanco adherido fuertemente a la parte interna (Figura 3). También, en dos de las

siete unidades estudiadas, se encontró que en el área del cuerpo de las pezoneras había externamente cuarteaduras.

La resistencia al colapso del material de las pezoneras, varió de 1.1 a 2.6 pulgadas de mercurio (Cuadro 3).

En la cuadro 4 se presentan los resultados del análisis realizado a las diferentes máquinas ordeñadoras a nivel unidad para ordeño, encontrando que el vacío registrado en el tubo corto para leche varió de 9 a 12 pulgadas de mercurio, dándose la mayor frecuencia (6/7 máquinas ordeñadoras) con vacíos entre 11 y 12 pulgadas de mercurio.

El análisis de la onda de aire pulsado mostró que el tiempo de ordeño que corresponde al de flujo de leche quedó comprendido entre 29 a 62 tiempos y el periodo de descanso entre 38 a 71 tiempos (Figuras 4 y 4.1) estas mismas gráficas registraron en 5 de las 7 máquinas ordeñadoras fluctuaciones de vacío en interior de las pezoneras, que variaron de 0.4 a 2.3 pulgadas de mercurio. En algunas máquinas las fluctuaciones se repitieron en forma constante durante todo el ordeño de la vaca, tal fue el caso de los hatos 02 y 04 (figuras 4.2 y 4.3). Considerando los indicadores antes señalados se calculó que la cantidad de fuerza disponible para dar masaje al pezón resultó entre 8.1 a 10.5 pulgadas de mercurio (Cuadro 4) (Figuras 4.1 y 4.2).

En la figura 4.5 se presenta la imagen de la onda de aire pulsado de la máquina ordeñadora equipada con bomba de pistón cuando las 2 unidades para ordeño están trabajando a plena carga de ordeño y cuando se dio la máxima rapidez en flujo de leche. Nótese que la onda de aire pulsado registra un movimiento de aire que va de cero a nueve pulgadas de mercurio, en forma constante, tanto para la fase de ordeño (A+B) como de descanso (C+D). En esta misma figura el registro de aire movido a nivel del tubo corto de leche de la pezonera, presenta una variación rítmica de vacío con relación a la onda de aire pulsado señalado con anterioridad.

La recuperación de la caída provocada de vacío a nivel pezonera en las 7 máquinas ordeñadoras evaluadas, resultó con un requerimiento en tiempo que varió de 10 a 17 segundos para alcanzar nuevamente el nivel de vacío que estas máquinas tuvieran antes de realizar la prueba (Cuadro 5) (Figura 5).

5.0 DISCUSION.

En México, del total de las vacas ordeñadas, el 17% se califican como especializadas; el 83 % restante correspondió a ganado clasificado como: de traspatio (8%), semiespecializado (17%), y de doble propósito (60%).⁸ Este 83 % se ordeña a mano o mecánicamente, incrementándose en los últimos años la alternativa de ordeño mecánico, posiblemente por la dificultad de contar con personal capacitado y dispuesto a realizar esta clase de tarea. Cuando el ordeño se realiza mecánicamente los modelos podrán ser: a) en línea con tubería alta para pulsadores y recibo de leche en cubetas, y b) modelo en carrito con cubetas.

En el estudio realizado, el modelo de carro portátil con dos unidades ordeñadoras fue el más popular, posiblemente por razones de inversión inicial; los modelos fijos con línea superior para pulsador estuvieron equipados con tres unidades ordeñadoras. En todos los casos los equipos contaron con motor eléctrico para mover la bomba de vacío (Cuadro 1) (Figura1).

En bombas para vacío, la reserva efectiva se refiere a la medida de flujo de aire, que muestra la capacidad real de la bomba para mantener el adecuado nivel de vacío cuando penetra aire adicional al sistema por actividades dadas durante el ordeño como es: colocación, retiro o en caso de deslizamiento de la unidad para ordeño; considerándose deseable como reserva mínima efectiva para modelos en cubeta con válvulas automáticas de cierre en la unidad de ordeño, 4.5 ft³ de aire libre por minuto para dos unidades ordeñadoras y 9.1 ft³ para tres unidades.⁹

En los equipos de los hatos: 01, 03, 05, 06 y 07, con producción de leche por vaca en promedio de 8 litros durante la toma de información, a juzgar por el comportamiento de la onda de aire pulsado y el nivel de vacío en tubo corto para leche de pezonera, considerando que los pulsadores son hidroneumáticos establecidos para trabajar a una relación de 70 tiempos de ordeño con 30 de reposo y 65 pulsaciones por minuto, se apreció que la onda de creación de vacío que corresponde a la curva A+B, así como la de administración de aire que es de reposo C+D, calificaron como normales (Figuras 4 y 4.1).⁷ De lo anterior se

deduce que para el ordeño de vacas con producción entre 12 a 16 litros diarios, estos modelos de equipos de ordeño portátiles con bombas rotatorias lubricadas con aceite, un nivel de vacío de 3 ft³ por minuto por unidad de ordeño aparentemente resultó suficiente (Cuadro 2).⁹

En estas unidades ordeñadoras la fuerza disponible para dar masaje al pezón varió de 8.1 a 10.8 pulgadas de mercurio; no obstante considerando que la resistencia del material de la pezonera en estas unidades registró entre 1.1 a 2 pulgadas de mercurio, resulta obvio que esta disponibilidad de fuerza para dar masaje al pezón es dudosa ya que debido al uso excesivo de estas pezoneras (Cuadro 3), el material carece prácticamente de elasticidad, por lo tanto muy posiblemente estos pezones están muy predispuestos a sufrir de una congestión, lo que en algunos casos se confirmó por el color azulado que presentarían ciertos pezones al retirar la unidad ordeñadora. Si a lo anterior le sumamos que físicamente estas pezoneras en su interior se encontraron sucias y algunas con residuos de tonalidad blanco cremoso, esto podrá ser un factor predisponente para el establecimiento de infecciones en las glándulas mamarias ordeñadas.^{10, 7}

En las figuras 4.2 y 4.3, se observa que el vacío en el interior del tubo corto para leche de la pezonera presentó fluctuaciones de vacío que variaron de 2 a 4.5 pulgadas de mercurio, en el primer caso estas fluctuaciones se observaron durante el primer minuto de ordeño de la vaca, tendiendo el nivel de vacío a establecerse a medida que declinara el tiempo de ordeño y por consiguiente la rapidez del flujo de leche; esta situación se dio en el equipo para ordeño del hato Q2, donde la capacidad de la bomba se calificó como insuficiente.⁹

Comparativamente en la figura 4.3 correspondiente a la máquina trabajando con bomba de pistón, se aprecia que la onda de aire pulsado [fases: (A + B) (C + D)], registró durante la fase A+B de 0 a 12.7 pulgadas de mercurio y la C+D de 12.7 a 0, cuando una de las dos unidades de ordeño se encontró colocada en los pezones; no obstante al momento de colocar la segunda unidad de ordeño y trabajar la máquina a plena carga se apreció que la onda de aire pulsado A+B registró de 0 a 7.8 y de C+D de 7.8 a 0 pulgadas de mercurio (Figura 4.4), debiendo ser el registro normal de 0 a 15 pulgadas de mercurio, situación que

puede ser atribuida a una incapacidad en la bomba de vacío, misma que resultó con deficiencia de 0.5 unidades con respecto a lo requerido según las normas ISO 5707. ⁷ Al mismo tiempo el registro del nivel de vacío en interior del tubo corto de la pezonera, mostró en forma constante durante la fase de descanso (C+D) (Figura 4.4) una fluctuación de vacío equivalente a 4.5 ± 0.3 pulgadas de mercurio. Estas fallas pueden ser atribuidas a: 1) capacidad de contracción y expansión de la pezonera, 2) velocidad de ordeño, 3) resistencia en la rápida salida de leche ordeñada 4) al espacio libre en la pezonera bajo el pezón, 5) al diámetro del tubo corto para leche, 6) tensión de pezonera, 7) sistema de vacío en pulsador, 8) modelo del equipo y capacidad de las bombas para vacío; todos estos factores pueden influir en las variaciones cíclicas de vacío, y predisponer a estas glándulas al desarrollo de cuadros clínicos de mastitis. ^{7, 11}

En todos los equipos analizados, se encontró que el tiempo de recuperación del nivel de vacío cuando se provocó la caída del mismo, fue mucho mayor de lo aceptable, llegando a requerirse 17 segundos para su restablecimiento, lo que sucedió en el hato 04, donde el equipo para ordeño carecía de un sistema de regulación de vacío. ⁷

En conclusión: 1) los equipos portátiles para ordeño con dos unidades de ordeño en cubeta, con bombas para vacío de aspas rotatorias y lubricadas con aceite, la reserva efectiva de 6 ft^3 resultó suficiente para lograr un eficiente comportamiento de las máquinas ordeñadoras; 2) las pezoneras en 3/7 (43%) de las unidades para ordeño, resultaron con un número de ordeños por pezonera superior a lo recomendado por el fabricante, lo que se reflejó en las pobres condiciones físicas e insuficiente resistencia para permitir un adecuado masaje al pezón; 3) En los equipos con bombas para vacío que resultaron con deficiente desplazamiento de aire se presentaron frecuentes alteraciones en la caída de aire pulsado y constantes fluctuaciones de vacío a nivel de tubo corto para leche.

6.0. LITERATURA CITADA

1. Van Vleck R. Early cow Milking Machines. American Artifacts [serial online] 1998 [cited 2002 Jun 10]; (1): [3 screens]. Available from: <http://www.americanartifacts.com/smma/milker/milker.htm>.
2. Avila TS, Ruíz SH, Hurley D, Smith F. Correlación entre las condiciones del equipo, higiene y microorganismos aislados de la leche de vacas de establos del Valle de México, Querétaro y Celaya. Memorias del X Congreso Mundial de Buiatría; 1978 agosto 16-19; Ciudad de México (DF) México. México (DF): Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC, 1978: 554-557.
3. Gómez AJ. La máquina ordeñadora y su relación con la mastitis bovina, Revisión Bibliográfica 1972-1978 (tesis de licenciatura). Ciudad de México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 1978.
4. Radostits OM, Gay CC, Blood DC y Hinchcliff KW. Veterinary Medicine. 9th ed. London: Saunders Co., 2000.
5. García E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4^a ed. UNAM. México, D F: Instituto de Geografía. 1989.
6. Smith FF, Leonard RO, Eide RN , Fairbank WC. Milking System Design and Performance. Western Regional Extension, University of California, USA 1978; 8: 14-15.
7. Avila TS, Valdivieso NG, Cruz PARA. Fisiopatología de la glándula mamaria y ordeño [computer program]. México (DF): Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, 2001.
8. Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural, Centro de Estadística Agropecuaria. Situación actual y perspectivas de la producción de leche de ganado bovino en México. 1990-2000. México (D.F) : SAGAR, CEA, 2000.
9. International Standard Organization. ISO-5707. Milking Machine Installation-Construction and performance, 2nd Ed. Switzerland, 1996.
10. Noorlander OD, Gray D, Dahl J. Mechanics and Production of quality Milk. 2th Ed. Orem, Utah; Webcrafters, 1973.

11 EXENDIS. Manual del usuario: Medidor de pulsaciones Pt-V. Países Bajos;
EXENDIS, 2002.

7.0 CUADROS

Cuadro 1. Equipos mecánicos para ordeño con motor eléctrico
(con una bomba de vacío)

Hato	Marca	Modelo	# Unidad de ordeño
1	DeLaval	Fijo	3
2	DeLaval	Fijo	3
3	DeLaval	portátil	2
4	Cerezo	portátil	2
5	DeLaval	portátil	2
6	DeLaval	portátil	2
7	DeLaval	portátil	2

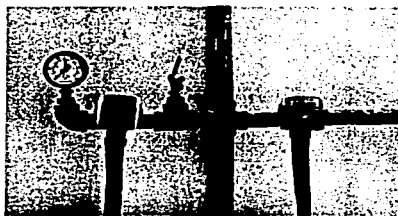
Figura 1 Modelos de equipos mecánicos



Carro con bomba rotatoria lubricada



Carro con bomba de pistón



Modelo fijo con línea para vacío

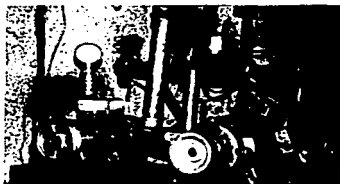
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cuadro 2. Bombas para vacío

Hato	Motor	ft ³ / min a 15"Hg
1	aspas rotatoria	12
2	aspas rotatoria	7
3	aspas rotatoria	6
4	pistón	4
5	aspas rotatoria	6
6	aspas rotatoria	6
7	aspas rotatoria	6

ft³ / min. a 15"Hg = pies cúbicos por minuto a 15 pulgadas de mercurio

Figura 2. Modelos de bombas desplazando aire.



Bomba de aspas rotatorias



Bomba de pistón

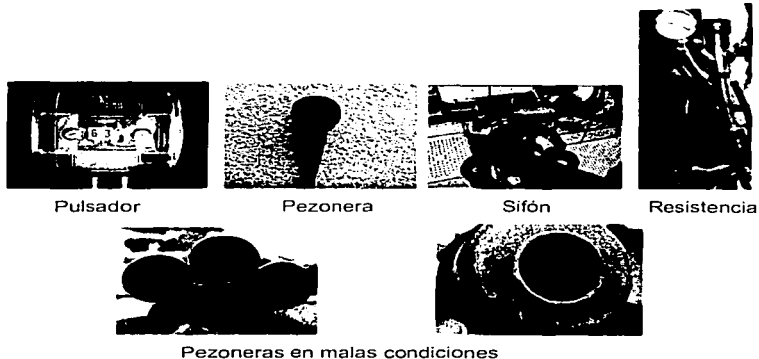
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cuadro 3. Unidad para ordeño. Características y especificaciones.

Hato	# vacas	Pulsación			Sifón		Característica	Pezonera		
		Unif.	Alter.	# min	Capacidad (ml)	Boca (mm)		Ordenes por pezonera	Estado físico	Resistencia - Hg
1	24		X	66	150	24	1pza	1920	sucia	1.6
2	30		X	62	150	24	1pza	900	sucia	1.6
3	10		X	62	20	24	1pza	1800	Sucia/rotn	2
4	27	X		62	40	24	1pza	9855	Sucia/rotn	1.1
5	46		X	55	150	24	1pza	5520	sucia	2.
6	46		X	60	150	24	1pza	8280	sucia	1.2
7	5		X	60	150	24	1pza	35	buena	2.6

Unif = uniforme o simultanea; alter = alternante; #min = número por minuto; *Hg = pulgadas de mercurio

Figura 3. Componentes de la unidad de ordeño



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cuadro 4. Eficiencia del equipo a nivel unidad para ordeño, en vacas de alta, mediana y baja producción.

Hato	Vacío tubo corto de pezonerá	Tiempo de ordeño:	Tiempo de descanso	Fluctuación de vacío en pezonerá "Hg	Fuerza para masaje "Hg
1	12	61	39	0.53	10.8
2	12	57	43	2 a 2.3	10
3	12	62	38	0	10.5
4	9	29	71	1 a 4.5	8.2
5	11	62	38	0.4 a 1.5	8.1
6	11	61	39	0.7 a 2	9.6
7	12	58	42	0	10.5

"Hg = pulgadas de mercurio

Características de las ondas de aire pulsado en pezoneras analizadas

Fig. 4.0



Fig. 4.1



Fig. 4.2

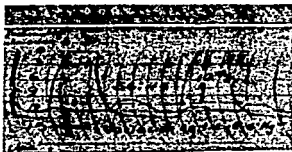


Fig. 4.3

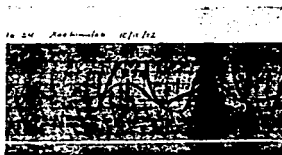


Fig. 4.4

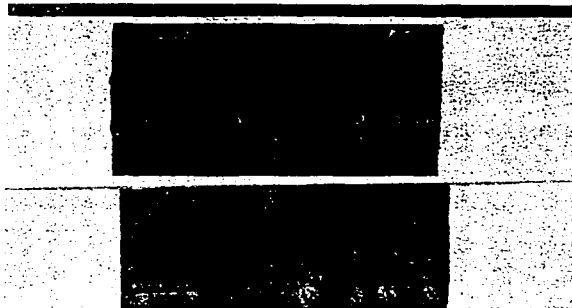


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cuadro 5. Recuperación de vacío

Hato	Tiempo
	Segundos
1	14
2	16
3	10
4	17
5	16
6	16
7	12
Media	14.4 ± 2.5

Figura 5. Recuperación de vacío



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE INGENIERÍA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN