



23
2 y

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores "CUAUTITLAN"

"MANUAL ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL
DE LA MAQUINA DE ORDEÑO"

T E S I S

Que para obtener el Título de
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P r e s e n t a

JESUS SERGIO CADENA ESTRADA

Asesor: Miguel Angel Pérez Ortega



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.

INDICE

Página

Introducción	1
1.- CLASIFICACION DE LOS EQUIPOS DE ORDEÑO.	
1.1. De acuerdo a su funcionamiento	5
a) Máquinas de acción simple	5
b) Máquinas de acción doble	5
1.2. De acuerdo al sistema de pulsado	5
a) Pulsado uniforme	5
b) Pulsado alternado	6
1.3. De acuerdo a la conducción de la leche	6
a) Equipo próximo a la vaca	6
b) Equipo con línea	7
1.4. De acuerdo a su instalación	7
a) Fijas	7
b) Portátiles	7
2.- ESTRUCTURA.	
2.1. Componentes del sistema de vacío	9
- Bomba de vacío	9
- Tanque de reserva o almacenamiento de vacío	14
- Trampa sanitaria	15
- Regulador de vacío	16
- Manómetro	17
- Línea de vacío	17
2.2. Componentes del sistema de la leche	20
- Línea de la leche	20
- Jarras de recibo	25
- Sistemas de medición o pesaje de la leche	27
- Tubo largo de la leche	30

- Unidad de ordeño	31
2.3. Componentes del sistema de pulsado	32
- Pulsador	32
- Línea de pulsado	42
- Tubos largos de pulsado	42
- Tubos cortos de pulsado	42
- Cámara anular	42
3.- FUNCIONAMIENTO.	
3.1. Funcionamiento del sistema de vacío	43
- Bomba de vacío	43
- Tanque de reserva o almacenamiento de vacío	44
- Trampa sanitaria	45
- Regulador de vacío	45
- Manómetro	45
- Línea de vacío	46
3.2. Funcionamiento del sistema de la leche	46
- Línea de la leche	46
- Jarras de recibo	46
- Sistemas de medición o pesaje de la leche	49
- Tubo largo de la leche	49
- Unidad de ordeño	49
3.3. Funcionamiento del sistema de pulsado	51
- Pulsador	51
LITERATURA CITADA	54

INTRODUCCION

A través de los años el hombre se ha visto en la necesidad de mejorar el rendimiento lechero de su hato y por ende aumentar la producción de la explotación.

La técnica de extracción de la leche a ido progresando con el tiempo; desde el antiguo Egipto, donde el animal lo ordeñaban en la parte posterior, hasta donde el ordeñador se colocó a un costado del animal (36).

Para mejorar la extracción rápida de la leche, el hombre se vió en la necesidad de utilizar su creatividad para inventar alguna máquina que le permitiera ordeñar más vacas en menor tiempo.

Los datos históricos de la aparición de la máquina ordeñadora, son de aproximadamente del año de 1836, época en la cual se presentaron en la exposición de Londres algunas máquinas para ordeñar (1), aunque la primera máquina de la cual fueron tomados los principios de la moderna máquina ordeñadora fue armada por Alejandro Guillier de Australia en el año de 1919 (20,30).

El surgimiento de la máquina de ordeño (con la cooperación de la Ingeniería Mecánica), aunado al mejoramiento de la producción, salud del rebaño y calidad de la leche, han sido factores primordiales para el crecimiento de la industria lechera y para llegar a ser una rama importante dentro de la economía de cualquier país (36).

La máquina ordeñadora ha desplazado la mano de obra (és

ta puede ser utilizada en cualquier otra función dentro de la explotación) y con los años la mayoría de países industrializados aumentaron el número de máquinas de ordeño para incrementar la producción, y es que estas máquinas ofrecen ventajas indiscutibles sobre el método manual (1,17,20,25, 43).

Con el uso de las máquinas de ordeño no desaparecieron los problemas de la ubre, ya que con esta es más alta la incidencia de mastitis subclínica (16,23,25,43), pudiendo llegar a ser más del 75% (34); esto repercute sobre la producción de la leche, aumentando el déficit y la demanda de la misma (3), aunque por el método manual encontramos que es mayor la presentación de mastitis clínica (20), pudiendo llegar su incidencia a niveles superiores del 80% (34).

Recientes investigaciones realizadas, indican que alrededor del 75% de las vacas en producción sufren de mastitis subclínica, lo cual la convierte en la enfermedad que produce la mayor pérdida económica a los productores de leche (29, 34).

Las pérdidas totales de una explotación lechera, pueden dividirse de la siguiente manera: muertes y desechos 14%, de secho de la leche 8%, gastos por tratamiento y Médico Veterinario 8% y reducción en la producción de la leche 70% (34).

Siendo que la producción láctea en México participa con un 27.9% del producto interno bruto, las pérdidas anuales -- van del 10-15% de la producción láctea, lo que representa de 674 a 1685 millones de litros (37). El Instituto Nacional de

la Leche en base a estudios realizados, encontraron que las pérdidas por mastitis en la ganadería lechera del país asciende a 6,362 millones de pesos al afectarse el 25% de la producción nacional de la leche y reducirse en 1.04 lactación por vaca durante la vida productiva del animal, calculado en 17,310 millones de pesos (35).

Aunque las causas de mastitis son muchas y variadas, y si bien existen diferencias de opinión en cuanto a cual es el factor más importante, generalmente se acepta que el manejo durante el ordeño y el equipo son 2 de las principales. Un sistema de ordeño adecuadamente instalado y un servicio de mantenimiento regularmente efectuado son primordiales para obtener buenos resultados en el control de la mastitis y alcanzar máximas productividades (3,20,29,36).

Yoshida (1975), encontró un incremento en la producción en un 22-27%, disminución en la incidencia de mastitis y una reducción en un 33% en el tiempo de ordeño, cuando se presta mantenimiento al equipo de ordeño y se corrigen las fallas en el funcionamiento del mismo (20).

La ignorancia por parte del Médico Veterinario Zootecnista, de las características del funcionamiento de las ordeñadoras y de las especificaciones técnicas, pueden constituir un serio obstáculo para la aplicación exitosa de un programa de control de mastitis (19).

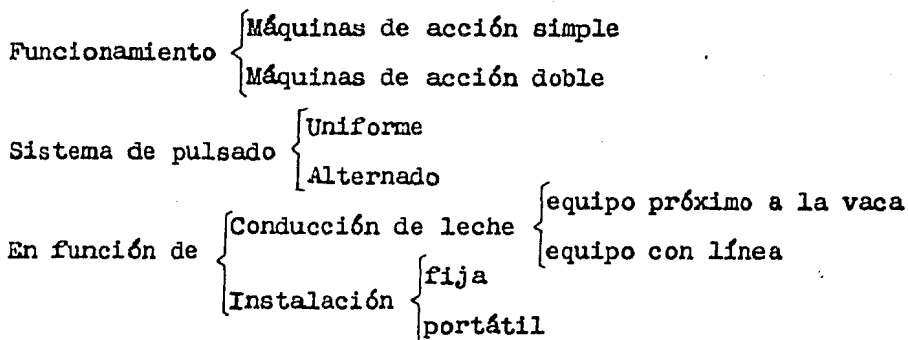
Por lo anteriormente mencionado, el conocimiento de la estructura y funcionamiento de la ordeñadora mecánica, tanto para el encargado, como para el dueño, es importante para co

nocer los defectos y así llevar a cabo buenas prácticas de ordeño y por lo tanto evitar un mínimo de daño a la ubre.

Debido a la importancia del conocimiento de la máquina de ordeño, el presente trabajo se orientará a la realización de una investigación sobre la estructura y funcionamiento de la misma, sin detenernos en explicaciones muy detalladas que den como resultado un lenguaje no muy claro y por lo tanto - dificultad para entender esta investigación, la cual estará dirigida principalmente a las personas relacionadas con el medio de la producción de leche.

1. CLASIFICACION DE LOS EQUIPOS DE ORDEÑO

El equipo de ordeño se clasifica de acuerdo a:



1.1. CLASIFICACION DE ACUERDO A SU FUNCIONAMIENTO.

a) MAQUINAS DE ACCION SIMPLE: Estas máquinas denominadas tam bién con el nombre de máquinas de succión interrumpida, son máquinas menos complejas y más baratas, pero su utilización es menor. No reproducen adecuadamente la acción que ejerce - el ternero sobre la ubre, esto da como consecuencia que el - ordeño se realiza únicamente por aspiración intermitente en las cuatro pezoneras al mismo tiempo (16,38).

b) MAQUINAS DE ACCION DOBLE: Son máquinas que reproducen más fielmente la acción del ternero al mamar, se denominan tam bién con el nombre de máquinas de succión y presión, y son - más empleadas en las explotaciones lecheras (16,38).

Existen dos tipos de máquinas de acción doble:

- Máquinas de válvula simple (sin pulsador).
- Máquinas con sistema de pulsado.

1.2. CLASIFICACION DE ACUERDO AL SISTEMA DE PULSADO.

a) PULSADO UNIFORME: Es el sistema más difundido, donde el -

ritmo y la relación de pulsado es constante durante todo el ordeño. En otras palabras, el pulsado uniforme se realiza cuando las cuatro pezoneras trabajan simultáneamente (18,26, 28,30).

b) PULSADO ALTERNADO: El pulsado alternado o pulsado variable, se realiza cuando dos cuartos están en la fase de expansión y los otros dos en la fase de contracción (18,28,30).

En 1976 apareció en el mercado el Sistema DUOVAC 300, cuyo principio básico es que trabaja con dos niveles de vacío distintos. El Sistema DUOVAC 300, modifica el nivel de vacío para el ordeño y el número de pulsaciones de acuerdo con la cantidad de leche que cada vaca este entregando (26), en consecuencia existen tres fases bien definidas:

- Estimulación.- Esta etapa trabaja con un nivel de vacío bajo (250 mm de Hg. con 48 pulsaciones), cuando aumenta el flujo de leche 0.2 litros/min, el equipo cambia a la siguiente fase.
- Ordeño.- El vacío asciende a 380 mm de Hg., con pulsación de 60 por minuto.
- Postordeño.- Cuando disminuye el flujo de leche, a 250 mm de Hg. con 48 pulsaciones.

1.3. CLASIFICACION EN FUNCION DE CONDUCCION DE LA LECHE.

a) EQUIPO PROXIMO A LA VACA: Son equipos con recipientes próximos a la vaca; Balde colgante o suspendido, Balde apoyado sobre el suelo o de cubeta y los transportables. Fueron los primeros equipos en utilizarse, y en un principio fueron más comunes los de balde colgante, que tienen la ventaja de rea-

lizar función de colector evitando la caída de las pezoneras, porque a medida que aumenta el peso de la leche en el balde, se reduce la incidencia del trepado de la pezonera (26).

El hecho que la incidencia del trepado fuera reducido, la tecnología de las pezoneras estuvo limitada. Desgraciadamente el diseño se mantuvo y se paso a ordeñar en línea de leche y balde apoyado sobre el piso, donde el peso de la leche no neutraliza el trepado de las pezoneras, por lo que se han diseñado modelos adaptables a estos equipos de ordeño, y con ello reducir la frecuencia del trepado.

b) EQUIPOS CON LINEA: Equipos más modernos y costosos, pero con la ventaja de que ordeñan un mayor número de vacas.

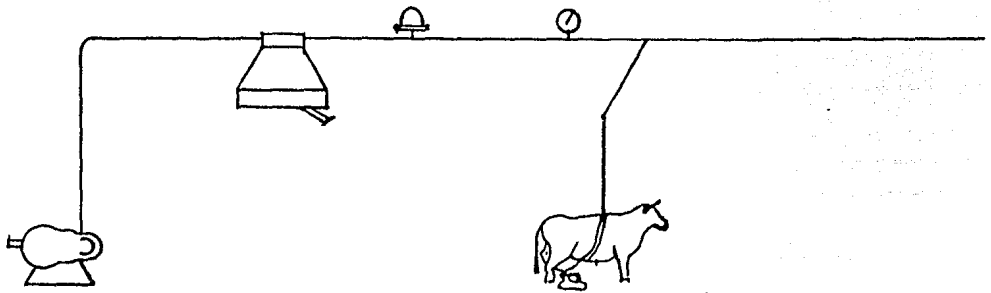
1.4. CLASIFICACION EN FUNCION A SU INSTALACION.

a) FIJAS: Se trata de sistemas convencionales donde el equipo de ordeño está instalado dentro de una construcción, sin importar el tipo de ésta última.

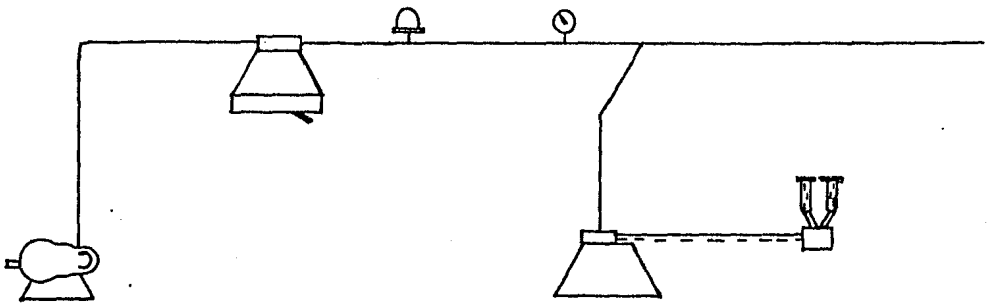
b) PORTATILES: Son equipos próximos a la vaca, y solo pueden ordeñar 2 vacas a la vez. Algunos equipos estan montados sobre un chasis con ruedas para facilitar el traslado. Solo se llega a usar en explotaciones lecheras con reducido número de vacas.

En la figura No. 1, se esquematizan algunos ejemplos de sistemas de ordeño.

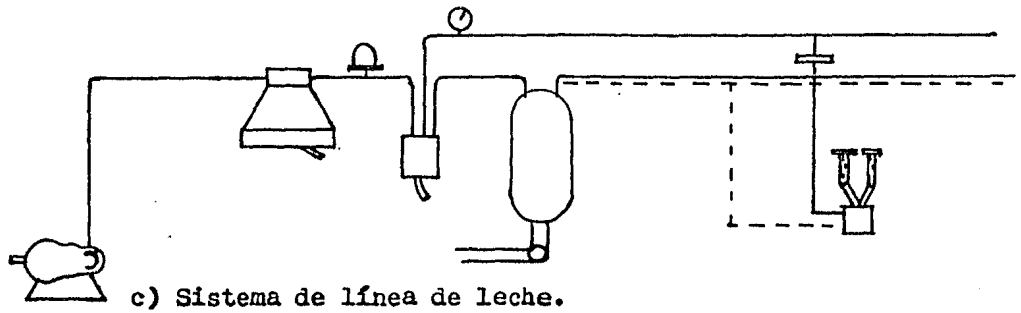
Figura No. 1



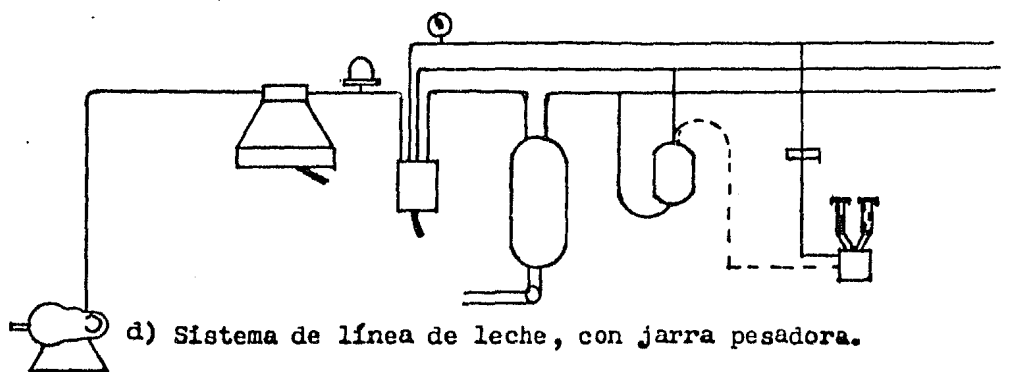
a) Sistema de balde colgante o suspensión



b) Sistema de cubeta o balde apoyado al piso.



c) Sistema de línea de leche.



d) Sistema de línea de leche, con jarra pesadora.

2. ESTRUCTURA

Para una más fácil descripción del equipo de ordeño, éste se dividirá en tres grandes sistemas: de vacío, de leche y de pulsado.

2.1. COMPONENTES DEL SISTEMA DE VACIO.

BOMBA DE VACIO.

Existen tres tipos de bombas de vacío: de pistón, de -- turbinas y rotativas (15,19).

La bomba de pistón es menos usada en las explotaciones lecheras, debido a que movilizan menos aire y que su funcionamiento es principalmente manual (18,26).

La de turbina son bombas de más reciente aparición en el mercado, pero aún así son también menos usadas, debido a que necesita agua de buena calidad para el funcionamiento, lo que la hace más costosa.

La bomba rotativa es el tipo de bomba de mayor uso en las explotaciones lecheras, ya que su funcionamiento es menos complicado, además movilizan más aire que la bomba de pistón (15,18).

La bomba rotativa presenta dos modalidades: la rotativa de poleas (figura No. 2) y la rotativa de acoplamiento directo (figura No. 3). Su principal estructura es un rotor que está provisto de paletas (normalmente de 2 a 4) que giran en respuesta a una fuente exterior de energía (26) (figura No. 4).

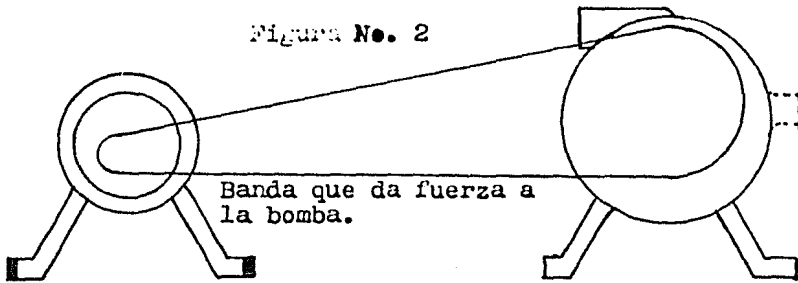
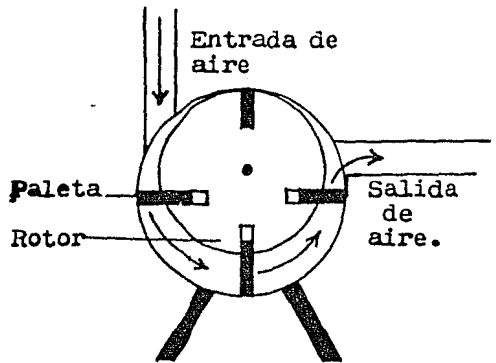
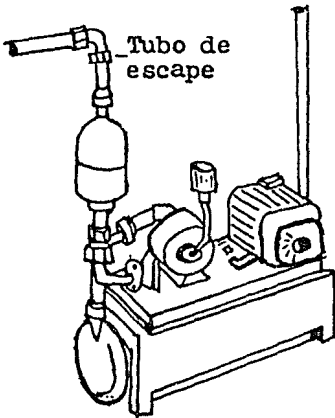


Figura No. 2

Figura No. 3

Figura No. 4



Por lo anteriormente mencionado las bombas rotativas se clasifican en (26):

Rotativas { con lubricantes sólidos { de alto No. de revoluciones
 { con lubricantes líquidos { de bajo No. de revoluciones

Bombas con lubricantes sólidos: Bombas no muy difundidas ya que son equipos de reducida capacidad, pero con un número alto de revoluciones por minuto (r.p.m.).

Bombas rotativas con lubricantes líquidos: Utilizan aceite como lubricante, que se aplica continuamente mediante aceites ras dispuestas sobre el cuerpo de la bomba. Dentro de este -

grupo de bombas, y tomando en cuenta r.p.m. podemos clasificarlas en:

a) Con alto número de r.p.m., cuyas características son:

- Número de revoluciones superior a los 500 r.p.m.
- Menor tamaño, comparadas con las de bajo número de revoluciones.
- Con cuatro paletas sobre el rotor.
- Escape ubicado en la parte inferior de la coraza.
- Lubricantes generalmente de mayor capacidad que las de bajo número de revoluciones.

b) Con número bajo de r.p.m., cuyas características son:

- Número de r.p.m. inferior a los 500.
- Tamaño mayor, comparadas con las de alto número de revoluciones.
- Generalmente dos paletas sobre el rotor.
- Escape usualmente ubicado en la parte superior de la coraza.
- Lubricantes generalmente de menor capacidad que las bombas de alto número de revoluciones.

La lubricación de la bomba de vacío tiene doble finalidad: atenuar la fricción entre dos materiales en continuo -- contacto y sellar los intersticios permitiendo así la generación de vacío.

Los aceites lubricantes deben reunir una serie de características que son: baja viscosidad y poca capacidad de evaporación al vacío (26).

El consumo de lubricante depende del sistema de regulación de salida de aceite. Algunos equipos vienen provistos de tablas que permiten verificar si el consumo se encuentra dentro de los límites normales. Los equipos translucidos permiten calcular el consumo de lubricante (26).

De acuerdo a lo mencionado, la bomba de vacío deberá tener una capacidad adecuada para satisfacer las necesidades operativas (ordeño y limpieza) de la instalación y además deberá tener un mínimo de capacidad de reserva efectiva en el vacío (4).

La capacidad de la bomba de vacío deberá ser medida en pies cúbicos por minuto (P.C.M.) y litros por minuto (l/min), es decir la cantidad de aire que en un minuto es capaz de desplazar la bomba, medida en pies cúbicos o en litros (15).

Para la medición del P.C.M. se utilizan principalmente dos normas, el P.C.M. americano y el P.C.M. Neo Zelandés, -- los cuales son diferentes, por lo que:

$$1 \text{ PCM (SA)} = 2 \text{ PCM (N.Z.)}$$

En México se utiliza el sistema americano (28).

Como regla general se puede decir que se requieren, según el sistema americano (SA), de 3-4 PCM por unidad de ordeño en un sistema de lactoductos bajos, y de 6-7 PCM por unidad de ordeño si se trata de un lactoducto alto. A la cantidad de PCM obtenida se recomienda agregar un 50% más como reserva. Por ejemplo, en un lactoducto alto con 4 unidades de ordeño, requiere la siguiente cantidad de PCM:

4 unidades X 7 PCM = 28
50% de reserva = 14
Total de PCM = 42 (Sistema SA)
84 (Sistema N.Z.)

La bomba de vacío no debería instalarse en la sala de ordeño. Lo más indicado es un lugar apartado, libre de polvo y de frío y bien ventilado (40).

La instalación de la bomba de vacío, se llevará de acuerdo a la altitud sobre el nivel del mar, por lo que será necesario aplicar un factor de corrección; esto se debe a la merma en la capacidad que sufrirá el motor al ser elevado sobre el nivel del mar (15).

CUADRO No. 1

OBTENCION DEL FACTOR DE CORRECCION

Altitud sobre el nivel del mar en M	Capacidad de la bomba	X	Factor de corrección	=	Capacidad real
0			1		
304			0.964		
610			0.930		
914			0.896		
1219			0.863		
1524			0.832		
1828			0.801		
2134			0.771		
2438			0.742		

Ejemplo:
1800 200 PCM x 0.801 = 160.2 PCM

Cuando la bomba trabaja a un PCM diferente al real, de acuerdo a la altitud sobre el nivel del mar, disminuye su eficacia. Entre más alto sea el nivel del mar, menor aire succiona. Aquí radica la importancia de aplicar un factor de -

corrección para la instalación de la bomba de vacío, para evitar un sobre trabajo de la misma (28).

Una parte importante de la bomba es el tubo de escape, que independientemente de la ubicación, debe de ser de por lo menos un diámetro igual al tubo que conecta a la bomba -- con el sistema, y de preferencia una medida mayor cuando el tubo de escape tiene una longitud mayor de 2.5 m ó tiene dos o más codos. La descarga del tubo de escape deberá ser hacia afuera de la sala de ordeño, para minimizar la acumulación de aceite y de humo en el local y en muchas ocasiones es recomendable que el tubo de escape de la bomba sea conectado a un silenciador (28) (ver figura No. 3).

TANQUE DE RESERVA O ALMACENAMIENTO DE VACÍO.

El tanque se encuentra conectado a la bomba de vacío -- por un tubo del mismo sistema. El tanque es muy recomendable a menos que el tubo principal de vacío sea de diámetro muy grande, que esté conectado a la trampa sanitaria y que la -- bomba de vacío sea de amplia capacidad (27).

Existen dos tipos de tanque de reserva o almacenamiento, uno posee una válvula de goma cuya apertura se produce cuando la bomba de vacío deja de funcionar, permitiendo la salida de líquidos acumulada durante el funcionamiento (figura No. 5). Otros en cambio poseen en su interior un flotador -- que al superar el líquido acumulado en un cierto nivel, produce corte de vacío, evitando de esta forma que aquel sea aspirado por la bomba (figura No. 6) (26).

Figura No. 5

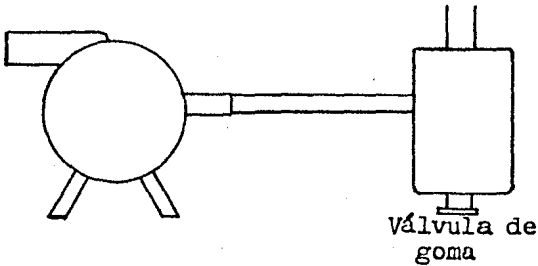
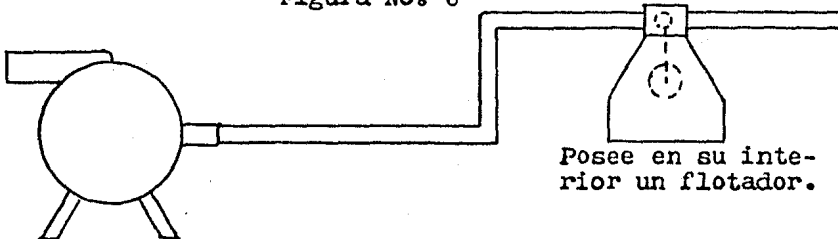


Figura No. 6



El tanque de reserva, deberá tener una capacidad mínima de 5 galones, aproximadamente 20 litros por unidad de ordeño para que se cumpla con la recomendación de la mayor parte de los sistemas. El nivel deberá ser mayor si la sala de ordeño consta de más de 10 unidades (18,19,28).

TRAMPA SANITARIA.

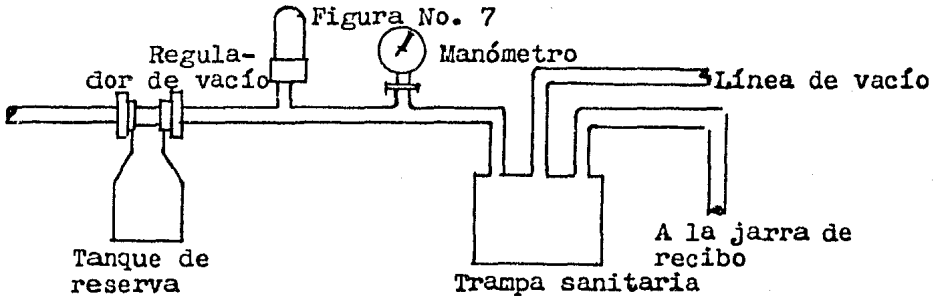
Se conecta al tanque de reserva o almacenamiento por medio de un tubo de la línea de vacío (15).

La importancia de tener una trampa sanitaria (también llamado tanque trampa), la cual se conecta a la jarra de recepción, es que el tubo que las conecta deberá tener una pendiente continua hacia la trampa. Esto previene cualquier posibilidad de que el flujo reversible de gotas minúsculas de leche con bacterias pueda contaminar el tubo. Además, si la trampa esta hecha de material transparente puede utilizarse

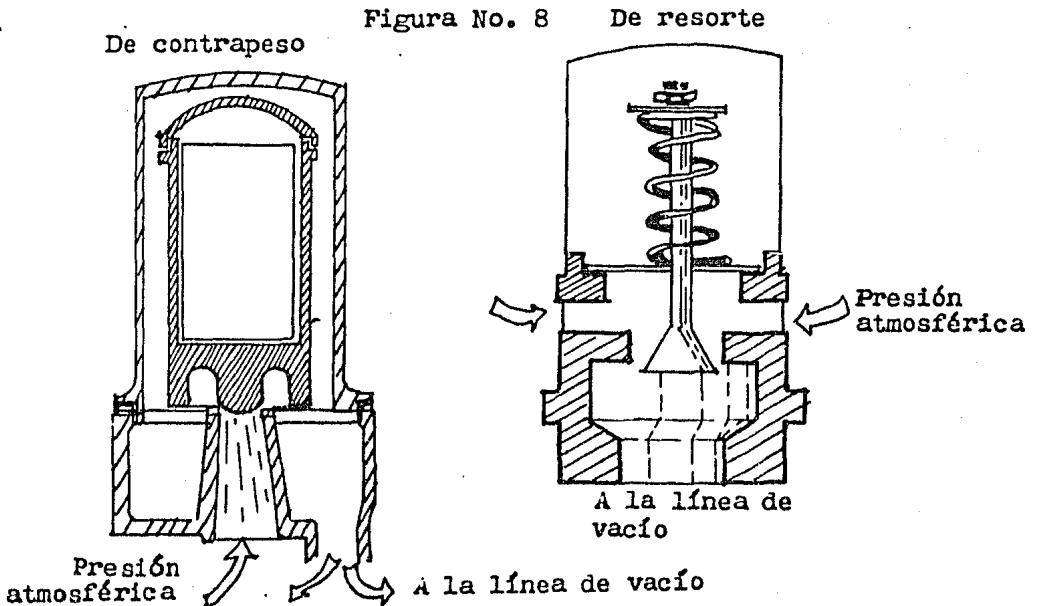
como ayuda para detectar fugas de aire del sistema (26,28).

REGULADOR DE VACIO.

Debe localizarse sobre la línea de vacío, entre la bomba y la primera unidad de consumo de vacío, preferentemente montado sobre el tanque de reserva (15,22,29), evitando colocarlo al final de la línea de vacío (26). En la figura No. 7 se esquematiza parte del sistema de vacío, donde se muestra la ubicación correcta del regulador (26).



La estructura importante del regulador es la que regula la entrada de aire, y básicamente pueden actuar por un contrapeso o por un resorte (figura No. 8).



El regulador posee dos caras: una expuesta a la presión atmosférica y la otra al vacío, las cuales regulan la admisión de aire (26).

Las principales características de un regulador de vacío son:

- a) Capacidad: que frente a un aumento del nivel de vacío deje entrar todo el aire necesario como para que el mínimo no supere el valor de 380 mm de Hg. o 15 pulgs. de Hg.
- b) Sensibilidad: que cierre o abra la entrada de aire con rápidez frente a pequeñas variaciones de vacío.

Algunos fabricantes sugieren colocar reguladores en -- otros lugares del sistema, así se contara por lo menos con -- uno en caso que cualquiera falle (28).

MANOMETRO.

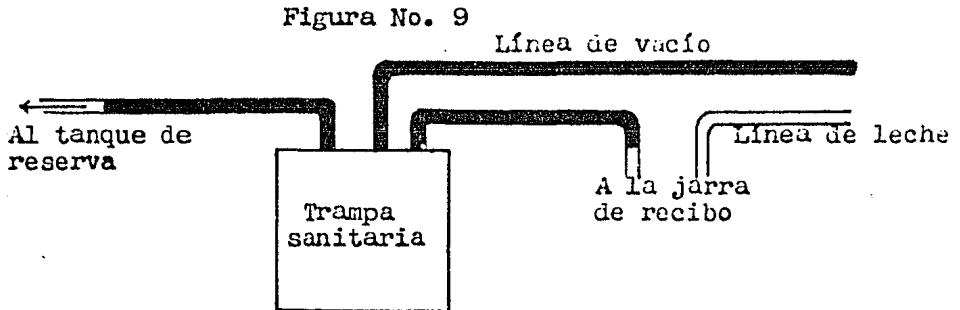
El manómetro que más comunmente se usa, es el tipo mecánico de reloj, que marca sobre un sistema de medición de presión de vacío, calibrado de 0-30 pulgadas de Hg. (22,28).

Se conecta al tubo de vacío, y debe instalarse en un -- punto visible al ordeñador. Se requiere que éste colocado entre el tanque de reserva y la jarra de recibo, y otro colocado al final de la línea de vacío (9,12,21,22) (ver figura No. 7).

LINEA DE VACIO.

Son conductos de tubería no sanitaria (ya que no transporta leche). La tubería une a la bomba de vacío, al tanque de reserva y a la línea de pulsado (15,28,29).

En la figura No. 9 se observa la correcta ubicación de la línea de vacío.



Para que se lleve a cabo un trabajo adecuado, la tubería debe de tener un diámetro o calibre, que depende principalmente del número de unidades de ordeño, de la longitud de la tubería y del flujo de aire (4,15,29).

No existe algún patrón que defina o indique el calibre exacto de la tubería de vacío, pero en general se pueden establecer las siguientes relaciones (28) (cuadro No. 2).

CUADRO No. 2

DIAMETROS RECOMENDADOS (MINIMOS) PARA LAS DIFERENTES LINEAS DE TRANSPORTE DE VACIO.

No. de unidades	Diámetro interior (pulgadas)	
	Tubo principal	Línea del pulsador
2	1 1/2	1
3	1 1/2	1 1/4
4	1	1 1/4
5	2	1 1/2
6	2 1/2	1 1/2
7	2 1/2	1 1/2
8	2 1/2	2
9	2 1/2	2
10	2 1/2	2
11-13	3	2
más de 14	3	2

Estas dimensiones estan basadas, tomando en cuenta que no son instalaciones oxidadas, ni sucias lo que reduce el -- flujo de aire (28).

Las normas ISO (International Organization for Standardization), determina que el diámetro interno del tubo va en proporción al flujo de aire del tubo en cuestión, señalando la siguiente relación (4):

CUADRO No. 3

Flujo de aire	Diámetro interno mínimo
Inferior a 300 litros/min	25 mm
300 a 600 l/min	32 mm
600 a 1000 l/min	38 mm
más de 1000 l/min	50 mm

Lógicamente el diámetro de la línea de vacío, no es -- igual en toda su longitud, en el cuadro No. 4, el Standard - Americano marca esta diferencia, de acuerdo al número de unidades del sistema (15).

CUADRO No. 4

Línea	Diámetros recomendados		
	1 a 3 unidades	4 a 12	13 a 32
De la bomba al tanque de reserva.	2"	3"	3 a 4"
Del tanque a la trampa sanitaria.	2"	3"	3"
'U' (de la trampa al receptor).	2"	2.5"	3"
Línea de pulsación en circuito cerrado en el tanque.	2"	2"	2" a 2.5"

Además del diámetro correcto para un mejor funcionamiento las líneas de transporte de vacío deberán ser lo más rec-

tas y cortas posibles, ya que una excesiva longitud o curvaturas reducen significativamente el flujo de aire (27). Otro aspecto importante es que los extremos de los tubos que conforman la línea deberán tener cortes netos y sin rebordes lo grando de esta forma, una perfecta unión entre ellos (26).

Los materiales de construcción son principalmente de: policloruro de vinilo, acero inoxidable, acero galvanizado y aluminio (15,26,29).

2.2. COMPONENTES DEL SISTEMA DE LA LECHE.

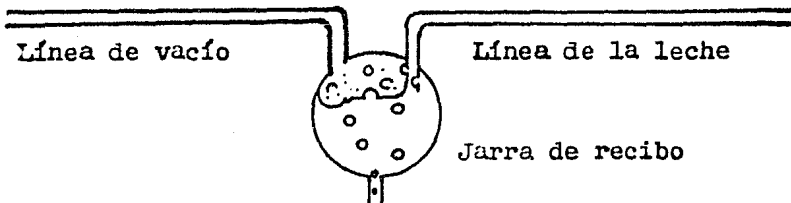
LINEA DE LA LECHE.

La línea de la leche, se conoce también con el nombre - de línea sanitaria, ya que transporta leche (15).

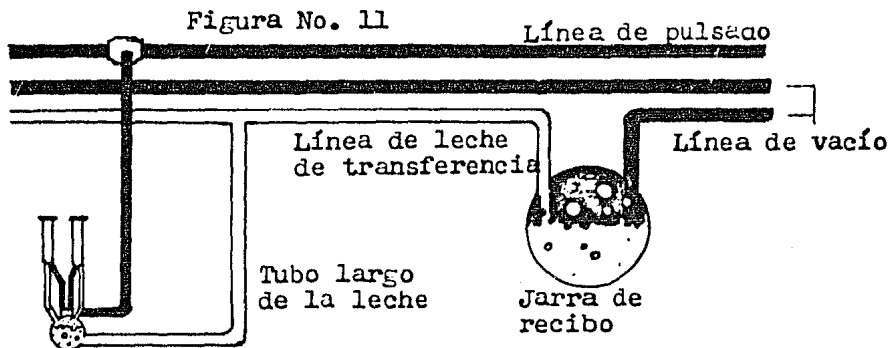
La línea de la leche se clasifica en relación a:

a) FUNCION DE LA CONDUCCION DE AIRE Y DE LA LECHE.

- Línea de la leche propiamente dicho: es aquella que conduce leche con la menor turbulencia posible e importantes volúmenes de aire como para mantener el vacío necesario para el ordeño (figura No. 10).



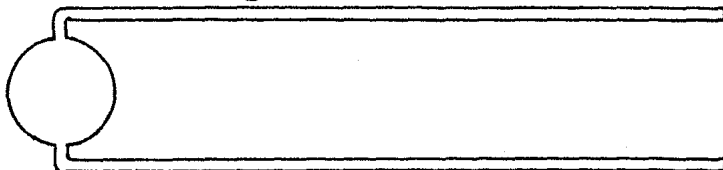
- Línea de la leche de transferencia: Conduce exclusivamente leche de las unidades de ordeño a la jarra de recibo. El aire es evacuado por la línea de vacío, conectada a la trampa sanitaria (figura No. 11).



b) CLASIFICACION EN FUNCION A SU DISPOSICION.

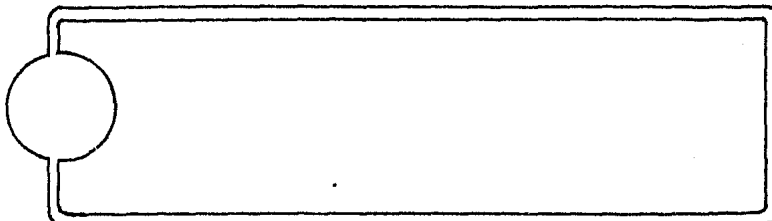
- Simples: Constan de un solo ramal (ver figura No. 10).
- Dobles: Encontramos dos tipos de tubería; las dobles abiertas y las dobles cerradas.
- Dobles abiertas: Formadas por ramales independientes que desembocan al mismo receptor (figura No. 12).

Figura No. 12



- Dobles cerradas: Forman un circuito cerrado (figura No.13).

Figura No. 13



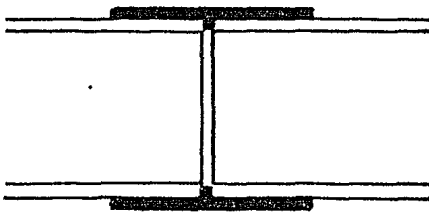
c) CONDICIONES QUE DEBE REUNIR LA LINEA DE LA LECHE PARA FAVORECER EL MOVIMIENTO DE LA LECHE.

- PENDIENTE: Para el mejor transporte de la leche, la tube--

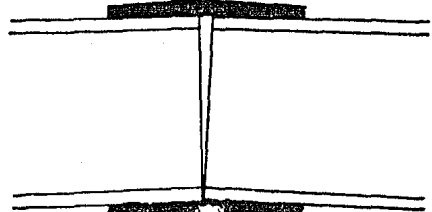
ría debe de tener un declive de 3.5 cm cada 3 m, de no tener declive aumenta más rápidamente el desgaste de la bomba de vacío. El declive de la línea de la leche, es para un ahorro de vacío aprovechando que por gravedad - la leche llegue a la jarra de recibo, y a la vez se evita una turbulencia de la línea de la leche (28).

- RECTITUD: La línea de leche tiene que ser recta para, favorecer el flujo de la leche, evitar pérdidas de caudal - de aire por fricción con las paredes y para aumentar la eficiencia de las uniones de la tubería (figura No. 14).

Figura No. 14



Unión bien armada



Unión mal armada

- DIAMETRO: Dos fuentes bibliográficas muestran el número de unidades recomendadas según el diámetro del tubo y tipo de conducción de leche (15,29) (cuadros No. 5 y 6 respectivamente).

CUADRO No.5

Diámetro de la línea	Número de unidades en:		
	punto ciego	círculo cerrado	doble-círculo doble
1.5	2	4	8
2	4	8	16
2.5	6	12	24
3	9	18	36

CUADRO No. 6

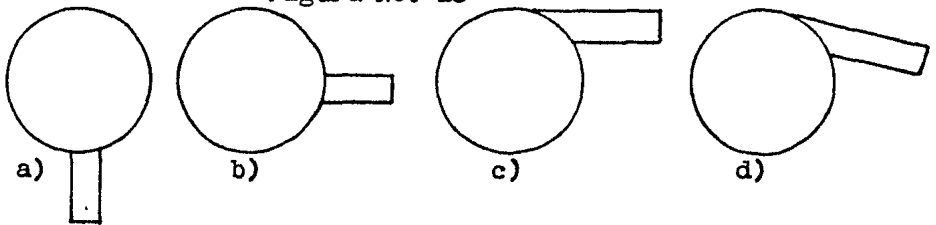
Tipo de línea		Número de unidades
una dirección	1 1/2 pulgs.	2
doble dirección	" "	4
una dirección	2 pulgs	4
doble dirección	" "	8
una dirección	2 1/2 pulgs.	6
doble dirección	" "	12
una dirección	3 pulgs	9
doble dirección	" "	18

- ENTRADAS A LA LINEA DE LA LECHE: La entrada puede ser por la parte inferior, presentado los siguientes problemas: produce turbulencia y altera el movimiento de la leche, impide el uso de ciertos sistemas de medición de la leche, posibilita que la leche ordeñada de una unidad de ordeño descienda por otro, favoreciendo el posible contagio de enfermedades entre las vacas (figura No. 15, diseño a).

La entrada puede ser también por la parte superior (figura No. 15 diseño b y c), en la b la entrada es radial y en la c la entrada es tangencial, teniendo las siguientes características: impiden el ingreso de la leche que proviene de otra unidad de ordeño, además permiten el uso de cualquier tipo de sistema de medición (26).

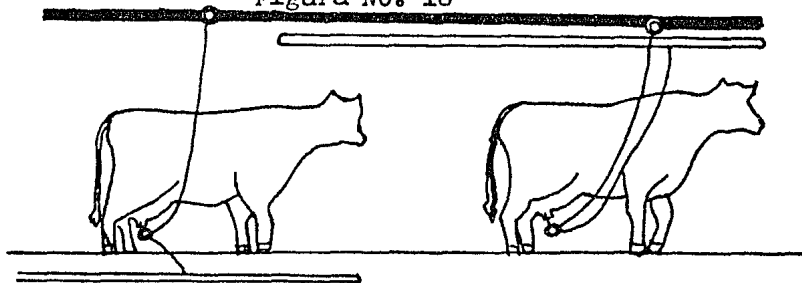
La entrada de tipo tangencial puede tener un cierto ángulo que favorece el ingreso de la leche a la línea, es el que más ventajas posee (figura No. 15, diseño d)

Figura No. 15



- ALTURA: La altura determina la clasificación de lactoductos altos y lactoductos bajos (26) (figura No. 16).

Figura No. 16



Lactoducto bajo

Lactoducto alto

Para lactoductos altos la altura de la línea de transporte de la leche no deberá ser mayor de 2 m, sobre la plataforma que pisa la vaca (28).

Para lactoductos bajos la tubería puede estar colocada a la altura de la glándula mamaria o más baja (28).

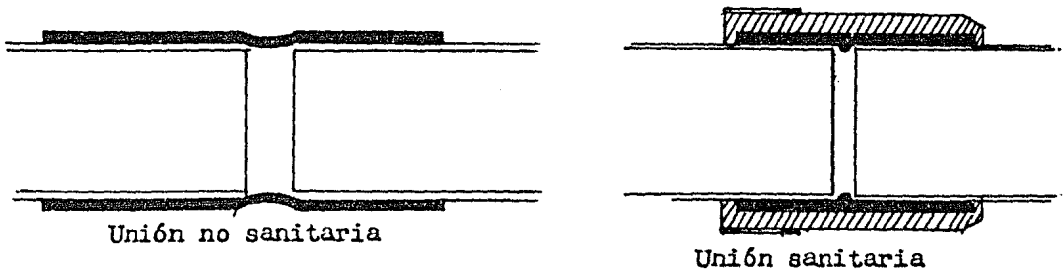
d) MATERIAL DE LA LINEA DE LA LECHE

- CARACTERISTICAS QUE DEBEN DE REUNIR: No ser porosos, ser rígidos, ser inertes frente a los agentes químicos tanto ácidos, como alcalinos, ser irrompibles, el espesor de la pared debe de ser de 1 mm en acero inoxidable y 2 mm en el vidrio (4,26).
- MATERIALES USADOS: Vidrio borosilicatado, acero inoxidable, plásticos rígidos y aluminio (26).

Las líneas permanentes (altas o bajas) tienen como material de construcción más común el acero inoxidable, mientras que los sistemas portátiles usan mangueras de plástico (4,13,15,18).

- e) UNIONES ENTRE LA LINEA DE LA LECHE: Lo ideal sería que la línea de la leche fuera de una sola pieza, es decir que carezca de uniones. Las uniones se clasifican desde el punto de vista higiénico en: uniones no sanitarias y uniones sanitarias (figura No. 17).

Figura No 17



Como se observa la unión sanitaria es la que más ventajas posee debido a que no se deforman por efecto del vacío, no producen turbulencia y lo más importante, no permiten la acumulación de restos orgánicos en la unión (26).

JARRAS DE RECIBO.

El modelo de jarra de recibo varía de acuerdo al sistema de ordeño, o sea en lactoductos o en sistemas portátiles.

En los lactoductos altos la jarra de recibo se encuentra sostenida de un brazo mecánico (figura No. 18), en los sistemas portátiles se encuentran la cubeta la cual descansa

en el suelo (figura No. 19), el tipo suspendido donde esta sostenido por un cinturón sobre la vaca (figura No. 20) y la de la máquina transportable que posee la cubeta de recibo sobre un chasis (figura No. 21) (10,18,30).

Figura No. 18

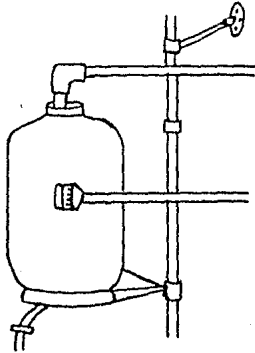


Figura No. 19

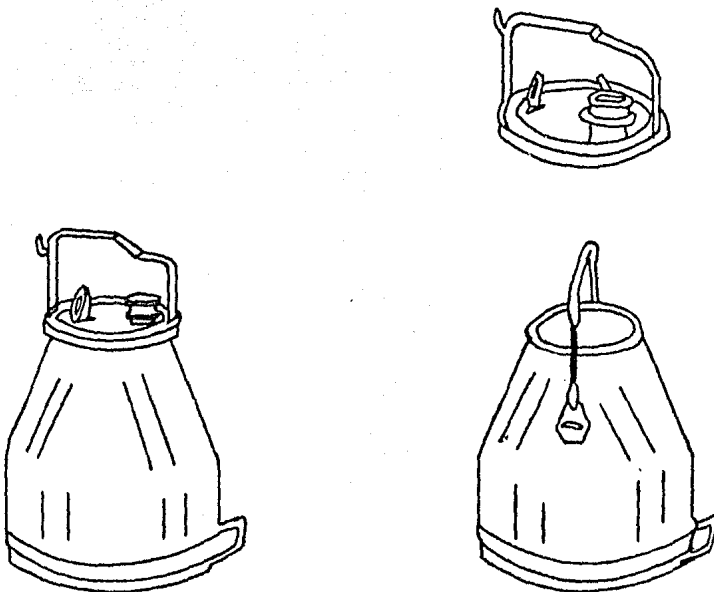


Figura No. 20

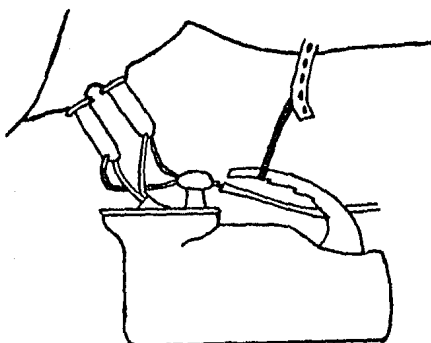
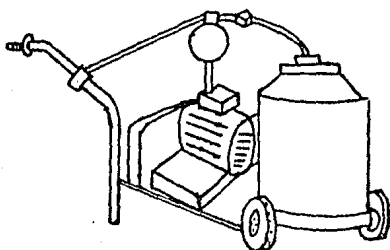


Figura No. 21



La cubeta apoyada sobre el suelo y la de balde suspendido son de material de acero inoxidable y la de lactoducto alto de vidrio (5,9,14,39).

La capacidad de la jarra de recibo en los lactoductos altos, tienen una capacidad de 27 litros (14), mientras que en el sistema portátil de tipo cubeta son de una capacidad de 20 y 27 litros (39).

SISTEMA DE MEDICION O PESAJE DE LA LECHE.

En los sistemas de lactoducto alto podemos encontrar - cualquiera de los siguientes tipos de medición (15):

a) **JARRA PESADORA:** La jarra pesadora, se conecta por medio de mangueras a la unidad de ordeño y por tubos a la línea de la leche, en la figura No. 22 se muestra un esquema de este tipo de sistema.

Los recipientes están contruidos principalmente de vidrio, y algunos de plástico que deben reunir ligeresa, transparencia y solidez (20).

Esto nos permite realizar la inspección visual de la leche y además se pueden tomar muestras para análisis (7).

Estos sistemas de medición, utilizan jarras pesadoras de vidrio graduado a la escala designada de acuerdo a las normas internacionales. Pueden estar graduadas en Kg y lbs, y las capacidades son de 27 Kg y 60 lbs, otras tienen un alcance de medición de hasta 33 Kg (6,15,42).

b) **PESADORES DE FLUJO CONSTANTE:** Donde la producción individual de cada vaca pasa a través del pesador, marcando de acuerdo al flujo de producción (figura No. 23).

c) **PESADORES PROPORCIONALES:** Donde la producción individual de cada vaca, que pasa a través del pesador, solamente una parte proporcional es depositada en el recipiente calibrado a escala, y de este se obtiene la lectura (figura No. 24).

d) **SISTEMAS SIN MEDICION:** Donde la leche pasa directamente a la tubería de leche.

Figura No. 22

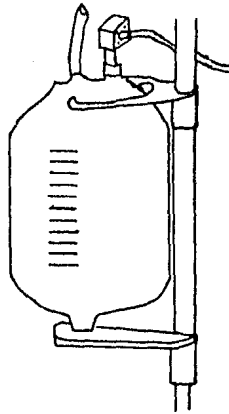


Figura No. 23

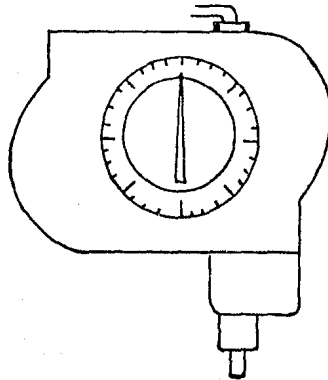
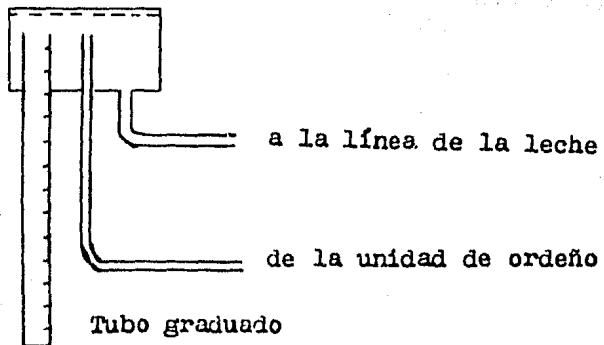


Figura No. 24



TUBO LARGO DE LA LECHE.

Se trata de un tubo flexible (generalmente transparente) conectado del colector de leche a la línea de la leche (4).

Según el Standard Neozelandés el diámetro interno de la manguera que va del colector a la línea de la leche, no debería ser menor de 13 mm. En cuanto a su longitud es conveniente que no supere los 2.50 m, considerando que la altura máxima de la línea de la leche, no deberá exceder los 2 m, contados a partir de donde están parados los animales (26).

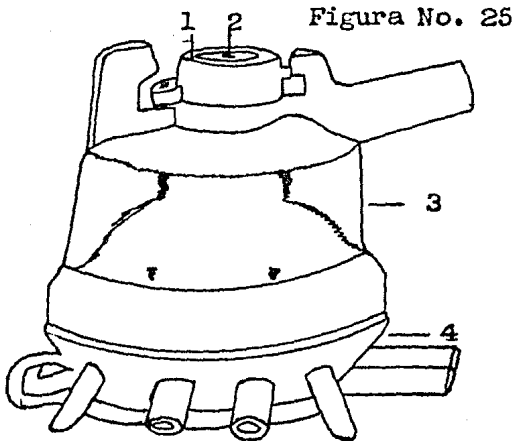
UNIDAD DE ORDEÑO.

La unidad de ordeño está formada principalmente por: el colector de leche, tubos cortos de pulsado (éstos se señalarán con más detalle en el capítulo del sistema de pulsado), casquillo metálico, pezoneras o mamilas (11,18,22,28). Se le da el nombre de copa de ordeño a la pezonera y casquillo ya armado (28).

a) **COLECTOR DE LECHE:** Se encuentra dividido en dos partes, - una que es de material de acero inoxidable, y la otra de plástico (5,11,39,42). Se comunica a la copa de ordeño, al pulsador y a la jarra de recibo o directo a la línea de la leche, por medio de mangueras de conexión que generalmente son de goma (para el transporte de vacío) y transparente (para el transporte de la leche) (4) (figura No. 25).

El colector debe de ser fácil de inspeccionar para una mejor higiene. Solo un cuarto de giro (ya que cuenta -- con cuerda) permite (para abrir) ver si existe suciedad.

Normalmente no hay problemas de limpieza, ya que el diseño de auto-drenaje permite el lavado. Otro cuarto de giro y el cuerpo del colector ésta listo para el ordeño. Además cuenta con una válvula de seguridad que se localiza sobre la parte de plástico (11) (figura No. 25).



- 1.- válvula de seguridad.
- 2.- orificio de admisión de aire.
- 3.- parte de plástico.
- 4.- parte de acero inoxidable.

b) CASQUILLO DE ORDEÑO: Son cilíndricos y tienen una entrada por donde pasa el vacío. El material de fabricación de los casquillos son principalmente de acero inoxidable y aluminio (5,11).

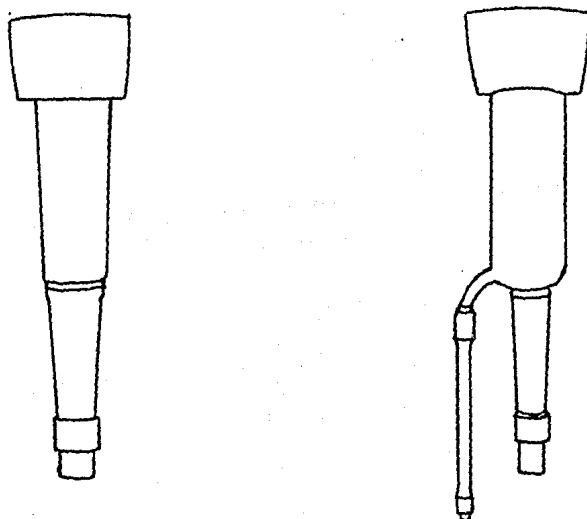
c) PEZONERAS O MAMILAS: Se localizan ajustadas al casquillo de ordeño (metálico) para evitar el giro de la pezonera al momento del ordeño (11). Las mamilas están construidas principalmente de hule (14,21).

Existen algunas características que son deseables tenga una pezonera: ser de diseño estrecho, 1/2 pulg. de diámetro en el círculo de entrada al pezón, una mezcla de hule sintético y hule natural que permitan pocas porosi

dades, flexibilidad y una dureza de resistencia al vacío no mayor de 3.5 pulg. de Hg. y que tenga un doble anillo ajustable (15).

Comercialmente podemos encontrar la pezonera de una sola pieza o la pezonera que incluye el casquillo metálico (15) (figura No. 26)

Figura No. 26



Algunos fabricantes de máquinas recomiendan cierto tamaño de pezoneras para sus máquinas de ordeño, otros en cambio, lo dejan a criterio del ganadero. No hay evidencia que verifique que fabricante tiene diseños que ejerzan mejor masaje que otros, lo mejor es utilizar pezoneras específicas para cada máquina de ordeño (29).

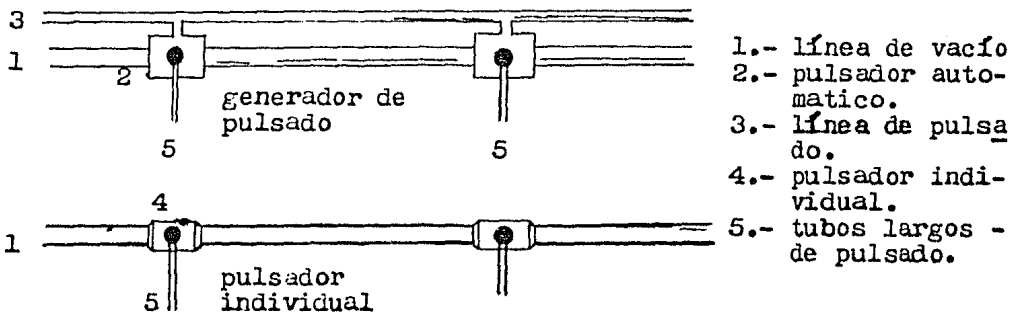
2.3. COMPONENTES DEL SISTEMA DE PULSADO.

PULSADOR.

Básicamente existen dos tipos de pulsador (26):

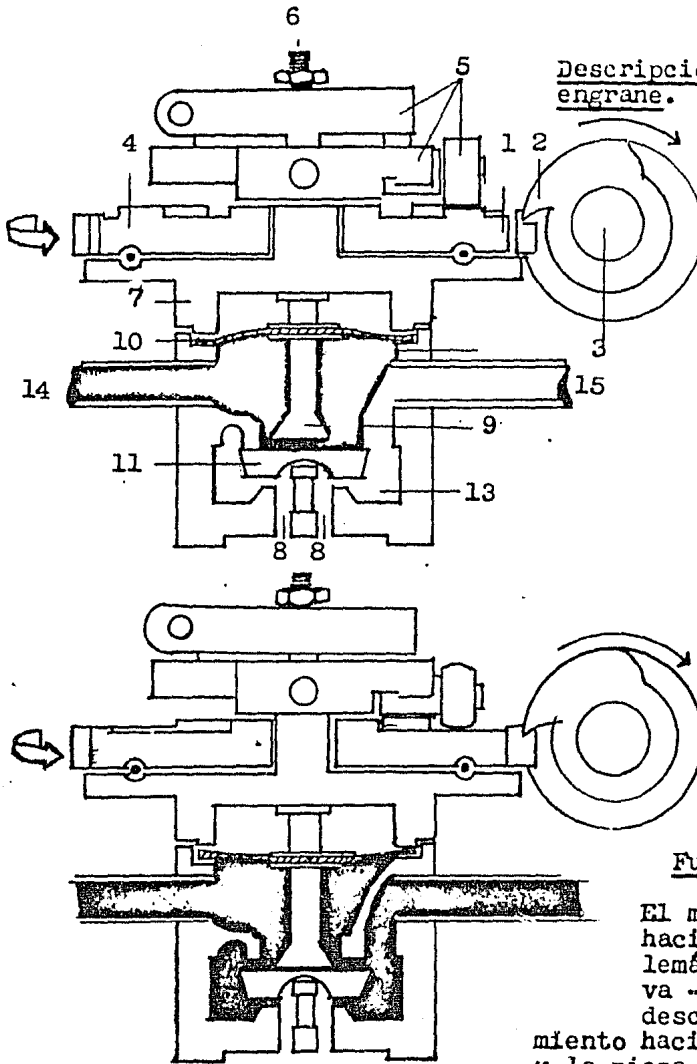
- a) Pulsador maestro o generador de pulsado: Es aquel que posee línea de pulsado y regula las pulsaciones de los pulsadores automáticos.
- b) Pulsador individual: Este no posee línea de pulsado, y funciona independientemente sin un generador de pulsado.
- En la figura No. 27 se representan los dos tipos de pulsadores.

Figura No. 27



- a) PULSADOR MAESTRO O GENERADOR DE PULSADO: Los generadores de pulsado se clasifican de acuerdo al origen del movimiento en:
- MECANICOS: Producen el movimiento mediante engranes o ejes con excéntricas o con movimiento mediante un péndulo (figuras No. 28,29 y 30 respectivamente).
 - NEUMATICOS: Reciben vacío continuo y lo transforman en alternado mediante un juego de diafragmas. Otros realizan el movimiento del pulsador mediante un líquido de características especiales a través de un orificio calibrado (figuras No. 31 y 32 respectivamente).

Figura No. 28



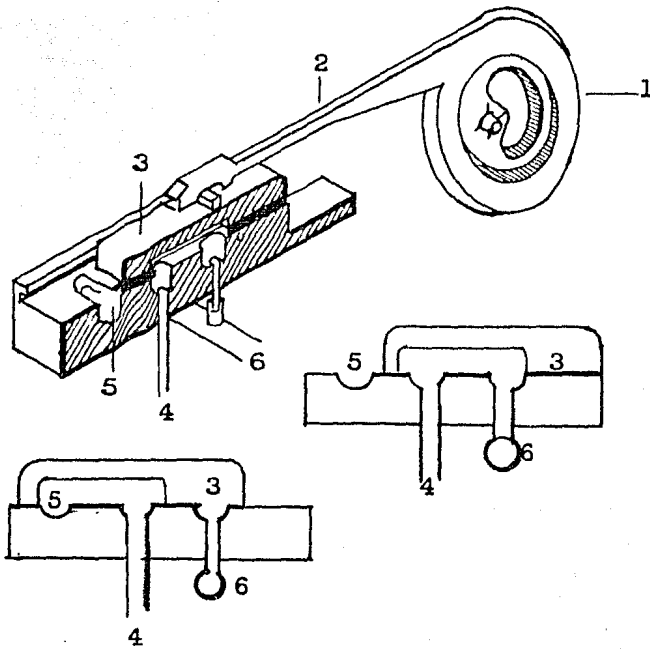
Descripción del sistema sinfín y engrane.

- 1.- Engrane.
- 2.- Sinfín.
- 3.- Eje de la bomba.
- 4.- Levas.
- 5.- Ruleman.
- 6.- Eje vertical.
- 7.- Cuerpo principal.
- 8.- Agujeros de admisión de aire.
- 9.- Pieza cónica.
- 10.- Diafragma de goma.
- 11.- Goma pulsadora.
- 12.- Fuente de vacío.
- 13.- Zona alternativa de presión atmosférica o con la fuente de vacío.
- 14.- Línea de vacío.
- 15.- Tubo largo de pulsado.

Funcionamiento del sistema.

El movimiento del sinfín -2- hacia el engrane -1-, el rulemán -5- desciende de la leva -4-, el eje vertical -6- desciende, y provoca un movimiento hacia abajo del diafragma -10- y la pieza cónica -9- obliga a la goma pulsadora -11- que se asienta sobre la tapa de admisión -8-, cerrando así la entrada de aire, y a la vez queda comunicada la zona alternativa -13- con la fuente de vacío -12-, y de esta forma queda conectada a la línea de vacío -14- con el tubo largo de pulsado -15-.

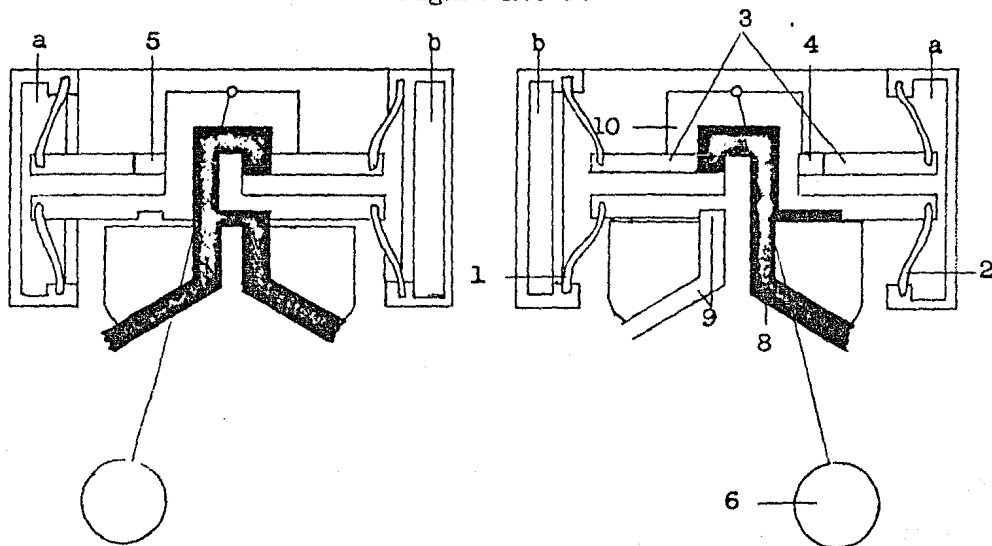
Figura No. 29



Descripción y funcionamiento de la excéntrica.

De la bomba de vacío se transmite un movimiento circular que la excéntrica -1- lo transforma en rectilíneo alternativo. Este se transmite por el brazo -2- a una pieza móvil -3-, que comunica alternativamente la salida -4- (línea de pulsado)-- con la entrada de aire -5- o con la fuente de vacío -6-.

Figura No. 30

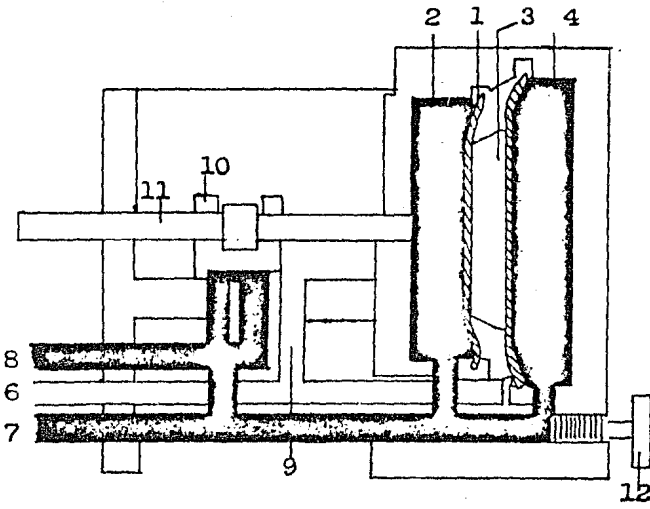


Sistema a péndulo.

Descripción: Esta compuesto por dos cámaras -a- y -b-, que - las delimitan los diafragmas de goma -1- y -2-. Entre - los diafragmas esta una estructura -3-, que comunica al - ternativamente ambas cámaras con presión atmosférica o - con el vacío, mediante orificios -4- y -5-. También per - mite intercomunicar el orificio -9-, que conecta al ge - nerador de pulsado con la línea de pulsado a la fuente - de vacío o el aire. Encima de la estructura -3- y al cen - tro se encuentra una pieza -10- que sirve de punto de - apoyo al péndulo -6-.

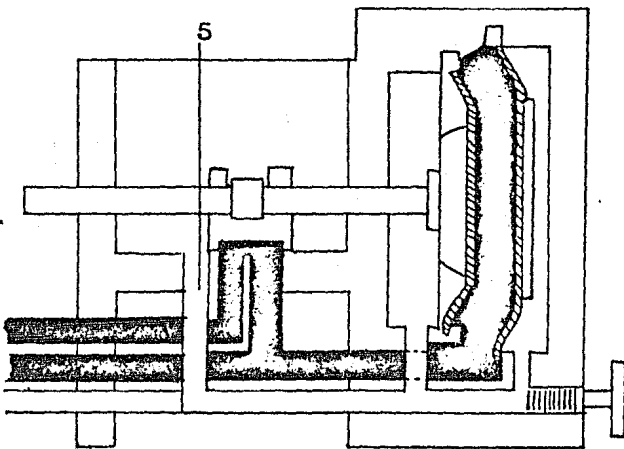
Funcionamiento: El tubo de pulsado -9- se comunica con la -- fuente de vacío -8- y al mismo tiempo la cámara -a- per - mite la entrada de vacío y la cámara -b- permite la en - trada de aire, esto provoca que la estructura -3- pase - a posición opuesta, y la fuente de vacío -8- pasa a la - cámara -b-, mientras que -9- y la cámara -a- son expues - tas a presión atmosférica. Este doble juego de presión - y vacío en las cavidades -a- y -b- provoca el movimien - to del péndulo -6-.

Figura No. 31



Pulsador neumático.

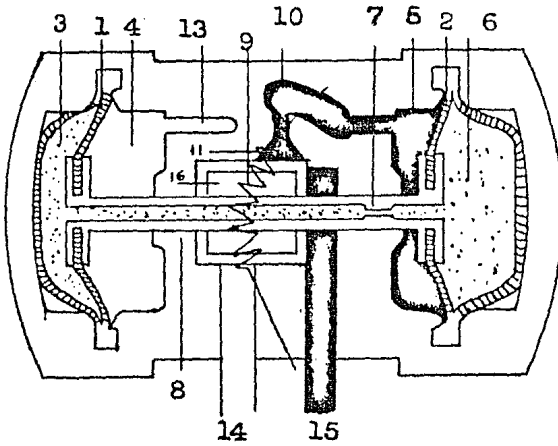
Descripción: Internamente posee 2 membranas -1-, que delimitan tres cámaras -2- -3- y -4-. La primera y la última se comunican por el conducto -5- y el tubo de pulsado -7-, la cámara -3- se comunica al tubo de pulsado -6- y a la abertura -9-. El tubo -8- comunica a la abertura -5- y -9- a través de una pieza móvil -10- montada sobre un eje -11-.



Funcionamiento: Las cámaras -2- y -3- -- tienen vacío, mientras en la cámara -2- es inmediato, en la cámara -3- es gradual debido a un tornillo -- -12-. Cuando entra el vacío por la abertura -9- queda la -5- expuesta a presión atmosférica de tal forma que las cámaras -- -2- y -4- quedan sometidas a presión, mientras en la -3- se hace vacío.

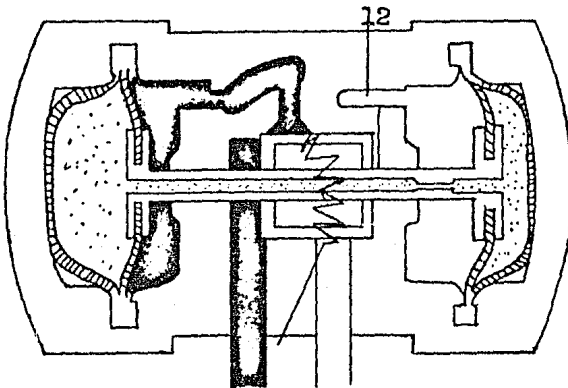
Figura No. 32

Hidropulsador.



Descripción: Posee dos membranas -1- y -2-, que delimitan cuatro cámaras -3- -4- -5- y -6-. En la cámara -3- y -6- esta un líquido de características especiales. En la cámara -4- y -5- se alterna aire o vacío.

El paso del líquido de una cámara a otra es regulado por un orificio calibrado -7-. Además posee una pieza móvil -8- donde se conecta un resorte -9-, en cuyo extremo existe una cámara móvil -10- que conecta la fuente de vacío -11- con las cámaras -12- y -13-. El pulsador se conecta a las pezoneras por tubos -14- y -15-.



Funcionamiento: La cámara móvil -10- conecta a la cámara -4- con la fuente de vacío -11-, permitiendo la entrada de aire de la cámara -12- a la cámara -5-.

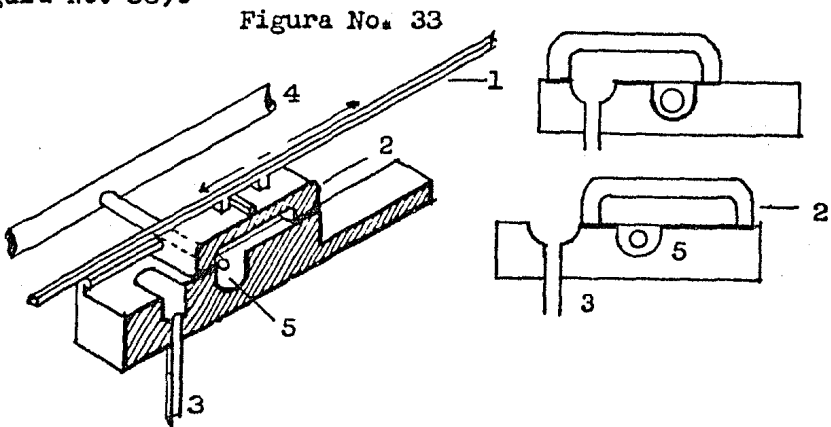
Este doble juego de presión provoca un movimiento en la pieza móvil -8-. Con esto la cámara -16- une el tubo de pulsado -14- provocando vacío, y el tubo -15- queda con presión atmosférica.

a') **PULSADOR AUTOMATICO:** Estos pulsadores reciben la información o el movimiento del generador de pulsado y se clasifican en:

- **MECANICOS:** Efectua un recorrido de ida y vuelta mediante una varilla (figura No. 33)

- **NEUMATICOS:** Canalizan alternativamente aire o presión atmosférica, a través de tubos de reducido diámetro. En la figura No. 34 se representa un pulsador neumático de pistón y en la figura No. 35 un pulsador neumático a diafragma.

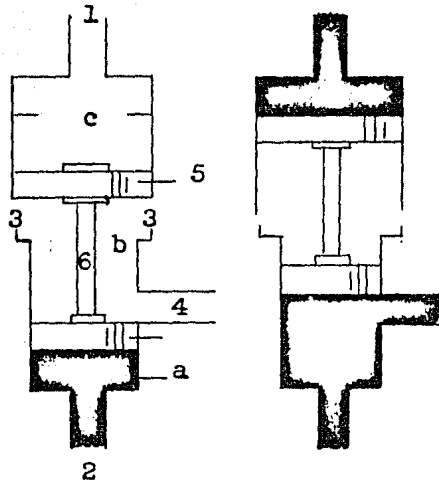
- **ELECTRICOS:** Se conecta o desconecta mediante un electroimán en cada uno de los pulsadores individuales (figura No. 36).



Descripción y funcionamiento: El movimiento de la varilla -

-1- lo recibe una corredera -2- que comunica al conducto -3- (el cual comunica el pulsador con la cámara de pulsado de la pezonera) con la presión atmosférica o con la línea de vacío -4- a través del orificio -5-.

Figura No. 34

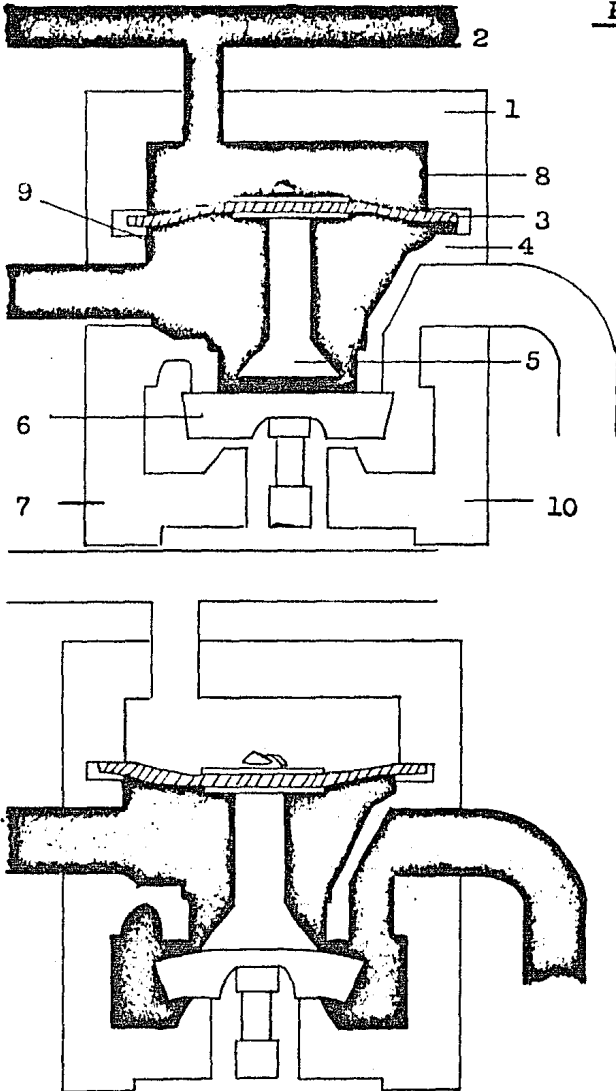


Descripción: Posee tres cámaras -a- -b- y -c- y un eje -6- - que tiene dos pistones -5- y -7-. Presenta 4 orificios de comunicación; con la línea de pulsado -1-, con la línea de vacío -2-, con la presión atmosférica -3- y con el tubo largo de pulsado -4-.

Funcionamiento: En la cámara -c- con aire, desplaza al eje -6- a la posición inferior, quedando comunicada la entrada de aire -3- con el orificio -4-. Se genera vacío en la cámara -c- y el eje pasa a posición superior, el orificio -4- queda comunicado con la fuente de vacío -2-.

Figura No. 35

Pulsador neumático a diafragma.



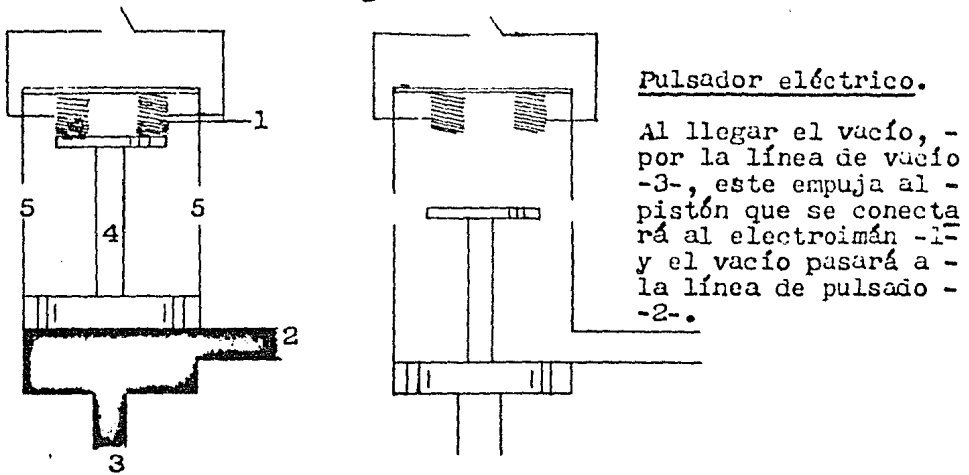
Descripción: se compone de una tapa superior -1- comunicada a la línea de pulsado -2-, de un cuerpo principal -4- un diafragma de goma -3-, el diafragma va sujeto a la pieza cónica -5-, que presiona a la goma pulsadora -6- unida a la tapa de admisión de aire -7-.

La cámara -9- esta delimitada por el diafragma -3-, un cuerpo principal -4- la goma pulsadora -6- y por la tapa de admisión de aire -7-. La cámara -10- esta delimitada por la goma pulsadora -6-, el cuerpo principal -4- y la tapa de admisión de aire -7-.

Funcionamiento: El vacío en la línea de pulsado -2-, llega a la cámara -8- que eleva el diafragma -3-, por lo que la pieza cónica -5- ya no ejerce presión y permite la entrada de aire por la tapa de admisión -7-.

Sucediendo lo contrario cuando el aire llega al diafragma -3- y la pieza cónica baja, donde la goma pulsadora cierra la entrada de aire.

Figura No. 36



Pulsador eléctrico.

Al llegar el vacío, - por la línea de vacío -3-, este empuja al - pistón que se conectará al electroimán -1- y el vacío pasará a - la línea de pulsado -2-.

LINEA DE PULSADO.

Solo la tienen equipos con pulsador maestro. Comunica al pulsador maestro o generador de pulsado con los pulsadores automáticos y se recomienda que tengan una trayectoria lo más recta y corta posible para facilitar el movimiento de aire. Además, debe ser totalmente hermética para evitar entradas de aire que alteren el sistema (26).

TUBOS LARGOS DE PULSADO.

Unen el pulsador con el colector de leche. De acuerdo con la recomendación del ISO, el diámetro no deberá ser menor a 7 mm (26).

TUBOS CORTOS DE PULSADO.

Estos tubos comunican la cámara anular con el colector. Según el ISO el diámetro interno no debe ser menor de 5 mm.

CAMARA ANULAR.

Es el espacio comprendido entre el casquillo de ordeño mecánico y la pezonera o mamila (26,38).

3. FUNCIONAMIENTO

Aunque existen una gran variedad y formas de las partes de la máquina ordeñadora, la finalidad es la misma; tener una secuencia de trabajo y por lo tanto un trabajo ordenado y una mejor eficiencia lechera.

A continuación se explicarán los principios básicos del funcionamiento normal de la máquina ordeñadora, que servirán para llevar un mejor control de la misma.

Se seguirá con la descripción anterior de los tres sistemas del equipo de ordeño: de vacío, de leche y de pulsado.

3.1. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE VACIO.

BOMBA DE VACIO.

Se basa en la formación de vacío, o sea, la extracción del aire del sistema de vacío, que permite la aspiración de la leche de los pezones y el funcionamiento del pulsador (12, 14, 19, 38).

Existen una considerable amplitud en cuanto a los requerimientos de vacío, o sea, en cuanto a presión de vacío. Actualmente en el mercado la mayoría de sistemas trabajan con una presión de vacío de 10-15 pulgadas de mercurio (15, 20, 30, 31). Otras fuentes bibliográficas miden la presión de vacío en cm de mercurio (16, 18).

Se recomienda un nivel de vacío de acuerdo a la altura de la línea de leche en (19):

- a) Nivel de vacío en lactoductos altos de 14-15 pulgadas de mercurio.

b) Nivel de vacío en lactoductos bajos de 12 1/2 ó 13 1/2 - pulgadas de mercurio.

En el sistema de vacío, una insuficiente presión es una de las más comunes deficiencias. El uso de la bomba y el motor reduce la eficiencia; aún cuando reciban mantenimiento - rutinario. También es insuficiente cuando se incrementan más unidades de ordeño, sin aumentar la capacidad de la bomba. O bien por falta de mantenimiento (29).

Cuando es insuficiente no funciona adecuadamente, incrementando la posibilidad de daño a la ubre y aumento en la incidencia de mastitis (29). Los niveles altos de vacío incrementan la incidencia de mastitis (17,18,23,24,31,33).

TANQUE DE RESERVA O ALMACENAMIENTO DE VACIO.

El tanque es una fuente de vacío de duración limitada, lo que lo hace un factor muy importante para prevenir fluctuaciones de vacío (28).

Funciona para proteger los pezones del animal de las -- irregularidades en la aspiración provocadas por la bomba o -- por la puesta en marcha de un nuevo elemento ordeñador, de -- aquí que se disponga siempre a continuación de la bomba, de un espacio que sirve de reserva de vacío (28).

Cuando la admisión de aire es mayor a la capacidad de -- la bomba, ocurren fluctuaciones de vacío (28).

Una reserva de vacío menor, existe cuando la bomba re-- quiere varios segundos(más de dos), para hacer retornar al manómetro al nivel de vacío normal. Si la reserva de vacío -

es insuficiente, el vacío se abatirá y habrá una lenta recuperación. La reserva de vacío debe ser medida en la jarra de recibo en lactoductos o al final del tubo de vacío en sistema de cubeta (19).

TRAMPA SANITARIA.

El objetivo primordial de la trampa sanitaria es el de prevenir el paso de líquidos al sistema de vacío, debido al movimiento del líquido de un lugar a otro (28).

A la vez permite el sedimento de las gotas de condensación que siempre lleva el aire aspirado del ordeño. Este dispositivo protege a la bomba y a las tuberías de un deterioro más rápido (21,27,38).

REGULADOR DE VACIO.

Su función es prevenir que la presión de vacío no suba a niveles muy altos, equilibrando el nivel de vacío cuando el aire es admitido dentro del sistema, manteniendo un nivel de vacío constante (14,18,19,21).

El regulador funciona, cuando el aire entra en el sistema de tuberías, el regulador se cierra (por diferencial de presión) para permitir que la bomba remueva rápidamente ese aire y que el vacío se estabilice (19).

MANOMETRO.

Este aparato indica la presión de vacío del mismo sistema. Generalmente se encuentra colocada en un punto visible de los tubos de vacío (21,29,38).

Cuando la aguja del manómetro, disminuye varias pulgadas cada vez que las copas de ordeño se colocan o se quitan de las tetas, o cuando se abren las válvulas de salida de leche de la jarra de recibo, al momento de vaciarla, es indicación que la bomba es insuficiente (29).

LINEA DE VACIO.

Transporta el vacío producido por la bomba desde la unidad de ordeño, para que se lleve a cabo la extracción de la leche. Además, evacúa el aire que llega a la jarra de recibo hacia la bomba (15,26).

Un funcionamiento adecuado permite tener una presión de vacío óptima, pero cuando las instalaciones se encuentran de terioradas por el tiempo, están oxidadas en el interior o estan sucias, reducen el flujo de aire (29).

Otras características que deben de contar en la línea de vacío para un buen funcionamiento son: declive adecuado, codos amplios, drenajes, diámetro continuo y en el caso de la línea de pulsación, circuito cerrado (15).

3.2. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE LA LECHE.

LINEA DE LA LECHE.

Transporta la leche y el aire; por medio de los tubos de la línea de la leche, a la jarra de recibo en donde el aire y la leche son separados (18,26,28).

JARRAS DE RECIBO.

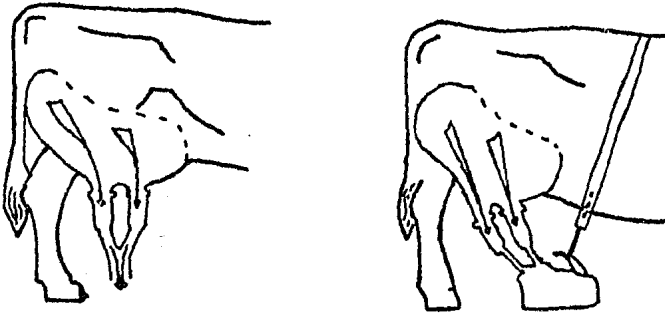
Recibe la leche, proceda de una o varias ordeñadoras. Es

tas jarras pueden aspirar directamente la leche tan pronto -
deja la unidad de ordeño, pasando por los tubos de la línea
de la leche, o bien inmediatamente después de haber sido me-
dida en las jarras de medición, pasando posteriormente por -
los tubos de la línea de la leche (18).

Cabe mencionar la importancia de la jarra o cubeta de -
recibo, suspendida mediante un cinturón sobre la vaca (tipo
balde de Surge). Investigaciones realizadas por el Dr. Turner
de la Universidad de Missouri, señala la adaptación de la --
ubre con este tipo de jarra, en comparación con otros equi--
pos de ordeño.

La adaptación de esta jarra, es en base al ángulo de in
clinación que va tomando la ubre al paso del tiempo y a la -
dirección del flujo de la leche (figura No. 37).

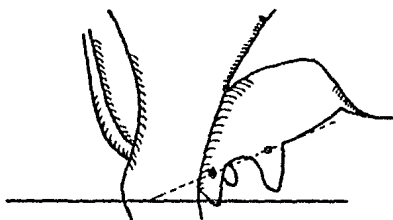
Figura No. 37



El ángulo se mide trazando una línea a través de los --
puntos donde la porción frontal de la teta del frente y a la
porción frontal de la teta de atrás, se unen con la ubre. Ex
tendiéndose la línea hasta que interceptara una línea-base

horizontal y el ángulo formado fué medido con un transportador (figura No. 38).

Figura No. 38



Esta investigación, se realizó en un grupo de 50 novillas de Raza Holstein, las cuales mostraron una inclinación media de 10.1 grados, con el aumento más rápido durante los 2 y 3 años de edad.

Como las tetas están generalmente en ángulo recto con la base de la ubre, éstas tienden ordinariamente a apuntar hacia adelante.

Debe recalcar el hecho que en el ordeño de novillas inmediatamente después del parto, la acción ondulatoria natural durante el ordeño y con cada oscilación del balde, tenderá a empujar la linfa hacia la parte superior trasera de la ubre. Esto no solamente sería de valor para aliviar la hinchazón que sigue al parto, sino durante todo el período de lactancia. La acción regular de masaje del balde oscilatorio ayudaría a la propulsión en la ubre del flujo de la linfa -- que se pudiera haber acumulado con la creciente presión en la ubre durante el período antes de ordeñar.

El balde suspendido necesita un ajuste en el cinturón,

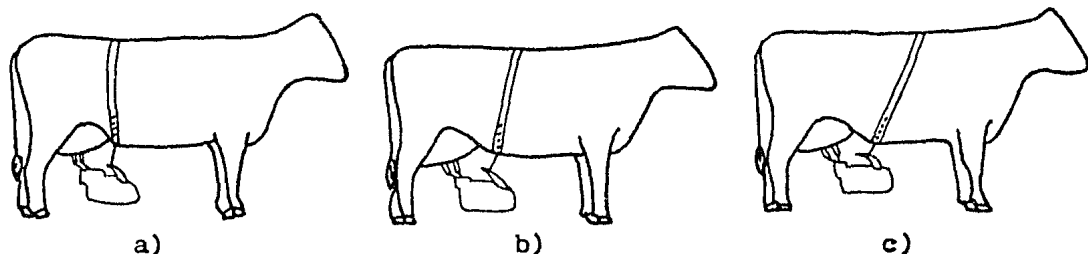
de acuerdo al trabajo de ordeño (figura No. 39).

a) Ajuste para vacas suaves (son las más fáciles de ordeñar).

b) Ajuste para vacas normales.

c) Ajuste para vacas duras (son las de ordeño más difícil).

Figura No. 39



Una desventaja de los lactoductos bajos, con respecto a los lactoductos altos, es que la jarra de recibo en los lactoductos altos permiten una mejor observación de la higiene de la leche (5).

SISTEMAS DE MEDICION O PESAJE DE LA LECHE.

Su función primordial de estos sistemas de medición, es que permiten medir la producción láctea individual de las vacas (21).

TUBO LARGO DE LA LECHE.

Conduce la leche y el aire desde la unidad de ordeño -- hasta la línea de la leche (26).

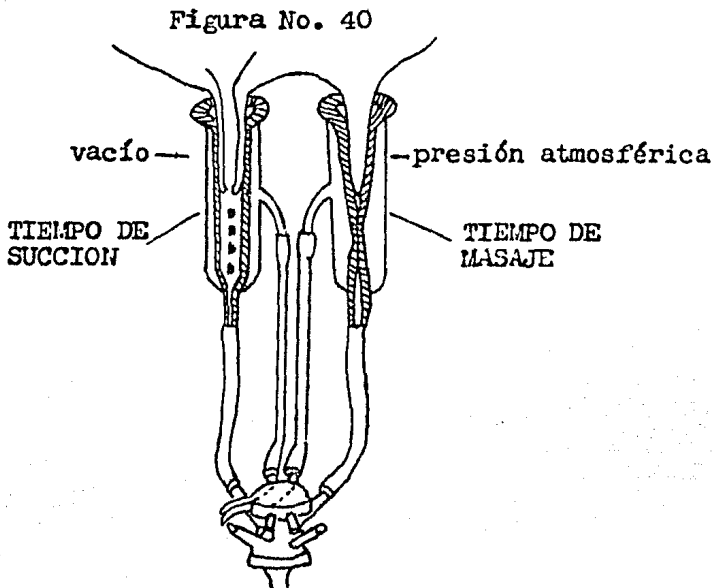
UNIDAD DE ORDEÑO.

Para una mejor comprensión de la extracción de la leche, en la presente sección se señalará el funcionamiento de la unidad de ordeño en conjunto, tomando en cuenta parte del sis

tema de pulsado, que se omitirá en su sección correspondiente.

La unidad de ordeño es la encargada directa de la extracción de la leche de la ubre, ya que es la única parte del equipo que entra en contacto con la ubre de la vaca (15,19, 21,26,28).

La leche es extraída por medio de diferencia de presión, esta diferencia entre el interior de la mamila y la presión atmosférica normal en la parte externa de la misma, o sea en la cámara anular, provoca que la mamila se colapse apretando y dando una acción de masaje (tiempo de masaje) a la teta -- forzando a la sangre a circular. En la fase de ordeño (tiempo de succión), el pulsador cierra la entrada de aire atmosférico, la presión negativa se reestablece y la mamila retorna a su forma normal, en este momento es cuando tiene lugar la extracción de la leche (2,14,18,19,26,27,29) (figura No. 40).



El vacío a nivel de la teta es de 11-12 pulgadas de mercurio (19). Lesser recomienda un nivel de vacío en la cámara anular de 6-10 pulgadas, si es mayor el nivel de vacío, se produce el trepado de la copa de ordeño, y si es inferior se produce el desprendimiento de estas.

La leche al ser extraída de la ubre pasa al interior de la mamila y es recogida por el colector, que además de captar la leche, permite la entrada de aire regulada por un orificio de admisión (ver figura No. 25), de donde pasan al tubo largo de la leche siempre bajo vacío (21).

La válvula del colector funciona automáticamente cuando entra aire, reduciendo el vacío en el colector. Esta válvula automática evita una entrada excesiva de aire en el sistema y preserva la leche contra la contaminación provocada por ambientes polvorientos y sucios (11).

3.3. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE PULSADO.

PULSADOR.

Su función es la de provocar alternativamente de modo regular, una fase de presión normal o atmosférica, correspondiente al tiempo de masaje, y una fase de presión de vacío correspondiente a la de ordeño o tiempo de succión. Esta acción se realiza en la cámara anular de la copa de ordeño, (12,14,16,19,21,26,29,30,38).

Como se menciono anteriormente, existen dos tipos de pulsador (26,28,30):

- a) Pulsador maestro o generador de pulsado
- b) Pulsador individual

El pulsador maestro controla las pulsaciones de los pulsadores automáticos, así se evita diferencias en el funcionamiento entre las diferentes unidades de ordeño. El pulsador individual controla las pulsaciones de cada unidad de ordeño (14,18,26,29,30).

Los factores más importantes que debe marcar el fabricante son: el ritmo de pulsación y la relación de pulsaciones (17,29,38).

a) RITMO DE PULSACION: Es el número de ciclos de sucesión alternada de vacío y presión atmosférica que haya en un minuto (17,29,30). En cuanto al ritmo de pulsaciones hay un amplio margen entre los ritmos recomendados por los fabricantes de máquinas que pueden variar de 40 ciclos hasta 120 ciclos (16,17).

Existen diferencias bibliográficas en cuanto al ritmo de pulsación que son de: 50-72 puls/min (29), 50-60 puls/min (38), 48-52 puls/min (31), 40-60 puls/min (33), 45-60 puls/min (14,23), 36-40 puls/min (21), 40-50 puls/min (19), lo que indica que no existe un patrón que determine el número adecuado del ritmo de pulsación.

b) RELACION DE PULSACION: Es la proporción del tiempo de vacío y presión atmosférica. También se puede llamar relación de expansión-contracción, y se refiere al tiempo en que la mamila se encuentra en la fase de ordeño (tiempo de succión) o se encuentra en la fase de masaje (tiempo de masaje) (17,29).

La relación más común es de 60:40, o sea, que un 60% --

del minuto el pezón lo encontramos contraído (17,29). También hay relaciones como 50:50, 40:60, que permiten un ordeño menos rápido. Un pulsador que da un tiempo amplio de abertura de la pezonera permite un ordeño más rápido, pero a su vez impiden un buen masaje de la teta (19).

Tenemos otro tipo de relación que es de 1:1, 2:1, 2.5:1, 4:1, esto significa, por ejemplo que: en la relación 4:1 con 60 pulsaciones, 20% del segundo va estar contraído y el 80% expandido (16,18,19,21,27,38).

Cuando el pulsador no funciona adecuadamente puede ocurrir lo siguiente (19):

- 1.- Masaje pobre o ningún masaje.
- 2.- Puede ser la causa principal de las fluctuaciones de vacío.
- 3.- Conduce a un ordeño lento.
- 4.- Puede ordeñar demasiado rápido a expensas del alivio de vacío.

LITERATURA CITADA

- 1.- Agenjo, C.C.: Enciclopedia de la leche, ed. Espasa-Calpe
pág. 272-282, Madrid, España, 1956.
- 2.- Alais, C.: Ciencia de la leche, Principios de técnica le-
chera, 3a edición, Ed. Continental, pág. 370-374, México
1981.
- 3.- Albarran, R.L.: Contribución al estudio diagnóstico de -
la mastitis subclínica en el ganado lechero y a la deter-
minación de la calidad de la leche, por el método Vol---
hard, Tesis de Licenciatura. Fac. Med. Vet. y Zoot. Uni-
versidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 1979.
- 4.- Alfa-laval: Folleto de información comercial, Normas ISO
para instalaciones de ordeño a máquina (sin fecha de pu-
blicación)
- 5.- Alfa-laval: Folleto de información comercial, Ordeño por
tubería (sin fecha de publicación).
- 6.- Alfa-laval: Folleto de información comercial, Recorder,
(sin fecha de publicación).
- 7.- Alfa-laval: Folleto de información comercial, Sala de or-
deño Alfa (sin fecha de publicación).
- 8.- Alfa-laval: Folleto de información comercial, Servo 1500
(sin fecha de publicación).
- 9.- Alfa-laval: Folleto de información comercial, Sus vacas
merecen un buen equipo de ordeño (sin fecha de publica-
ción).
- 10.- Alfa-laval: Folleto de información comercial, The trans-
portable milking machine for small herds (sin fecha de
publicación).

- 11.- Alfa-laval: Folleto de información comercial, Unidad de ordeño (sin fecha de publicación).
- 12.- Avila, T.S.: Conceptos requeridos en los sistemas de ordeño mecánico, Temas de actualización en producción animal, Tema No. 11, Departamento de Zootecnia de Rumiantes, Fac. Med. Vet. y Zoot., Universidad Nacional Autónoma de México, 1975.
- 13.- Campell and Marshall: The science of providing milk for man, Mc. Graw-Hill Book Company, pág. 258-263, New York U.S.A., 1975.
- 14.- Castle, M.E.: Modern milk production, Ed. Faber and Faber, pág. 159-173, Philadelphia, U.S.A., 1979.
- 15.- Cortés, S.C.: Ordeño mecánico ' Principios y fundamentos ', Carnation de México, pág. 25-60, México, 1982.
- 16.- Craplet, C.: The Dairy Cow, 3th ed., Ed. Edward Arnold (publiherds) LTD., pág. 83-87, 381-382, London, England 1963.
- 17.- Davis, R.F.: La vaca lechera, Su cuidado y explotación, la edición, Ed. Limusa, pág. 42-46, México, 1977.
- 18.- Dickinson, F.N., Bath, D.L., Allen, T.H., and Apleman, R.D.: Dairy Cattle: Principles, Practices, Problems, - Profits, 2th ed., Ed. Lea Febiger, pág. 366-384, Philadelphia, U.S.A., 1978.
- 19.- Gasque, G.R.: El equipo de ordeño como factor predisponente a la mastitis, Curso de Actualización sobre Mastitis Subclínica, Fac. Med. Vet. y Zoot., Universidad Nacional Autónoma de México, en coordinación con el Instituto Nacional de la Leche, Ed. Comisión Nacional para -

- el fomento de la Producción y Aprovechamiento de la leche, pág. 126-137, México, 1978.
- 20.- Gómez, A.J.: La máquina ordeñadora y su relación con la mastitis bovina (revisión bibliográfica), Tesis de Licenciatura, Fac. Med. Vet. y Zoot., Universidad Nacional Autónoma de México, México., D.F., 1978.
- 21.- Grigniani, U.: El ordeño mecánico "técnica y fisiología" Ed. Acribia, Zaragoza, España, pág. 58-74, 1970.
- 22.- Harvey, C.W. and Harry, H.: Leche, producción y control 4a ed., Ed. Academia, pág. 218-228, León, España, 1969.
- 23.- Jasper, D.E.: Bovine Medicine and Surgery, Volume Two, 2th ed., Ed. American Veterinary Publications, INC, California, U.S.A., pág. 1057-1060, 1980.
- 24.- Kelly, W.R.: Diagnóstico clínico veterinario, 4a ed., - Ed. CECSA, pág. 297, México, 1981.
- 25.- Lechería Ilustrada, información editada por Surge, 1983.
- 26.- Lesser, A.R. y Rodriguez, O.M. y Cabona, O.V.: Instalaciones y equipos de ordeño, 1a ed., Ed. Hemisferio Sur, pág. 125-222, Buenos Aires, Argentina, 1979.
- 27.- Manuales para educación agropecuaria: Bovinos de Leche, Ed. Trillas-SEP, pág. 45-50, 1982.
- 28.- Pérez, D.M.: Manual sobre la glándula mamaria, Sistemas mecánicos de ordeño " Principios básicos sobre sistemas mecánicos de ordeño ", Fasc. No. 7, Editor. Marcelo Pérez, México, 1984.
- 29.- Pérez, D.M.: Manual sobre ganado lechero, 1a ed., Ed. - Diana, pág. 436-451, México, 1982.
- 30.- Pérez, F.L.F.: La máquina de ordeño, apuntes mimeógra--

- feados de la Fac. Med. Vet. y Zoot. (no publicados).
- 31.- Reaves, P.M. and Henderson, H.O.: Dairy cattle feeding and management, 5th ed., Ed. Library of Congress Catalog, pág. 232-244, New York, U.S.A, 1963.
 - 32.- Surge: Folleto de información comercial, Ordeñadoras de balde (sin fecha de publicación).
 - 33.- The merck veterinary manual, 4th ed., Ed. Board, pág. - 815-816, New Jersey, U.S.A., 1973.
 - 34.- Trejo, J.R.: Consideraciones económicas de los efectos de la mastitis sobre la producción de leche, Curso de Actualización sobre Mastitis Subclínica, Fac. Med. Vet. y Zoot., Universidad Nacional Autónoma de México, en -- coordinación con el Instituto Nacional de la Leche, Ed. Comisión Nacional para el Fomento de la Producción y Aprovechamiento de la Leche, pág. 27-36, México, 1978.
 - 35.- Trejo, J.R.: Pérdidas económicas para el productor, originadas por la mastitis, Curso de Actualización sobre Mastitis Subclínica, Fac. Med. Vet. y Zoot., Universidad Nacional Autónoma de México, en coordinación con el Instituto Nacional de la Leche, Ed. Comisión Nacional para el Fomento de la Producción y Aprovechamiento de la Leche, pág. 37-40, México, 1978.
 - 36.- Turner, W.C.: Eficiencia del ordeño a máquina, Ed. Surge, México, 1983.
 - 37.- Valdés, O.O. y De La Fuente E.G.: Políticas oficiales para el control de la mastitis bovina en México, Curso de Actualización sobre Mastitis Subclínica, Fac. Med.

- Vet. y Zoot., Universidad Nacional Autónoma de México, en coordinación con el Instituto Nacional de la Leche, Ed. Comisión Nacional para el Fomento de la Producción y Aprovechamiento de la Leche, pág. 1-12, México, 1978.
- 38.- Veisseyre, R.: Lactología Técnica, 2a ed., Ed. Acribia, Zaragoza, España, pág. 62-79, 1972.
- 39.- Westfalia Separator: Folleto de información comercial, Bucket milking plants (sin fecha de publicación).
- 40.- Westfalia Separator: Folleto de información comercial, Manual de instrucciones (grupo de vacío) (sin fecha de publicación).
- 41.- Westfalia Separator: Folleto de información comercial, Recomendaciones para el proyecto de instalaciones de ordeño por conducción (sin fecha de publicación).
- 42.- Westfalia Separator: Folleto de información comercial, Sala de ordeño Westfalia en espina de pescado Europa 2000 (sin fecha de publicación).
- 43.- Wodin, Y.N. and Barbour, N.W.: Dairy cattle, selection, feeding and management, Ed. Chapman Hall, pág. 308-310, New York, U.S.A., 1965.