

"Determinación De La Efectividad de Esterilización De Una Olla De Presión Modificada"

Tesis Presentada Por

Evelyn Juárez Morataya

Ante el tribunal de la Facultad de Odontología de la
Universidad de San Carlos de Guatemala, que practicó el
Examen General Público, previo a optar al título de

Cirujano Dentista

Guatemala, noviembre de 2002

DL
09
T(1637)

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Decano :	Dr. Carlos Alvarado Cerezo
Vocal Primero :	Dr. Manuel Miranda Ramírez
Vocal Segundo :	Dr. Alejandro Ruiz Ordóñez
Vocal Tercero :	Dr. César Mendizábal Girón
Vocal Cuarto :	Br. Ricardo Hernández Gaitán
Vocal Quinto :	Br. Roberto Wehncke Azurdía
Secretario :	Dr. Otto Raúl Torres Bolaños

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PÚBLICO

Decano :	Dr. Carlos Alvarado Cerezo
Vocal Primero :	Dr. Alejandro Ruiz Ordóñez
Vocal Segundo :	Dr. Estuardo Vaides Guzmán
Vocal Tercero :	Dr. Luis Felipe Paz García S.
Secretario :	Dr. Otto Raúl Torres Bolaños

ACTO QUE DEDICO

A Díos

Padre eterno, que nos guía, protege e ilumina en todo momento y por sus infinitas bendiciones.

A mis Padres

Isidro Arturo Juárez Carrillo
María Teresa Morataya de Juárez
por su amor, ternura, apoyo,
comprensión y enseñanzas a lo largo
de toda mi vida.

A mi hermana

Liliana Juárez Morataya
por su cariño, amor, apoyo y cada
momento que hemos compartido
juntas.

A mi novio

Víctor Manuel Moncada Díaz
Con mucho amor, por su cariño,
amistad y apoyo.

A mis abuelitos

Adelso Juárez Meléndez
Amalia Carrillo Sarceño

José Antonio Morataya Sales
Everilda Lemus Roca de Morataya

A mis padrinos

Con mucho cariño.

A toda mi familia

Con amor.

A mis amigos y
compañeros.

Con especial afecto.

TESIS QUE DEDICO

A: DIOS

A: MI PATRIA, GUATEMALA

A: LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A: LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

A: MIS CATEDRÁTICOS

AL: COLEGIO CAMPO REAL

A: MIS AMIGOS

A: MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIO

A: MI ASESOR Dr. Estuardo Vaides Guzmán

A: Todas aquellas personas que de una u otra forma han contribuido con mi formación profesional.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Tengo el honor de someter a vuestra consideración, mi trabajo de tesis titulado: "DETERMINACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE ESTERILIZACIÓN DE UNA OLLA DE PRESIÓN MODIFICADA", conforme lo demanda los estatutos de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar al título de Cirujano Dentista.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a: Dr. Estuardo Vaides Guzmán, por su asesoría en el desarrollo de la tesis, Dr. Raúl Ralón Carranza, por su valiosa ayuda y apoyo en la realización del trabajo de campo. Dra. Dora King de García y Dra. María Eugenia Castillo por su consejería y ayuda en mi trabajo de tesis, Dr. Juan José Bolaños por su valiosa asesoría, colaboración y apoyo al presente estudio. Ing. Mecánico Nelson Álvarez por su valiosa asesoría y aporte de sus conocimientos, en el diseño y confección de la olla de presión modificada, Al Ing. Mecánico electricista Luis Ramírez por su colaboración en la manufactura y confección de la olla de presión modificada así como del aporte de sus conocimiento en el campo de la Ingeniería y vosotros distinguidos miembros del HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR, acepto mi más alta muestra de consideración y respeto.

ÍNDICE

Sumario.....	1
Introducción.....	3
Planteamiento del Problema.....	5
Justificación.....	7
Revisión de Literatura	
1. Historia de la Microbiología.....	8
2. Definición de Términos.....	14
3. Clasificación de los Instrumentos.....	18
3.1. Instrumentos Críticos.....	18
3.3. Instrumentos Semicríticos.....	18
3.4. Instrumentos No críticos.....	18
4. Clasificación de los Procedimientos Odontológicos.....	19
4.1. Procedimientos Críticos.....	19
4.2. Procedimientos Semicríticos.....	19
4.3. Procedimientos No críticos.....	20
5. Medidas para el control de infecciones en Odontología.....	20
5.1. Gorro.....	20
5.2. Mascarilla.....	21
5.3. Anteojos.....	24
5.4. Guantes.....	25
5.4.1. Guantes Comerciales.....	25
5.4.2. Guantes Para Examen Clínico.....	26
5.4.3. Guantes Quirúrgicos.....	26
5.5. Prendas Complementarias.....	28
5.5.1. Campos Quirúrgicos de mesa.....	28
5.5.2. Campos Para el Equipamiento.....	29
6. Técnica Básica de Lavado de Manos.....	30

7. Protocolo de Desinfección Previo a la Esterilización.....	32
7.1. Preremojo.....	32
7.2. Prelavado.....	32
7.3. Prelavado con Canastilla de Ultrasonido.....	33
7.4. Limpieza.....	34
7.5. Prelavado por Proceso Manual.....	35
7.6. Secado.....	36
7.7. Empaquetado.....	37
8. Lubricación y Control de Corrosión.....	38
Métodos de Esterilización.....	39
9. Procesos Físicos.....	39
9.1. Microesferas de Vidrio.....	40
9.2. Filtración.....	41
9.3. Rayos Gama Cobalto 60.....	41
9.4. Rayos Ultravioleta.....	42
9.5. Desecación.....	43
9.6. Calor Seco Horno.....	45
9.7. Calor Húmedo Autoclave.....	48
9.8. Congelación.....	77
10. Procesos Químicos.....	77
10.1. Oxido de Etileno.....	77
10.2. Plasma de Peróxido de Hidrógeno.....	78
10.3. Soluciones Químicas.....	78
10.4. Pastillas de Formol.....	82
11. Verificación de Esterilización.....	82
11.1. Verificación Biológica.....	83
11.2. Verificación Química.....	95
11.3. Verificación Mecánica.....	99
11. Generalidades y Descripción del Equipo.....	101
11.1. Olla de Presión.....	101
11.2. Manómetro.....	113
11.3. Termómetro.....	121

11.4. Rejilla.....	124
11.5. Agua desmineralizada.....	125
12.Descripción de la Modificación de la olla de presión.....	126
12.1. Realización de topes en la parte interna para sostenerla rejilla.....	126
12.2. Instalación del manómetro.....	126
12.3. Instalación del termómetro.....	127
Objetivos.....	129
Variables	130
Metodología.....	131
Recursos.....	143
Presentación y Análisis de Resultados.....	145
Conclusiones.....	158
Recomendaciones.....	160
Límitaciones.....	166
Anexo.....	167
Bibliografía.....	179

SUMARIO

La presente investigación es de suma importancia para el control de infecciones (Ej. tuberculosis. SIDA, Hepatitis B, Hepatitis C, entre otras, tanto en las labores odontológicas como médicas.

Este trabajo pretende dar a conocer una nueva opción de esterilización del instrumental utilizado en el tratamiento de los pacientes que asisten a un consultorio dental empleando el sistema de calor húmedo bajo presión.

El objetivo de este estudio fue determinar la efectividad de esterilización de una olla de presión de uso doméstico modificada.

La olla de presión se modificó instalando un manómetro de uso General que nos permitió determinar y verificar el grado de presión adecuado para esterilización (15 PSI) y un termómetro de tipo bimetálico para verificar y determinar la temperatura de trabajo de la olla de presión para esterilización (121°C).

Se colocaron dentro de la cámara de esterilización paquetes de instrumental odontológico simulando una carga real sin sobrepasar su capacidad. Dentro de algunos paquetes ubicados en el compartimiento superior próximo a la tapa y en medio de la cámara por ser áreas críticas para la penetrabilidad del agente esterilizante se colocaron indicadores biológico Attest™ 1292 3M™ e indicadores químicos internos

Steam-Clox™ OO103 3M™ dichos paquetes fueron rotulados con el tiempo de exposición al que fueron expuestos.

Se realizaron cuatro pruebas con cuatro diferentes tiempos a los 15, 25, 30, 45 minutos. Después de realizado el proceso los indicadores biológicos se extrajeron de los paquetes, se activaron y posteriormente se incubaron a 60 grados centígrados durante 48 horas.

Posteriormente se observaron la presencia o ausencia de crecimiento bacteriano, mediante un cambio cromático del medio de cultivo, obteniendo el siguiente resultado:

Se observó que la olla de presión es efectiva como método de esterilización a los 25 minutos de exposición pues no se observo cambio cromático del medio de cultivo.

Posteriormente para verificar y darle confiabilidad al resultado se realizaron tres pruebas con un tiempo de exposición de 25 minutos. Se obtuvo el mismo resultado, comprobando que la olla de presión como método de esterilización es confiable y efectivo.

INTRODUCCIÓN

En Odontología; el profesional, su personal auxiliar e instrumental están expuestos diariamente a una gran variedad de microorganismos de la microflora bucal del paciente. Dado que los instrumentos del dentista al usarlos se contaminan en el trabajo con sus pacientes, es importante conocer los procedimientos de desinfección (superficies y ambiente) y de esterilización con el propósito de prevenir las infecciones cruzadas entre pacientes, personal auxiliar y el odontólogo mismo. (5)

Todo procedimiento clínico odontológico debe ser manejado bajo estrictas condiciones de asepsia. Para tal efecto son varios los métodos de esterilización que pueden usarse actualmente siendo entre ellos el calor el método más práctico y eficiente, para este fin, entre estos el calor húmedo bajo presión (autoclave), calor seco. Pero estos poseen ciertas limitantes como el alto costo que representa comprar este tipo de aparatos, lo cual hace que sea para el odontólogo difícil de adquirirlos. (11,12,13,27)

Lo anterior motiva la búsqueda de nuevas opciones por lo que en este estudio se investigará la efectividad de esterilización de una olla de presión modificada (con un manómetro para medir presión) como método de esterilización de calor húmedo bajo presión.

Para determinar la efectividad se utilizarán dos indicadores, un indicador biológico y un indicador químico especialmente diseñados para este fin. (5,21)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los trabajadores al cuidado de la salud deben tener un riguroso control en la prevención de infecciones que puedan ser transmitidas en el consultorio de manera directa o indirecta al paciente, personal auxiliar o al odontólogo mismo. Por lo que es sumamente importante esterilizar adecuadamente los instrumentos para evitar la diseminación de agentes patológicos.

Según la literatura consultada, el autoclave de vapor de agua opera a 15 libras de presión a $121^{\circ}\text{C} = 250^{\circ}\text{F}$ durante 20 minutos de exposición. Este método actualmente es el más efectivo y lo ha sido durante muchos años, por su excelente penetración, hecho que facilita la exposición de todas las superficies del instrumental al vapor citado. (4,5,12,23,27)

Desafortunadamente el costo que representa la adquisición de este sistema de esterilización es alto, dificultándola sobre todo para el odontólogo que inicia el ejercicio de su profesión. Según un estudio sobre el análisis cualitativo y descriptivo de los métodos de esterilización realizado en 70 clínicas privadas, escogidas al azar en distintas zonas de la ciudad de Guatemala, se concluyó que el autoclave es el mejor método de esterilización ya que el vapor bajo presión es capaz de eliminar todo tipo de virus y esporas bacterianas, a pesar de ello son pocas las clínicas que reportaron el uso de autoclave en sus procedimientos de esterilización, siendo el alto costo una de las causas que dificulta su adquisición. (27)

Por lo tanto se hace necesario evaluar un nuevo sistema como método de esterilización de calor húmedo bajo presión que aún no se ha evaluado científicamente; el cual consiste en una olla de presión modificada instalándole un manómetro que mida la presión interna; lo que será de gran beneficio pues si se comprueba su efectividad será de fácil adquisición debido a su bajo costo.

JUSTIFICACIÓN

- La necesidad de implementar nuevas alternativas que sean accesibles, efectivas, de bajo costo y prácticas al odontólogo como método de esterilización de calor húmedo y presión.
- El conocimiento que se genere por medio de este estudio será de beneficio y retroalimentación para la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Odontología y Gremio Odontológico en General.

REVISION DE LITERATURA

1. HISTORIA DE LA MICROBIOLOGÍA

Aunque durante mucho tiempo se sospechó de la existencia de criaturas demasiado pequeñas para ser percibidas a simple vista, su descubrimiento estuvo relacionado con la invención del microscopio. En 1664 Robert Hooke describió los cuerpos fructíferos de mohos (células eucariotas), pero la primera persona que vio microorganismos con detalle fue el holandés Antonie van Leeuwenhoek quien, aficionado a construir microscopios simples fabricados por él mismo. Comparados con los de hoy en día, los microscopios de Leewenhoek eran bastante primitivos pero mediante cuidadosa manipulación y un buen enfoque fue capaz de ver microorganismos tan pequeños como los procaríotas. En el siglo XIX se pudo disponer de microscopios mejorados, ampliándose su uso y distribución. A lo largo de su historia, la microbiología logró sus mejores adelantos cuando se perfeccionaron los microscopios, pues éstos permitieron a los científicos penetrar más profundamente en los misterios de la célula. (26)

Pasteur demostró en primer lugar que en el aire existían estructuras que se parecían mucho a los microorganismos encontrados en el material putrefacto. Esto lo logró pasando aire a través de filtros de algodón de pólvora (piroxilina), cuyas fibras retenían las partículas sólidas. Después de disolver los filtros con una mezcla

de alcohol éter, las partículas que habían sido atrapadas se recogían en el fondo del líquido y se examinaban al microscopio. Pasteur descubrió que el aire normal contiene constantemente una diversidad de células microbianas que son indistinguibles de las que se encuentran en mucha mayor cantidad en los materiales de putrefacción. Por tanto concluyó que los organismos encontrados en tales materiales se originaban a partir de microorganismos presentes en el aire. Además, postuló que dichas células en suspensión se depositan constantemente sobre los objetos. Pasteur empleó el calor para eliminar los contaminantes, pues se conocía que el calor destruye con efectividad los organismos vivos. (10)

De hecho, otros investigadores ya habían mostrado que si una solución de nutrientes se introducía en un matraz de vidrio, se sellaba y se calentaba luego a ebullición, nunca sufría descomposición.

Pasteur terminó con la doctrina de la generación espontánea, mostrando cómo una infusión, previamente calentada, colocada en un matraz con cuello de cisne no se contaminaba con microorganismos que sedimentaban en las diversas curvaturas, de ésta forma demostró que todos los seres vivos provienen de otros seres vivos.

Comprobó que las fermentaciones se producían por agentes microbianos y cómo algunos de ellos las originaban en ausencia de aire, creando los términos aerobios y anaerobios para hacer referencia a seres que, respectivamente, viven con o sin oxígeno.

Descubrió cómo utilizando los propios microorganismos podían prevenirse las enfermedades infecciosas, surgiendo así las vacunas. (10, 26)

Eliminar todas las bacterias o microorganismos de un objeto es un proceso que ahora denominamos esterilización. Los procedimientos que usaron Pasteur y otros investigadores fueron eventualmente mejorados y aplicados a la investigación microbiológica.

Aunque Pasteur tuvo éxito en la esterilización de sustancias por simple ebullición, algunos investigadores encontraron circunstancias en las que la ebullición era insuficiente. Ahora sabemos que este fracaso era debido a la presencia en algunos materiales de bacterias que forman estructuras excepcionalmente termorresistentes llamadas endosporas. El trabajo inicial sobre las endosporas se debe a dos hombres: John Tyndall en Inglaterra y Ferdinand Cohn en Alemania. Ambos observaron que algunas preparaciones, como los jugos de frutas usados por Pasteur eran relativamente fáciles de esterilizar en tan sólo cinco minutos de ebullición, mientras que otras no se esterilizaban ni aun usando períodos de calentamiento más largos, a veces de varias horas. Cohn efectuó detalladas observaciones microscópicas y descubrió la existencia de endosporas dentro de las células de cultivos viejos de especies de *Bacillus*. Cohn y otro científico alemán, Robert Koch, aplicaron esta observación al estudio de enfermedades. Las endosporas son las estructuras vivas conocidas más resistentes al calor, y la mayor parte de los

métodos de esterilización están diseñados para destruir estas esporas. (8,9,10,26)

Pasteur consiguió otros muchos éxitos en la microbiología y medicina. Entre los principales destaca el desarrollo de vacunas para enfermedades como el carbunco, el cólera aviar y la rabia, durante el período de 1880 a 1890; estos avances médicos y veterinarios no sólo tuvieron importancia por sí mismos, sino que permitieron que arraigara el concepto de la etiología microbiana de muchas enfermedades cuyos principios estaban siendo desarrollados por otro científico contemporáneo de Pasteur, Robert Koch.

La demostración de que los microorganismos podían causar enfermedades proporcionó un gran impulso al desarrollo de la ciencia de la microbiología. En realidad ya en el siglo XIX se pensaba que se podía transmitir la enfermedad de una persona enferma a una sana para inducir en ésta última la enfermedad de la primera. Muchas enfermedades parecían diseminarse por la población y se llamaban contagiosas; y el desconocido agente que causaba la diseminación fue a su vez llamado el contagio. Tras el descubrimiento de los microorganismos, se aceptaba más o menos que estos organismos podían ser responsables de enfermedades, pero faltaban pruebas. Los descubrimientos de Joseph Lister y Semmelweis suministraron algunas evidencias sobre la importancia de los microorganismos como causa de las enfermedades en el hombre, pero la teoría microbiana de las enfermedades infecciosas no fue claramente concebida y probada hasta el trabajo

experimental del médico Robert Koch, quien formuló sus célebres postulados que demostraron que un agente microbiano era el causante de una determinada enfermedad infecciosa para ello aislaban las bacterias en un cultivo puro, las inoculaban en animales de experimentación que de ésta forma enfermaban y finalmente volvían a obtener de estos últimos el mismo agente infeccioso.

Diffundió el empleo de técnicas tintoriales para observar los microorganismos, los medios de cultivo sólidos con agar para obtener colonias aisladas. (10,26)

Mediante cuidadosos estudios microscópicos utilizando un ratón como animal experimental, puso de manifiesto que la bacteria formadora de endospora que llamaron *Bacillus anthracis* estaba siempre presente en la sangre de los animales que presentaba esta enfermedad. Koch llevó su experimento aún más lejos. Demostró también que la bacteria podía ser cultivada fuera del animal en líquidos nutritivos.

Estos descubrimientos, a su vez, condujeron al establecimiento de tratamientos adecuados para la prevención y cura de muchas enfermedades infecciosas, ampliándose así las bases científicas de la medicina clínica. (10,26)

A mediados del siglo XIX se introdujo la costumbre de lavarse las manos entre paciente y paciente a causa de la fiebre puerperal que consistía en una septicemia acompañada de fiebre en la cual el foco de infección era una lesión provocada por traumatismo durante el parto.

Pocos años después Pasteur desarrolló la teoría microbiana de la enfermedad, después Lister entre 1865 y 1891 apoyó dichos principios e inició sus estudios. Joseph Lister (1827-1912) promueve en el artículo llamado "principios antisépticos en la práctica de la cirugía", argumentando que las infecciones quirúrgicas son debidas a la existencia de gérmenes presentes en el aire, promoviendo la pulverización de ácido fenico en la atmósfera de la sala de operaciones, aplicó ácido carbólico diluido (fenol) sobre heridas infectadas, también se realizó progresivamente vaporización de las salas de operaciones, lavado de manos e instrumental. Posteriormente en 1891 se desarrolló rápidamente los principios de asepsia de Lister, con el advenimiento de la esterilización por vapor, máscaras y gorros quirúrgicos, guantes, gabachas estériles, campos y sábanas estériles e instrumentos estériles. (26)

Y a través de los conceptos de Lister nace la antisepsia moderna. Von Bergman comprueba que la existencia de microorganismos aéreos, no es tan significativa como Lister propone y demuestra mayor existencia de gérmenes en el polvo que cubre las mesas e instrumental.

Es a través de los conceptos de Bergman, que nace la antisepsia, al proponer esterilización del instrumental, ropas y vendajes. Mediante la utilización del chorro de vapor de la pasteurización y aprovecha el esterilizador a vapor el cual es inventado por Terrier en 1866.

Así mismo se introduce los conceptos de uso de guantes de goma (Halsted 1890), y la máscara de gasa (Hunter 1900).

2. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

ESTERILIZACIÓN:

Se define como un proceso capaz de destruir todas las formas de vida microbiana como bacterias, hongos, virus, inclusive en su forma vegetativa y esporulada. (7)

Desde el punto de vista microbiológico, una sustancia es estéril cuando está libre de todos los microorganismos vivos, representa la destrucción de todas las formas de vida presente sobre un cuerpo y dentro del mismo. (12)

La esterilización se refiere a aquellos procedimientos por los que todas las formas de vida microbiana, vegetativa o esporulada son eliminados. Mientras que la desinfección implica que la mayor parte de microorganismos son destruidos pero con frecuencia permanecen las formas resistentes a éstos como lo son las esporuladas. (13, 23)

Puede haber distintos grados de desinfección en contraste con la esterilización que no puede ser calificada con términos como relativa o parcial. En esencia la esterilización se realiza con vapor a presión y aire seco y la desinfección está restringida a sustancias químicas. (23)

DESINFECCIÓN:

Es el uso de agentes químicos germicidas para destruir la efectividad potencial de un material (microorganismos). (4)

DESINFECTANTE:

Es un agente químico capaz de eliminar bacterias y virus sin garantizar la eliminación completa de algunos de ellos, como por ejemplo las esporas. En general se refiere a sustancias aplicadas a objetos inanimados. (13)

AUTOCLAVE:

El término se define como un esterilizador de vapor que consiste en un recipiente herméticamente cerrado en donde la temperatura del agua calentada a 121°C ya que de esta forma destruye a los microorganismos y en donde el aumento paralelo de la presión de vapor de 15 libras de presión por pulgada cuadrada (psi), durante 30 minutos.(7)

OLLA DE PRESIÓN:

El término se conceptualiza como recipiente herméticamente cerrado para permitir que la presión de vapor se eleve hasta un nivel predeterminado. (7)

MANÓMETRO:

Es un instrumento destinado a medir la presión de un líquido o de un gas, o la diferencia entre las dos presiones. La presión es una fuerza que se ejerce en un área determinada y se mide en unidades de fuerza por unidad de área. Esta fuerza se puede aplicar a un punto en una superficie o distribuirse sobre ésta. La presión se puede expresar en libras por pulgada cuadrada. (20)

TIEMPO DE MUERTE TÉRMICA:

Es el tiempo en el cual mueren todas las células a una temperatura dada. El tiempo de muerte térmica depende del tamaño de la población, a mayor población, mayor tiempo. Cuando se estandariza el número de células, es posible comparar las sensibilidades al calor de diferentes organismos comparando sus respectivos tiempos de muerte térmica. (3,22)

INDICADORES BIOLÓGICOS (BI en adelante):

Son pruebas que contienen esporas bacterianas resistentes que son difíciles de eliminar más que cualquier otro microorganismo. La mejor garantía de la esterilización exitosa es la biovigilancia sistemática que comprueba que el procedimiento de esterilización elimina dichas esporas. (12)

Son usados para monitorizar el proceso de esterilización, y asegurar una adecuada carga, empaquetamiento, calidad esterilización es decir apropiadas condiciones del ciclo. (21)

En Odontología el profesional y su equipo están expuestos diariamente a una gran variedad de microorganismos de la microflora bucal del paciente. Ellos pueden ser patogénicos y transmitir enfermedades infectocontagiosas tales como: resfriado común, neumonía, tuberculosis, SIDA, hepatitis B, hepatitis C, entre otras. El empleo de medidas de control de la infección como equipamientos de protección individual, esterilización del instrumental, desinfección del equipamiento y ambiente, y otras, pueden prevenir la transmisión de estas enfermedades en Odontología. (5)

Se sabe que 1 ml de saliva de un sujeto sano contiene aproximadamente un promedio de 750 millones de microorganismos (13), o bien la punta de un explorador inmersa en saliva entera puede contener casi 50,000 microorganismos. (11)

Dado que los instrumentos del dentista se contaminan repetidamente en el trabajo con sus pacientes, los profesionales deben estar informados de los procedimientos de esterilización y desinfección con el propósito de prevenir las infecciones cruzadas entre pacientes y para protegerse ellos mismos de infecciones derivadas de su actividad. (13)

Debido a que el virus de la hepatitis B muestra gran infectividad y que parece ser más resistente que cualquier otro virus, es necesaria la limpieza y esterilización cuidadosas además de otras precauciones como el hacer uso de recursos físicos y utilizar sustancias químicas para evitar que este virus se propague. (13)

Para que el dentista mantenga un efectivo control de la infección odontológica durante la realización de los procedimientos clínicos es necesaria la creación de una clasificación de los instrumentos y de los procedimientos clínicos en cuanto al riesgo de transmitir una infección exógena. Una adaptación de la clasificación de Spaulding para materiales y equipamientos hospitalarios en críticos, semicríticos y no críticos puede ser adoptada para los instrumentos odontológicos. (5)

3. CLASIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS

3.1. INSTRUMENTOS CRÍTICOS: son aquellos que penetran en los tejidos subepiteliales, alcanzando el sistema vascular. Ej.: separadores, fórceps, instrumentos de corte o punta y otros. Estos instrumentos deben ser obligatoriamente esterilizados. (5)

3.2. INSTRUMENTOS SEMICRÍTICOS: son aquellos instrumentos que entran en contacto con la mucosa o piel íntegra como: cuñas de caucho, espejos extrabucales, instrumentos para amalgama. Estos instrumentos deberán ser esterilizados después de cada uso. Los instrumentos que se dañen por el calor deberán recibir como mínimo desinfección de alto nivel. (5)

3.3. INSTRUMENTOS NO CRÍTICOS: son aquellos que entran en contacto con la piel íntegra o no entran en contacto con el paciente. Tales como los componentes externos de aparato de rayo X. Estos deben ser desinfectados entre

cada paciente. (5)

En odontología, son muy pocos los instrumentos que no son encuadrados como críticos y semicríticos debido a que los procedimientos son siempre en ambientes con presencia de secreciones orgánicas (saliva, sangre, etc). (5)

4. CLASIFICACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS

4.1. PROCEDIMIENTOS CRÍTICOS: son aquellos en que hay penetración en el sistema vascular. Ej. : cirugías en tejidos blandos y duros, cirugías periodontales, exodoncias, raspados subgingival o curetaje periodontal, etc. En estos procedimientos los cuidados con la esterilización y desinfección del instrumental y del consultorio y preparación del paciente y equipo odontológico deben ser máximos.(5)

4.2. PROCEDIMIENTOS SEMICRÍTICOS: son aquellos que entran en contacto con las secreciones orgánicas (saliva) sin invadir el sistema vascular. Ej.: Acumulación de material restaurador, terapia endodóntica conservadora, colocación del aparato ortodóntico, etc. El instrumental debe estar previamente esterilizado y el consultorio desinfectado para evitar infecciones cruzadas por la presencia de las secreciones orgánicas sobre el instrumental y por la producción de aerosoles durante los procedimientos.(5)

4.3. PROCEDIMIENTOS NO CRÍTICOS: son aquellos cuando no hay penetración en el sistema vascular y no entran en contacto con las secreciones orgánicas. En Odontología no existe procedimiento que pueda ser clasificado dentro de esta categoría.(5)

5. MEDIDAS PARA EL CONTROL DE INFECCIONES EN ODONTOLOGÍA

Para la realización de un control de infección máximo, durante la atención del paciente, el dentista y su equipo deben seguir una serie de medidas básicas. Estas medidas, que serán discutidas a seguir, tiene como principales objetivos evitar la infección cruzada en lo que se refiere a prevención de la transmisión de las enfermedades infecto-contagiosas como la Hepatitis B, Hepatitis C, SIDA, Tuberculosis, Herpes simple, resfriado común, etc. (5)

EQUIPAMIENTO PARA PROTECCIÓN INDIVIDUAL:

5.1. GORRO:

El gorro es de uso obligatorio para el cirujano dentista, personal auxiliar y paciente durante la realización de trabajos con alta velocidad, micromotor y piezas de mano porque dichas piezas producen aerosoles que contienen sangre y otros fluidos corpóreos. Estos aerosoles están constituidos por microorganismos alérgenos, sustancias tóxicas, etc. Que

alcanzan los cabellos del equipo odontológico y del paciente. El uso de gorro impide que el profesional y personal auxiliar lleven para casa y otros lugares los microorganismos que colonizan sus cabellos y también evita una contaminación directa, por ejemplo paciente/profesional (por microorganismos o insectos como el piojo). (5)

RECOMENDACIONES:

1. Sujetar el cabello sin dejar mechones colgando.
2. Colocar el gorro cubriendo todo el cabello y orejas.
3. Al retirar el gorro, sujetarlo por la parte superior central y arrojarlo a la basura contaminada.
4. El gorro debe ser reemplazado en cada atención.

5.2. MASCARILLA:

La mascarilla se constituye en la mayor medida de protección de las vías aéreas superiores contra los microorganismos presentes en las partículas de aerosoles producidas durante un acceso de tos, estornudo o habla. Estos aerosoles son considerados una fuente de infección potencial de enfermedades respiratorias crónicas o agudas como el resfriado común, tuberculosis, parotiditis y otras.

Capacidad de filtración de la mascarilla: (5)

Cuadro 1.

Material Utilizado	Capacidad de Filtración
Fibra de vidrio	99%
Fibra sintética	99%
Algodón (paño)	18 a 50%
Papel	32%
espuma	14%

Al comprar uno, el profesional debe considerar las características ideales que son: ser confortable, tener buena adaptación a los contornos faciales, no tocar los labios ni la punta de la nariz, no irritar la piel; no provocar que se empañen los anteojos, ser inoloro, ser descartable, barato y evaluar su capacidad de filtrar partículas de aerosoles.

Las mascarillas están confeccionados de diferentes tipos de materiales y cada material representa una capacidad de filtración diferente. Las mascarillas de tela (paño), espuma y papel, a pesar de ser confortables, tienen poca capacidad de filtración de los aerosoles bacterianos. (5)

Ranali y cols., en un estudio realizado, demostraron la capacidad de filtración de las mascarillas encontradas en el comercio nacional. Los aerosoles evaluados en éste

trabajo fueron producidos por la turbina del alta rotación durante la remoción de tejido cariado de dientes con caries profunda. Teniendo como resultado el siguiente: (5)

Cuadro 2.

Mascarilla	Eficiencia de filtración
Filtrosa	90%
Celulex simple	50%
Filtradora automatizada	50%
Celulex doble	30%
Anatómica	20%
Algodón (pañó)	20%

RECOMENDACIONES:

- 1) Solicitar al fabricante el potencial de filtración de la mascarilla.
- 2) Disminuir la producción de aerosoles y respingos durante los procedimientos empleando una succión efectiva (succionador de alta potencia) y uso del aislamiento absoluto.
- 3) Instruir al paciente para cepillarse los dientes o hacer buches con una solución antiséptica antes de la atención.
- 4) Certificarse que el barbijo esté bien adaptado, antes del inicio de los trabajos.

- 5) No bajarlo para la región del cuello (es considerado material contaminado)
- 6) No reutilizar los barbijos descartables.
- 7) Cambiarlo cuando se humedezca y en el intervalo entre cada paciente. Los Barbijos mojados pierden el poder de filtración y facilitan la penetración de los aerosoles bacterianos.
- 8) Hablar lo mínimo posible mientras sea usado.
- 9) No tocarlo después de su colocación
- 10) Quitárselo solamente después de retirados los guantes y lavadas las manos.
- 11) Arrojarlo a una bolsa plástica con los residuos contaminados.
- 12) Reemplazarlo después de estornudar o toser. (5)

5.3. ANTEOJOS DE PROTECCIÓN:

Los anteojos de protección son anteojos especiales que deben ser usados para evitar que respingos de sangre o secreciones corpóreas producidas durante la atención alcancen los ojos del paciente del profesional o del personal auxiliar. (5)

RECOMENDACIONES:

1. Cuando los anteojos de protección presentan suciedad sin la presencia de secreciones orgánicas deben ser lavados en aparatos de ultrasonido con solución detergente.

2. Cuando los anteojos de protección presenten contaminación por secreciones orgánicas, además del lavado con jabón desengrasante o enzimático, en aparato de ultrasónico, ellos deben ser desinfectados con glutaraldehído al 2% durante 30 minutos bajo inmersión (el glutaraldehído puede dañar partes metálicas de los anteojos).
3. El profesional y/o personal auxiliar deben tener más de un par de anteojos de protección para su actividad diaria.

5.4. GUAANTES:

5.4.1. GUAANTES COMERCIALES:

Son guantes de látex, gruesos, en tamaño pequeño, medio y grande en varios colores, comercializados en supermercados o tiendas. Estos deben ser usados por el personal auxiliar cuando manipule material e instrumental contaminado y estos deben ser destinados únicamente para este fin, después del uso deben ser lavados y desinfectados. Los guantes para limpieza y desinfección del consultorio se debe emplear otro color para facilitar su identificación, también deberán ser lavados con agua y jabón y secados al aire. (5)

5.4.2. GANTES PARA EXÁMEN CLÍNICO:

Son gantes de látex, ambidiestros de tamaño pequeño, medio y grande, destinado solamente para la realización de procedimientos semicríticos no pudiendo ser reutilizados. Estos gantes tienen la desventaja de presentar puño corto. Son generalmente vendidos en cajas de cien unidades.

Los gantes de plástico (vinilo): son gantes descartables, de bajo costo y encontrados en casas de artículos médico hospitalarios. Estos gantes son usados en Odontología como un segundo guante para evitar la contaminación del guante principal cuando sean usados equipamientos accesorios, como por ejemplo el aparato fotopolimerizador o el aparato de rayos X, durante la atención clínica. Después del procedimiento deben ser descartados junto con la basura contaminada.(5)

5.4.3. GANTES QUIRÚRGICOS:

Son gantes esterilizados por medio de óxido de etileno o rayos gamma cobalto. Son empacados en sobres dobles individualmente (mano derecha e izquierda) Su uso es indicado para procedimientos críticos, todos aquellos en que haya invasión del sistema vascular, como cirugías bucodentomaxilofacial, exodoncias, biopsias, cirugías periodontales, implantoncia, raspado

radicular y demás procedimientos que incluyan sangre, pus o cualquier secreción corpórea.

Recomendaciones:

1. Estos guantes no deben ser reprocesados o reutilizados.
2. En procedimientos de larga duración de más de dos horas, deben ser reemplazados durante el procedimiento.
3. Lavar las manos antes y después de retirarlos.(5)

¿PORQUÉ NO PROCESAR O REUTILIZAR LOS GUANTES?

Los guantes no deben de ser reutilizados porque pierden la calidad, como barrera de protección, después de 3 horas de uso continuo en presencia de humedad. Estudios de Otis y Cottone mostraron que durante un tratamiento dentario de rutina los daños a los guantes varían de 38 a 44% siendo solamente 5% los diagnosticados a simple vista.

Otros estudios revelan que cirujanos hábiles y con experiencia producen 14,5% de daños en los guantes durante procedimientos y ese número aumenta sustancialmente cuando es comparado con los académicos en el inicio de la actividad clínica. Por ésta razón se recomienda el cambio de guantes en procedimientos largos, en intervalos de 2 horas. (5)

Otro hecho es que los guantes pueden presentar perforaciones de fábrica, que varían de 0.7 a 41.3%. En pacientes de riesgo, el profesional debe usar guantes dobles. Vale destacar el hecho que algunos profesionales, a pesar de detectar daños visibles en sus guantes, continúan el procedimiento aún sabiendo que la efectiva barrera producida por el guante fue perdida. La relación costo y beneficio del reprocesamiento de guantes es en general alta, siendo descartada su realización. (5)

5.5. PRENDAS COMPLEMENTARIAS:

Las prendas complementarias son consideradas barreras mecánicas en el control de la infección odontológica. Son prendas complementarias el campo quirúrgico de mesa, revestimientos para el equipamiento, campo del paciente. (5)

5.5.1. CAMPOS QUIRÚRGICOS DE MESA:

El campo quirúrgico de mesa es un pedazo de tela e algodón o polipropileno de tamaño y formas variables. Generalmente el campo quirúrgico de mesa excede 30 centímetros del tamaño de la mesa auxiliar en las laterales. Se aconseja confeccionar ese campo en tela doble. Este cuidado evita que los instrumentos perforocortantes accidentalmente perforen el campo y se contaminen al tocar la mesa quirúrgica. (5)

5.5.2. CAMPOS PARA EL EQUIPAMIENTO:

Los revestimientos para el equipamiento, (sillón, brazos de sillón, apoya cabeza del sillón, asa del reflector, asa del equipo, manguera y jeringa triple, manguera del micromotor, manguera de alta rotación, manguera del succionador y otros) deben ser confeccionados, preferentemente, en polipropileno de color claro y con un diseño que facilite la manipulación para evitar la contaminación en el momento de su colocación.

Este tipo de revestimiento debe ser empleado siempre que sea realizado un procedimiento crítico. Los revestimientos empleados para procedimientos semicríticos pueden ser los anteriormente mencionados o en su lugar una película plástica de PVC (para uso doméstico) empleada también en la protección de aparatos de RX, fotopolimerizador o amalgamador y otros.

Los procesos de esterilización constituyen sin duda una de las más importantes etapas de un programa de control de infección. No existe instrumental casi estéril, lo está o no. (5)

Esterilización es un proceso capaz de destruir todas las formas de vida microbiana como bacterias, hongos y virus, inclusive en su forma vegetativa y esporulada. Sin embargo debemos recordar que la eficiencia de la esterilización depende de la preparación previa del instrumental, a saber:

6. TÉCNICA BÁSICA DEL LAVADO DE LAS MANOS:

La técnica del lavado de manos es realizada con el empleo de jabón común, en forma líquida, y está destinada a reducir los microorganismos transitorios y algunos residentes, como también células descamativas, pelos, suciedad y oleosidad. Esta técnica debe ser realizada antes y después de los procedimientos semicríticos. El proceso debe ser realizado en la siguiente secuencia: (5)

1. Retirar anillos, pulseras, reloj de las manos y antebrazos.
2. Permanecer en posición confortable, sin doblar la columna.
3. No tocar la piletta con el cuerpo.
4. Abrir la llave con la mano no dominante, el codo o accionarla con el comando de pie o colocar las manos debajo de la llave si cuenta con sensor eléctrico que la acciona.
5. Humedecer las manos en agua corriente.
6. Colocar jabón líquido en la palma de la mano.
7. Fricciónar las palmas una contra la otra y el dorso de las manos.
8. Abrir los dedos y fricciónar las regiones interdigitales, primero una mano y después la otra.
9. Fricciónar las puntas de los dedos y las uñas en la palma de la mano opuesta.

10. Doblar los dedos y friccionar la región articular contra la palma de la mano opuesta.
11. Friccionar la región lateral de la mano contra la mano opuesta.
12. Finalmente friccionar el pulgar y su región interdigital.
13. Enjuagar las manos en agua corriente y repetir el procedimiento.
14. Secarlas con papel de toalla descartable.
15. Cerrar la llave con el auxilio de papel o toalla descartable en caso de llaves convencionales.(5)

RECOMENDACIONES:

1. Al término de las actividades clínicas diarias del día usar una crema hidratante basada en urea al 10% para evitar el resecamiento de la piel y rajaduras. Estos daños en la piel posibilitan la adhesión de microorganismos y dificultan su remoción.
2. Lavar las manos antes y después de la atención a cada paciente.
3. El uso de jabón de tocador o en barra (sólido) no es aconsejado, porque se transforma en fuente de infección cruzada por propiciar el crecimiento de microorganismos.
4. En caso de emplear una toalla de paño o compresa debe ser de uso individual por cada paciente.
5. Cuando hubieran heridas en las manos, antes del lavado, deben ser protegidas con curativos impermeables y deben usarse guantes dobles para su protección. En estos casos es mejor que el profesional no trabaje mientras la herida no cicatriza.

6. La colocación de portatoallas en la sala clínica y/o quirúrgica debe ser evitada porque se torna depósito de microorganismos facilitando el apareamiento de infección cruzada.
7. Las toallas de paño y compresas después del uso deben ser sumergidas en solución de hipoclorito o hervidas en agua y jabón durante 30 minutos.
8. El tiempo de fricción de las manos no debe ser menor de 30 segundos.

7. PROTOCOLO DE DESINFECCIÓN PREVIO A LA ESTERILIZACIÓN

7.1. PRERREMOJO:

La colocación del instrumental en una solución de prerremojo permite que se reblandezca o disuelvan los desechos orgánicos y la eliminación de la acción microbiana. El prerremojo de unas cuantas horas favorece la corrosión. Es necesario seguir las instrucciones de los fabricantes.

Estas soluciones pueden incluir (detergentes, enzimas proteolíticas o detergentes desinfectantes como los compuestos cuaternarios de amonio, fenólicos). (12)

7.2. PRELAVADO:

Procedimiento que busca facilitar la remoción de partículas impregnadas en la superficie del instrumental.
(5)

7.3. PRELAVADO CON CANASTILLA DE ULTRASONIDO:

Estos aparatos están constituidos por osciladores piezoeléctricos situados en un aparato de acero inoxidable y por una canastilla para inmersión del instrumental en solución enzimática.

El volumen de agua con jabón enzimático (10 ml/ litro de agua) o desengostrante (1 cucharada de té / litro de agua) a ser colocado en la canastilla, debe seguir las recomendaciones del fabricante del aparato. (5)

Uno de los efectos básicos del ultrasonido es la cavitación, fenómeno que se caracteriza por la liberación de gases, de producir resonancia lineal de las burbujas de gas y por el rompimiento de estas burbujas vaporizadas. (13)

Estas características mejoran la limpieza de pequeñas y delicadas superficies prácticamente inaccesibles en la técnica de cepillado manual.

Los tanques de ultrasonido se recomiendan para limpiar instrumentos dentales y quirúrgicos. Aunque el aseo ultrasónico con benzalconio (1:1000) durante 5 minutos se considera eficaz para liberar a las cavidades de la contaminación bucal. (13)

El aparato de ultrasonido con instrumental en su interior debe mantenerse cerrado durante el procedimiento de limpieza.

VENTAJAS DEL EMPLEO DEL ULTRASONIDO:

Mayor eficiencia en la limpieza, reducción en la formación de aerosoles de partículas infectadas, incidencia reducida de lesiones perforocortantes, reducción del tiempo de trabajo. (5)

7.4. LIMPIEZA:

La sangre, saliva y los materiales sobre los instrumentos pueden aislar microorganismos subyacentes de los agentes esterilizantes. La limpieza elimina o disminuye esta biocarga para facilitar la esterilización, primero es adecuado limpiar todos los artículos a esterilizar. (12)

Un agente conveniente de limpieza debe:

- Producir pH casi neutro (7.0) al mezclarlo con agua
- Disolver la sangre
- Ser eficaz contra suciedad proteínica
- Ofrecer tensión superficial baja para penetrar la suciedad
- Ser fácil de enjuagar
- No dañar los artículos en proceso de limpieza
- Contar con pruebas sobre su eficacia en agua dura y blanda

7.5. PRELAVADO POR PROCESO MANUAL:

En este proceso, el instrumental queda sumergido durante un período de 10 minutos en un recipiente plástico conteniendo solución enzimática por ejemplo: Solución rápida, limpiadora y detergente de la casa 3M la cual contiene diferentes enzimas como pepsina y quimiotripsina que digieren proteínas, carbohidratos, grasas, sangre, material purulento.

Para la dilución de dicha solución enzimática se adicionan 1 cm³ en 100 cm³ de agua corriente. Posteriormente de la inmersión el instrumental es removido con una pinza para luego cepillarlo y desaguarlo en agua destilada. (5, ^{R1})

RECOMENDACIONES PARA PRELAVADO:

1. El instrumental destinado al prelavado está contaminado, por lo tanto requiere equipamiento de protección individual adecuado (gorro, mascarilla, anteojos de protección, delantal, guantes grueso "tipo doméstico").
2. El instrumental que presenta articulaciones y conexiones debe ser desarticulado o desconectado antes del prelavado.

^{R1} Bolaños, Juan José.-- Consulta sobre Monitores biológicos y químicos, esterilización.-- (Médico y Cirujano). 3M de Guatemala.-- 31 de enero, 5 de febrero, 27 febrero del 2002.

3. No se recomienda el uso de detergentes comerciales de uso doméstico (aniónicos).
4. El proceso de lavado de las piezas de alta rotación y micromotores autoclaveables debe ser utilizado con el aparato de ultrasonido y tiene por objetivo la remoción de partículas adheridas a grasas, aceites, residuos metálicos o resinosos, fragmentos de dientes y materia orgánica (sangre, saliva).
5. Las fresas y puntas montadas de alta y baja rotación deben ser prelavadas en el aparato de ultrasonido.
6. El cepillo empleado para la limpieza manual del instrumental debe ser de uso exclusivo. Su desinfección es hecha por la inmersión en solución de glutaraldehído al 2% durante 30 minutos. El prelavado no esteriliza el material, siendo por lo tanto necesarios cuidados con su manipulación tanto como con la utilización del equipamiento de protección individual de secado.(5)

7.6. SECADO:

El secado del instrumental puede ser realizado de las siguientes maneras: (5)

1. Un paño limpio y seco (toalla).
2. Secadora de aire caliente.

3. Estufa (regulada en torno de 50 grados para este fin)
4. Aire comprimido medicinal

7.7. EMPAQUETADO:

Después del secado del instrumental se realiza el empaquetado para la esterilización.

Algunas normas deben ser seguidas: (5)

1. Algodón o similar permeable al vapor. En autoclave estos tubos de ensayo deben ser colocados con la abertura hacia abajo para evitar condensación de vapor en su interior.
2. Al empaquetar el instrumental todos los paquetes deben ser previamente identificados con su contenido separadamente, para evitar la formación de corriente galvánica que favorece la pérdida del corte y la alteración del temple de acero.
3. Empaquetar el instrumental según la necesidad de uso para que se eviten esterilizaciones innecesarias. (5)
4. Cuando un empaque o envoltorio está abierto, todo el instrumental contenido será contaminado, necesitando nueva esterilización.

5. En la estufa (calor seco) se puede utilizar como empaque papel Kraft No. 80, tubos de ensayo, sobres de nylon o cajas metálicas, papel aluminio.
6. Las cajas metálicas favorecen el contacto entre metales posibilitando la formación de corrientes galvánicas. La mala adaptación de la tapa de la caja favorece la contaminación debiendo ser cerrada con cinta testigo.
7. En el autoclave (calor húmedo) se puede utilizar como envoltorio el papel Kraft No. 80 monolúcido, tejido de algodón, tejido sintético a base de prolípropileno, cajas metálicas perforadas propias para autoclave, cajas plásticas, papel grado quirúrgico, papel celofán, pequeños frascos, tubos de ensayo o sobres de nylon.
8. Para la esterilización en autoclave de los instrumentos mayores, como clínicos y otros, se recomiendan envoltorios de papel Kraft No. 80, tomando cuidado de dejar el lado acetinado para afuera a fin de disminuir la humedad del paquete. (5)

8. LUBRICACIÓN Y CONTROL DE CORROSIÓN

Sí los instrumentos limpios y enjuagados van a esterilizarse en un horno de calor seco, el esterilizador de vapor químico, gas de óxido de etileno, primero es necesario secarlos para disminuir posibilidades de corrosión. Sí se va a esterilizar con vapor los instrumentos que no son de acero inoxidable, debe aplicarse un inhibidor de corrosión con base

hidráulica (por inmersión o aerosol) luego de la limpieza y el enjuague. Es indispensable considerar la lubricación del instrumental con partes móviles antes de esterilizarlo con vapor. Los lubricantes con base hidráulica contienen un conservador. Los lubricantes con base de aceite o silicón pueden dejar una película que el vapor no puede penetrar. Quienes fabrican los lubricantes deben aportar información que demuestre que el producto no interfiere con la esterilización. (12)

ESTERILIZACIÓN UNIVERSAL:

El concepto de una esterilización universal afirma: "sí se puede esterilizar, esterilícese". Todos los instrumentos utilizadas en la boca del paciente se contaminan con saliva o sangre mediante el contacto directo o por tocar dedos cubiertos con saliva. (12)

El calor es el método de esterilización empleado más confiable y difundido en el ámbito mundial; siempre que sea posible debe de ser el método de elección. (13)

Los métodos más prácticos y seguros de esterilización emplean calor. Estos sistemas pueden dividirse en: (13,26)

- Calor seco
- Calor húmedo

MÉTODOS DE ESTERILIZACIÓN

La esterilización puede ser realizada a través de varios métodos. (5)

9. PROCESOS FÍSICOS:

9.1. Microesferas de vidrio

9.2. Filtraciones

9.3. Radiaciones esterilizantes por rayos gama cobalto 60.

9.4. Radiaciones esterilizantes por rayos ultravioleta

9.5. Desecación

9.6. Calor seco-estufa u horno de Pasteur

9.7. Calor húmedo-autoclave.

9.8. Congelación

10. PROCESOS QUÍMICOS:

10.1. Oxido de etileno.

10.2. Plasma de peróxido de hidrógeno.

10.3. Soluciones químicas

10.4. Pastillas de formol

9. PROCESOS FÍSICOS:

9.1. MICROESFERAS DE VIDRIO

El aparato contiene un recipiente con microesferas de vidrio, que son calentadas eléctricamente hasta una temperatura de aproximadamente 230°C.

Los instrumentos endodónticos, conos de papel absorbente o torundas de algodón son introducidos en el compartimiento permaneciendo de 3 a 8 segundos de calor.

Estos aparatos han sido cuestionados principalmente por su dificultad de controlar la temperatura de la resistencia y por la posibilidad de adherencia de residuos de vidrio en los materiales a ser esterilizados. (5)

9.2. FILTRACIÓN:

Proceso que impide el paso de microorganismos de un ambiente a otro. Es utilizado principalmente en la industria farmacéutica en soluciones termolábiles, que no pueden sufrir acción al calor. (5)

En Odontología, el proceso de filtración comienza a ser utilizado en los compresores de aire. El aire comprimido contiene millones de partículas contaminantes que son en su mayoría (80%) menores que dos micrones, no siendo retenidas por los filtros convencionales que filtran partículas de un tamaño superior a 4 micrones.

Actualmente se utilizan en los compresores odontológicos filtros coalescentes que filtran partículas hasta de 0,001 micrómetro con un grado de pureza de 99.99%.(5)

9.3. RAYOS GAMA COBALTO 60

Con gran poder de penetración independiente del material de empaque son ampliamente utilizados en la industria de artículos médicos, odontológicos y farmacéuticos.

A pesar de la complejidad de operación y de costo elevado podrá tomarse, en el futuro, el método de elección para la esterilización. (5)

9.4. RAYOS ULTRAVIOLETA

Estos rayos UV se filtran a través de la atmósfera y tienen propiedades bactericidas en longitud de onda de 260nm, producen excitación más que ionización, de las moléculas de las unidades vitales de la célula especialmente sobre los ácidos nucleicos. La radiación bactericida de la lámpara de luz UV disminuye lentamente con el uso, por lo tanto debe revisarse periódicamente la capacidad bactericida de estas lámparas. (13) Pueden matar microorganismos que queden expuestos de modo directo a la luz, sin embargo estos pudieran no alcanzar todas las superficies de un instrumento o artículo bajo procesamiento. Los efectos de la luz ultravioleta pueden desaparecer si después de la exposición a esa luz, las bacterias se exponen a luz normal y se resiembran en medios de cultivo. A tal regeneración se le llama fotorreactivación (13)

En consecuencia es mejor utilizar este sistema como desinfección en vez de esterilización. (4,12,13,)

La aplicación principal de la radiación ultravioleta (UV) radica en el control de infecciones transmitidas por el aire, en donde se la usa para la desinfección de áreas cerradas, como las salas de hospitales y quirófanos.(4,26)

La luz ultravioleta, los rayos X y los gamma son ejemplos diferentes de radiación. La energía que emana del sol en forma de ondas que llega a la tierra en aproximadamente 8 minutos.

El efecto mortal sobre el hombre, es evitado por el filtro de la atmósfera. Las ondas del espectro electromagnético tienen distintas longitudes su tamaño se mide en nanómetros (nm). Los rayos cósmicos, los X, los catódicos y los gamma tienen longitudes de onda cortas, que son poderosos y penetrantes que destruyen la vida.

El uso de estos rayos se ha estudiado en su aplicación para preservar alimentos, de los mencionados con anterioridad los rayos gamma obtenidos de isótopos son los más utilizados pues atraviesan cajas de papel, bolsas de plástico y destruyen los microorganismos. La concentración de estos rayos para producir efectos bactericidas depende del tipo de microorganismo. Las esporas requieren exposiciones más intensas por mayor tiempo. El efecto de la radiación sobre las células es la ionización de las unidades vitales de una célula, en particular el ácido desoxirribonucleico. (13)

9.5. DESECACIÓN:

La desecación (deshidratación) origina cambios químicos y físicos en los microorganismos que producen la muerte. Las esporas son las formas de mayor

resistencia bacteriana y muchas soportan los efectos de la deshidratación durante años.

Como las bacterias deben crecer en un ambiente de humedad, la falta de agua (deseccación) impide su multiplicación. Sin embargo las endosporas bacterianas son muy resistentes al secado de tal manera que los organismos no mueren en forma inmediata y pueden permanecer vivas por muchos años en un estado seco. (11,26)

La Occupational Safety and Health Administration (OSHA) y la American Dental Association (ADA) apoyan la sugerencia hecha por los Centers for Disease Control (CDC) sobre la esterilización de los instrumentos dentales. Las recomendaciones para controlar infecciones efectuadas por los consejos de la ADA sobre materiales e instrumentos y equipos dentales, sobre el ejercicio odontológico y la terapéutica dental afirman: (12)

Es indispensable esterilizar los instrumentos quirúrgicos y otros, que en circunstancias normales penetran tejidos blandos o hueso (pinzas, curetas, fresas quirúrgicas, fórceps, elevadores), luego de cada empleo. Los instrumentos que no tienen la finalidad de penetrar los tejidos bucales o el hueso (condensadores de amalgama, fresas e instrumentos plásticos) pero que pudieran entrar en contacto con los tejidos de la boca también han de esterilizarse luego de cada uso. Sin embargo, si la esterilización no es factible, es necesario sumergirlos en un desinfectante químico (12).

9.6. CALOR SECO:

El horno es uno de los métodos más utilizados, a pesar de eso muchos profesionales operan el aparato de forma incorrecta comprometiendo la eficiencia del proceso.(5)

Las fallas más frecuentes se relacionan con el cálculo de la temperatura y el tiempo de exposición del instrumento al agente esterilizante. (5)

El termostato del aparato indica la temperatura de la base del horno, no necesariamente de su interior, donde está el instrumental para su esterilización. Para calcular la temperatura real en el interior debemos de utilizar un termómetro accesorio que es colocado en el orificio de respiración del aparato o hacer uso de un termómetro infrarrojo. (5)

El Ministerio de Salud de Brasilia, a través del Servicio de Vigilancia Sanitaria establece el tiempo de 1 hora a 170°C o de 2 horas a 160°C. (5,23)

Basados en esta determinación el tiempo de 2 horas a 160°C es el adecuado por afectar menos los instrumentos y materiales sometidos al proceso. Ya que una de sus desventajas es causar alteraciones en el temple de los instrumentos debido a las altas temperaturas a que estos son sometidos. (5)

Koch demostró que el calor húmedo es más eficaz que el calor seco para la esterilización (11).

Colocando termómetros de los que registran temperaturas máxima y mínimas, dentro de los envoltorios Koch encontró que después de la exposición de aire caliente a 130°C durante 4 horas, las temperaturas registradas por los termómetros envueltos en 20, 40 o 100 capas de tela, eran de 86°C, 72°C, 70°C respectivamente. Al exponer los mismos envoltorios al calor húmedo durante 3 horas la temperatura alcanzó 101°C. (13)

La observación anterior indica que el calor húmedo tiene una penetración superior a la del calor seco. El ciclo total de esterilización es prolongado varía de 3 a 4 horas. (13)

PROTOCOLO PROPUESTO PARA LA ESTERILIZACIÓN CON CALOR SECO:

1. Conectar el horno vacío a 160°C en el termómetro accesorio.
2. Colocar los paquetes sobre los estantes sin tapar los orificios. No apilar los paquetes pues la temperatura será diferente en los embalajes que se encuentran en el centro de la pila.
3. Cerrar el horno, esperar hasta que la temperatura alcance nuevamente 160°C.

4. Ajuste entonces el cronómetro para un tiempo de 2 horas.
5. Transcurrido ese tiempo, desconectar el horno y esperar hasta que la temperatura alcance entre 70°C a 60°C para abrir el aparato y retirar el instrumental. (5)

ENTRE LAS RECOMENDACIONES PODEMOS MENCIONAR:

1. Conectar el horno a un estabilizador de voltaje, pues caídas de tensión en la red eléctrica ocasionarían alteraciones en la temperatura.
2. Paquetes muy voluminosos o cajas metálicas grandes no tienen esterilización asegurada debido al bajo poder de penetración del calor seco.
3. No se recomienda la esterilización en campos, algodón, gasa, etc., debido a que la alta temperatura y tiempo de exposición dañifican las propiedades de los materiales.

MECANISMO:

El mecanismo por el cual los microorganismos resultan destruidos por el calor seco es diferente del calor húmedo. Los efectos letales del calor seco, o la desecación en general, habitualmente se atribuyen a la desnaturalización protéica, al daño por oxidación y a los

efectos tóxicos de concentraciones elevadas de electrolitos. (14, 8)

9.6. CALOR HUMEDO (AUTOCLAVE)

Son varios los factores que han hecho que el vapor saturado pero seco (esto es, sin gotitas de agua) bajo presión es la forma más eficaz de esterilización. (23) Las propiedades físicas del vapor saturado pueden ser fácilmente medidas, pudiéndose apreciar sus características microbidas, mediante la simple lectura de un manómetro.

El vapor saturado se condensa al ponerse en contacto con los objetos fríos, calentándolos y humedeciéndolos al mismo tiempo, proporcionándoles de esta forma a los dos elementos que se precisan para la destrucción de las bacterias (calor y humedad). (20)

El vapor saturado penetra fácilmente en los tejidos del material a esterilizar por dos razones: (20)

1. El vapor saturado es menos denso que el aire, por lo se desplaza por difusión de los intersticios del material.
2. El calor cedido por el vapor causa un cambio en su estado físico (lo condensa), produciendo una disminución de volumen, que da lugar a la formación inmediata de zonas locales de presión negativa, que aceleran la difusión del calor. De esta forma lleva el

3. vapor la energía calorífica al interior del paquete, dejando a continuación espacio libre para la llegada del nuevo vapor.(13,20)

Cuando el vapor se condensa sobre la superficie de un objeto, el calor latente de condensación eleva la temperatura del objeto hasta la del vapor a presión que coagula las proteínas microbianas de manera muy eficaz. (23) Los metales en particular requieren una larga transferencia de energía calorífica para llevarlos a temperaturas de esterilización debido a su masa. A mayor masa del metal en la carga, mayor cantidad de agua se producirá cuando el vapor colapse (condensación).

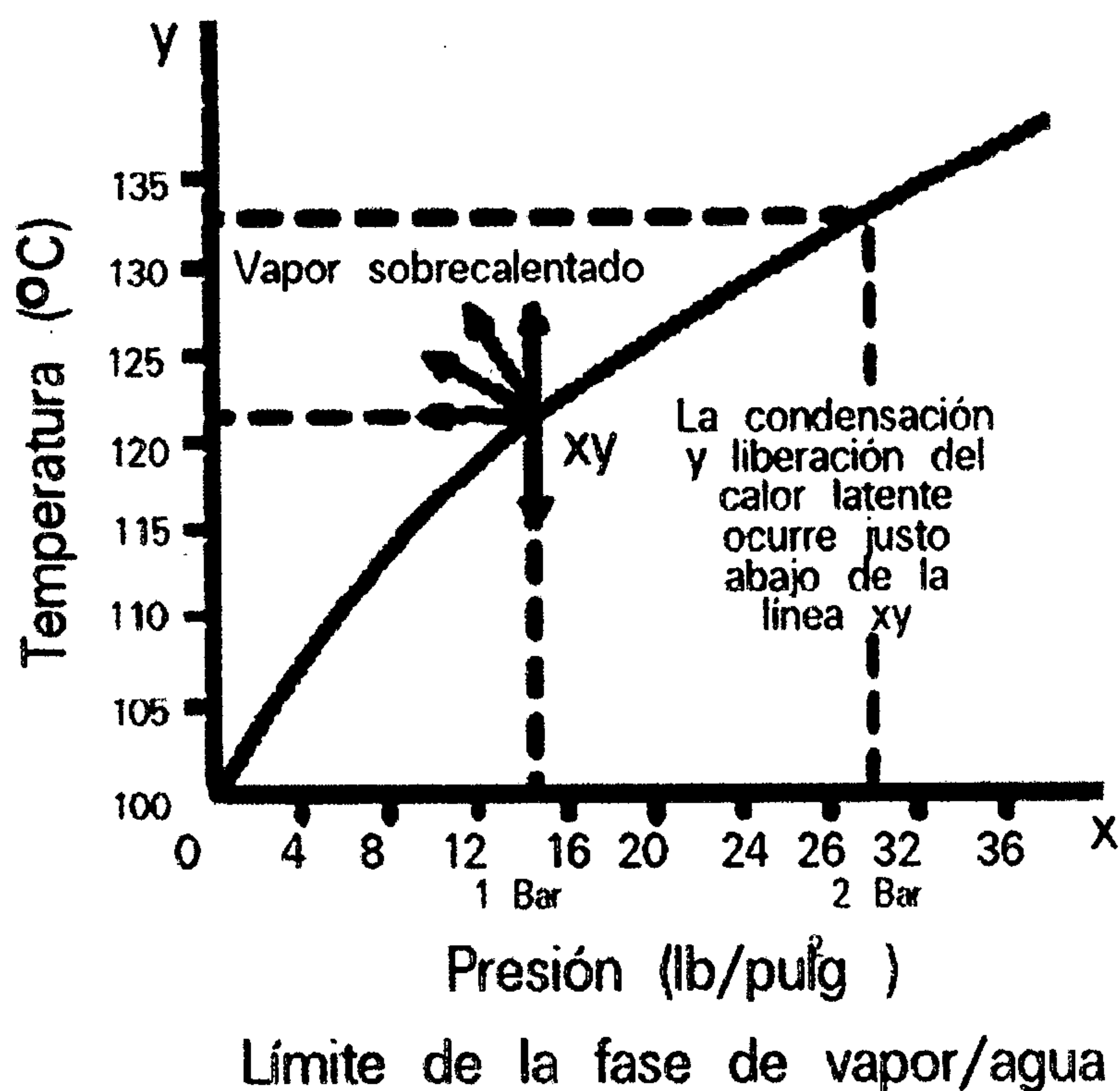


FIG. 1 DIAGRAMA DE FASE PARA EL AGUA Y EL VAPOR.

Para que se cumpla la función de un buen esterilizador el vapor deberá estar justo en el punto xy es decir cuando la temperatura (y) es igual a 121°C y la presión (x) es igual a 15lb/pulg.^2

debido a que arriba de esa temperatura el vapor se sobrecalienta, comportándose más bien como un gas seco caliente y es un mal esterilizador.. (23)

El agua hierve a 100°C a la presión atmosférica del nivel del mar, pero conforme la presión aumenta también sube la temperatura anterior. Comúnmente los autoclaves operan a 121°C a 15 lb/pulg.^2 (1 bar) o 134°C a 32 lb/pulg.^2 (2.2bar). El tiempo de esterilización es más corto a temperatura más alta. (23)

La temperatura de esterilización depende de la presión del vapor. Normalmente la temperatura del vapor es de 100°C, y aunque se puedan realizar los procedimientos de esterilización se requiere de más tiempo, tal vez de horas. Sin embargo si el vapor se confina a un recipiente cerrado, la presión se eleva y la temperatura aumenta en forma correspondiente. Con una presión de 1.05 kilogramo por centímetro cuadrado, la temperatura del vapor alcanza 121°C ; por lo general esta es la temperatura que se emplea para la esterilización. Se debe notar que si el vapor alcanza dicha temperatura por centímetro cuadrado, la atmósfera debe estar libre de aire y contener solo vapor. Estas condiciones se logran en un autoclave, que es muy similar a una olla de presión. (26)

El autoclave es considerado hoy el método más práctico y eficaz para la esterilización en el consultorio odontológico, es el calor húmedo en la forma de vapor a presión (13)

En presencia de la humedad el calor se transmite rápidamente. (13)

La esterilización se hace por la acción del vapor de agua saturado bajo presión. Los aparatos actualmente encontrados en el mercado son de fácil operación y se presentan en diferentes tamaños, capacidad y diseños.

Respecto a los artículos que pueden ser esterilizados por este método, todo el instrumental de uso médico y odontológico puede ser bien esterilizado por medio de

calor húmedo provisto como vapor, excepto por artículos de caucho o plástico debido que a temperaturas de 121°C del autoclave estos materiales empiezan a fundirse y se vuelven pegajosos porque su temperatura de fusión va de 100°C a 300°C. (1,12)

De todos los métodos existentes el calor húmedo es el preferido porque su acción letal es más rápida. (4,5,12,13,23,27)

- Las autoclaves tipo "olla de presión" tiene una atmósfera de presión, 121°C de temperatura y sus cámaras pueden tener capacidad de 6 hasta 21 litros.
- Las de tipo "casete" trabajan a una temperatura de 134°C y 2 de atmósfera de presión.
- Las de tipo "eléctrica" de mesa o "automáticas" posibilitan la regulación de presión y temperatura. Por ofrecerle una mayor practicidad y confiabilidad a la esterilización, se recomiendan las autoclaves con dos cámaras que forman una cámara de vacío no necesitando la abertura de la puerta o de la tapa para realizar el secado. El ciclo de esterilización es totalmente automático. (5)

Para hacer funcionar la autoclave, se carga la cámara y se cierra la puerta, asegurándola, ya que la presión en el interior de la cámara alcanza 15 libras de presión, o un poco más, por pulgada cuadrada. La cubierta externa de la cámara se llena de vapor y se hace salir el aire hasta conseguir una presión de 15 libras, que se indica en el manómetro. Conseguida la presión de cubierta externa, se abre otra válvula para que el vapor pase a la cámara de esterilización;

nuevamente se debe permitir que el aire se expulse manteniendo abierta una válvula de salida que se cierra cuando se ve que lo que se expulsa es vapor. (13)

Una vez cerrada la válvula de vaciamiento de la cámara, se espera hasta que el manómetro indique una presión de 15 libras por pulgada cuadrada; en este momento la lectura de la temperatura en un termómetro, colocado en el tubo de drenaje de vapor, debe ser de 121°C. En este momento se inicia la esterilización. Según el tipo de materiales y la cantidad introducida a la cámara, el tiempo para conseguir la esterilización varía. En general el tiempo mínimo es de 15 minutos y el máximo de 30. (13)

Es importante conocer qué sucede cuando vapor húmedo contacta la superficie de los instrumentos a esterilizar, el vapor de agua es usado para calentar la carga a la temperatura que se requiere para esterilizar, esto se logra transfiriendo la energía del calor latente a cada artículo. Durante esta transferencia, el vapor se condensa para convertirse en líquido (condensación), esto es lo que sucede cuando el vapor caliente del agua en ebullición toca la superficie fría del artículo, es lo que sucede cuando el vapor de agua de la ducha empaña el espejo del baño; es decir que cuando el vapor se condensa sobre la superficie de un objeto, el calor latente de condensación eleva la temperatura del objeto hasta la del vapor a presión, entonces a 10 libras de presión, la temperatura del vapor es de 116°C, a 15

libras la temperatura es de 121°C, y a 30 libras la temperatura es de 136°C . (13).

No existe ningún microorganismo incluso las esporas, que resista una temperatura de vapor a 121°C durante 10 minutos. (13)

Los artículos que pueden esterilizarse en autoclave incluye a la mayor parte de los medios de cultivo, solución salina y otras soluciones que no se alteren en altas temperaturas, jeringas, aguja, ropa, esponjas, batas, tubos y cierto tipo de instrumental. Para secar el material como las batas, instrumentos y otros, se utiliza una presión negativa que se consigue por medio de la expulsión rápida de la presión del interior de la cámara. Cuando lo que se ha esterilizado es líquido, como los medios de cultivo y las soluciones, el vaciamiento de la cámara debe hacerse lentamente ya que de otro modo, la presión negativa creada por la salida intempestiva del vapor, se manifestará en el interior de los matraces o frasco que contenga líquidos haciendo que hiervan y se derramen. (13)

La principal ventaja de la esterilización en autoclave está relacionada al tiempo de duración, que varía de acuerdo con la temperatura y la presión empleada. El ciclo de esterilización es relativamente corto. (5)

Cuadro 3.

Temperatura	Tiempo	Presión
134-138°C	3 minutos	2 atm.
126-129°C	10 minutos	1,4 atm.
121-124°C	20 minutos	1,0 atm
115-118°C	30 minutos	1,0atm.

Otra ventaja se relaciona a la posibilidad de esterilización de gasa, algodón, campo, goma y arco de plástico para aislamiento absoluto y otros materiales que no pueden ser esterilizados en calor seco.(5)

MECANISMO:

El efecto letal del calor húmedo por encima de una temperatura determinada en general se atribuye a la desnaturalización y coagulación de las proteínas; el patrón del daño térmico es bastante complejo y la coagulación sin duda enmascara otros cambios inducidos en la célula antes de que se evidencie la coagulación de las proteínas. El calor también ocasiona una pérdida de la integridad funcional de la membrana, la degradación del RNA ribosómico y la pérdida de viabilidad de las células expuestas a temperaturas elevadas. (8)

COMO REALIZAR LA ESTERILIZACIÓN EN AUTOCLAVE:

El primer paso para la realización de un ciclo de esterilización en autoclave es el conocimiento de cómo el aparato funciona según las recomendaciones dadas por el fabricante.

Etapas del ciclo de esterilización de las autoclaves tipo "eléctricas de mesa o automáticas":

1. Verificar el nivel de agua desmineralizada.
2. Disponer los paquetes de modo que permitan la circulación de vapor sin que estos toquen las paredes del aparato.
3. Cerrar la autoclave verificando que haya completa adaptación de la tapa.
4. Conectar el aparato.
5. Aguardar el ciclo de esterilización siguiendo las recomendaciones del fabricante para el secado.

RECOMENDACIONES PARA LA ESTERILIZACIÓN EN AUTOCLAVE (CALOR HÚMEDO)

1. Seguir correctamente las recomendaciones del fabricante.
2. Realizar el mantenimiento periódico del aparato.
3. El exceso de agua puede provocar humedad en los paquetes.
4. La falta de agua puede quemar los paquetes.
5. No usar la válvula de escape para despresurizar, pues tal procedimiento puede ocasionar serias

quemaduras en el operador además de favorecer la condensación de vapor de agua en los paquetes.

6. Los paquetes como vidrio, bandejas, cajas deben tener su abertura volcada para abajo para facilitar la penetración del vapor.
7. La abertura del autoclave antes del total enfriamiento favorece la condensación de vapor humedeciendo los paquetes.
8. La verificación debe de ser hecha en todos los paquetes con el uso de indicadores químicos.
9. La verificación biológica debe ser hecha a cada 15 días con suspensión del Bacilo *Steartothermophilus*.
10. No utilizar paquetes inadecuados para la esterilización en autoclave como las cajas metálicas convencionales, con papel, toalla descartables u otros.

Tener cuidado al retirar los paquetes del esterilizador, esperar que estos se enfríen y almacenarlos para no comprometer la integridad del paquete.

PRINCIPALES CAUSAS DE FRACASO EN LA ESTERILIZACIÓN CON AUTOCLAVE (CALOR HÚMEDO)

1. Manejo incorrecto del aparato
2. Tiempo insuficiente de exposición al agente esterilizante.
3. Falta de limpieza diaria del equipamiento.
4. Confección de paquetes densos y grandes.
5. Ubicación incorrecta de los paquetes.
6. Instrumental sucio y húmedo.

6. Instrumental sucio y húmedo.
7. Uso de cargas mayores que el 80% de la capacidad del autoclave.

MEDIDAS PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA EN EL ESTERILIZADOR:

Los siguientes aspectos deben de considerarse:

Con respecto a la carga de los esterilizadores es importante tener en cuenta que todos los paquetes, los cartuchos o las bandejas por esterilizar deben tener acceso al agente esterilizador. Es importante dejar un espacio aproximado de 1.25 cm alrededor de cada paquete para aumentar al máximo la exposición y lograr esterilización en la menor cantidad de tiempo. (ver figura 2) (21)

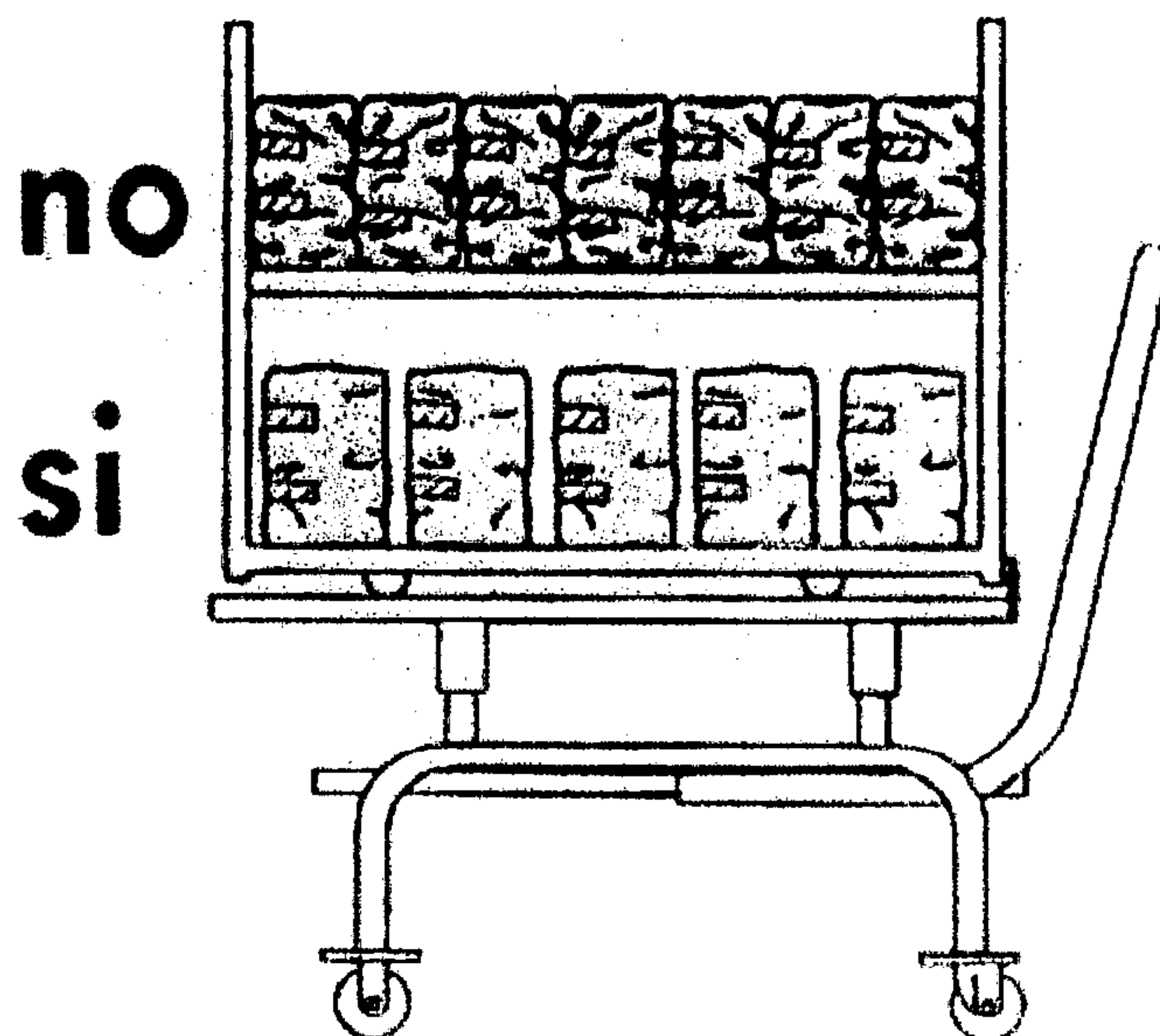


FIGURA 2. DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA EN EL ESTERILIZADOR

Los paquetes del compartimiento superior se encuentran dispuestos apretados unos contra otros y muy denso, esto no permite una buena circulación del agente esterilizante. a diferencia de la disposición de los paquetes de la carga del compartimiento inferior; la remoción del aire, el contacto con el agente esterilizante y el secado es más eficiente. fuente: cortesía de amSCO, corporación de steris, erie pennsylvania.

Posicione los campos de forma que las capas de los textiles queden en posición perpendicular, para favorecer el flujo de aire, la penetración del vapor y evacuación para secado. (ver figura 2) (21)

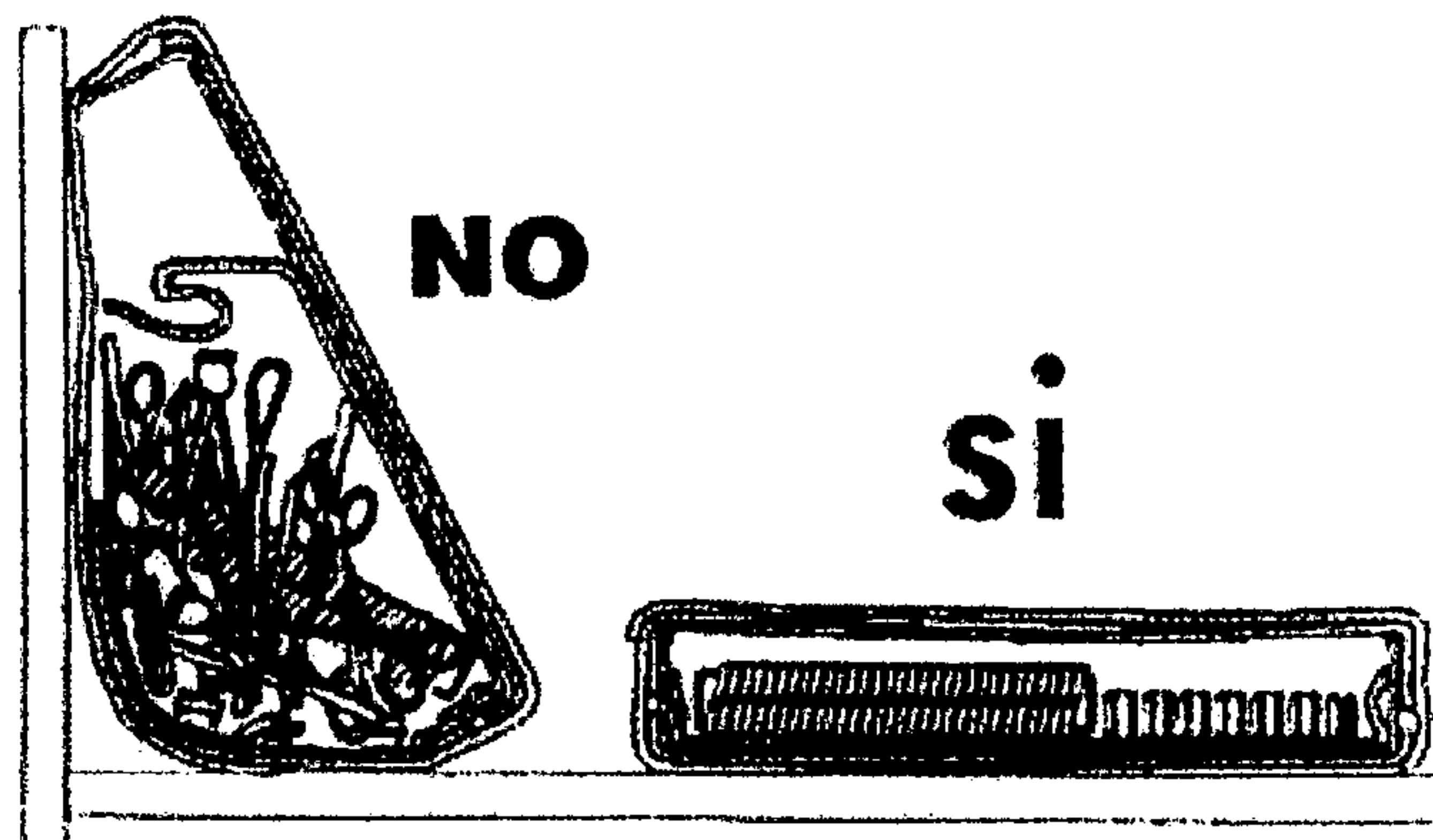


FIGURA 3. DISPOSICIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DENTRO DE LOS PAQUETES.

El agua que se condensa se acumulará en la parte inferior de los instrumentos (izquierdo). los paquetes planos y ordenados facilitan el contacto con el agente esterilizante y el drenaje del agua condensada, siendo más uniforme. (derecho) fuente: amsco, corporación steris, erie, pennsylvania.

- Coloque las bandejas o paquetes con instrumento quirúrgico bien ordenado para mantener una misma distribución y facilitar un adecuado drenaje. (ver figura 3)
- Paquetes grandes colocados en forma vertical ocasionará que la humedad se acumule de un lado de la bandeja. (ver figura 3)

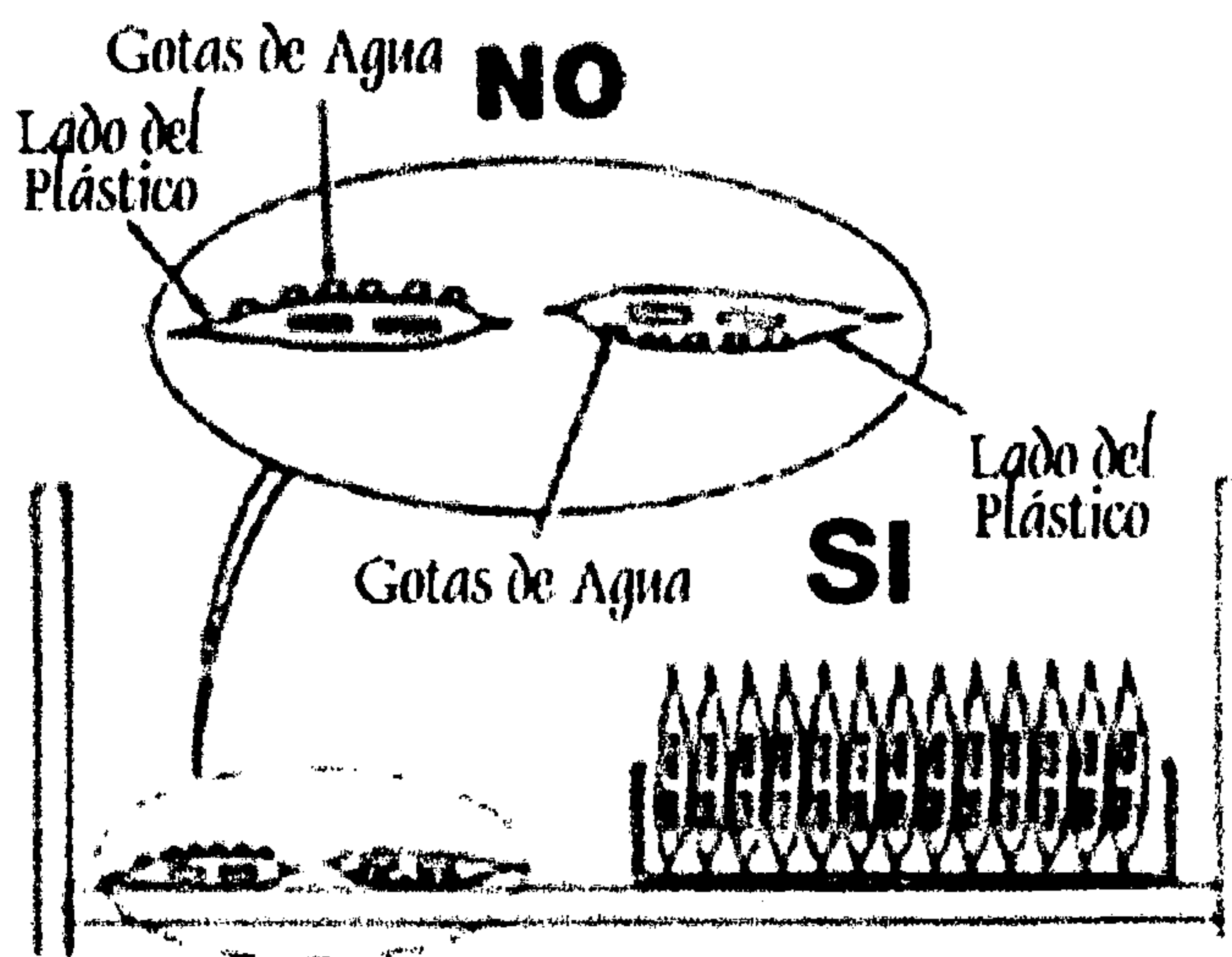


FIGURA 4. DISPOSICIÓN DE LOS PAQUETES EN EL ESTERILIZADOR. La condensación se acumulará (izquierdo). la condensación podrá drenar. (derecha) fuente: amSCO, corporación steris, erie, pennsylvania.

- Paquetes con bolsa para esterilizar con biopelículas, si coloca los instrumentos acostados con el plástico para arriba puede causar que el agua se acumule sobre el plástico. Si se coloca con el plástico hacia abajo puede causar que el agua se acumule dentro del paquetes. (ver figura 4) (21)
- Por lo tanto los paquetes planos deberán ser colocados en el esterilizador de canto, (de lado) para que las superficies planas queden verticales y pueda permitir mejor circulación del vapor. (ver figura 4) (21)

DISPOSICIÓN DE LOS PAQUETES:

- Es necesario colocarlos sobre sus bordes en vez de apilarlos uno sobre otro.
- No permita que los paquetes toquen las paredes del esterilizador; donde éstos hacen contacto puede sufrir condensación.
- Use canastillas esterilizables para pequeños contenidos.
- Examine la colocación de cada paquete y no sobrecargue el esterilizador.
- Tenga en mente la importancia de la adecuada circulación del aire, la penetración y evacuación del vapor, aunque los paquetes estén adecuadamente preparados y ordenados sino no están bien distribuidos dentro del mismo puede ocurrir un fallo en el proceso.
- Utilice entrepaños de alambre para separar las camadas de paquetes.
- Coloque los paquetes sobre un borde, en capas únicas sobre la rejilla para aumentar la circulación del agente esterilizante alrededor del instrumental.
- Deje que los paquetes se sequen antes de extraerlos del esterilizador.
- Deje que los paquetes se sequen antes de manipularlos.

Además se recomienda que se tenga el cuidado pertinente de no depositar más de diez instrumentos por paquete ya que la aglomeración de los mismos puede modificar negativamente el proceso de esterilización.

Los paquetes grandes se colocan en capas únicas sobre la rejilla para aumentar la circulación del agente esterilizante sin que se toquen unos con otros.

1. Los paquetes pequeños pueden colocarse en el entrepaño superior.
2. Si los paquetes pequeños se colocan unos sobre otros, deben estar cruzados.
3. Las vasijas o envases sólidos se colocan de costado con la boca hacia afuera para permitir que el aire fluya de ellos; para que el agua que se pueda ir acumulando durante el proceso pueda salir.

FACTORES QUE ENTORPECEN EL PROCESO DE ESTERILIZACIÓN:

En un autoclave sobrecargado de equipo para esterilizar son 3 los factores que entorpecen el proceso de esterilización:

1. El vapor tiene que tener libre acceso a los paquetes para poder garantizar una esterilización rápida y segura. Los tradicionales tambores de esterilización limitan las superficies de los paquetes expuestos para que se realice el intercambio necesario de aire y vapor, retardando en consecuencia la esterilización.
2. En los esterilizadores muy atestados de paquetes se provoca una compresión de los tejidos, lo que hace difícil la penetración del vapor. Los esterilizadores deben ir provistos de anaqueles a fin de poder

obtener la mayor cantidad de espacio disponible, con el fin de evitar amontonar los paquetes unos encima de otros.

3. Paquetes de material colocados de forma tal que impiden el escape de aire. (5)

Podemos observar entre las características del autoclave que éste cuenta con ventajas muy importantes que lo califican como el método más práctico y eficaz. (12)

El autoclave cuenta con ciertas limitantes como lo es su alto costo. (ver cuadro 4)

Cuadro 4.

Método	Situaciones Estándar para esterilizar	Ventajas	Precauciones y/o Límitantes	Pruebas con esporas
Autoclave vapor de Agua	20 min 121°C (15psi)	Eficaz en Cuanto a tiempo.	No emplear recipientes cerrados.	Tiras o ampolletas o recipientes con Bacillus stearothermophilus
		Penetración adecuada.	Puede deteriorar artículos de plástico o caucho.	
		Esteriliza Líquidos con base hidráulica, solución salina	Corroe artículos metálicos que no son de acero inoxidable	
		Esteriliza ropa, gasas, campos, esponjas, equipo para venoclisis, medios de cultivo, tubos. (12)	El alto costo Ya que hace difícil su adquisición. (12,27)	

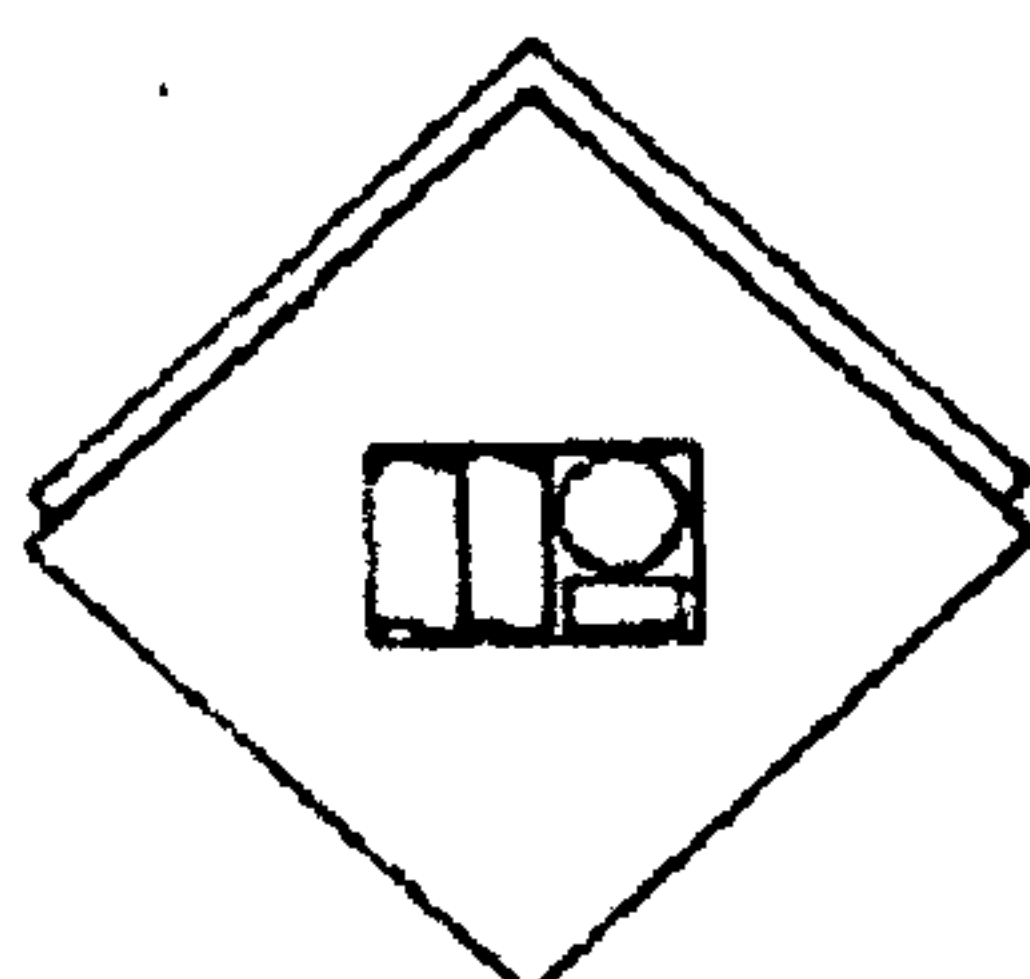
Con respecto al material de empaque para esterilización podemos observar que el método de vapor a presión dispone de muchas alternativas para dicho procedimiento.

Material de empaque para esterilización: (12)

Cuadro 5.

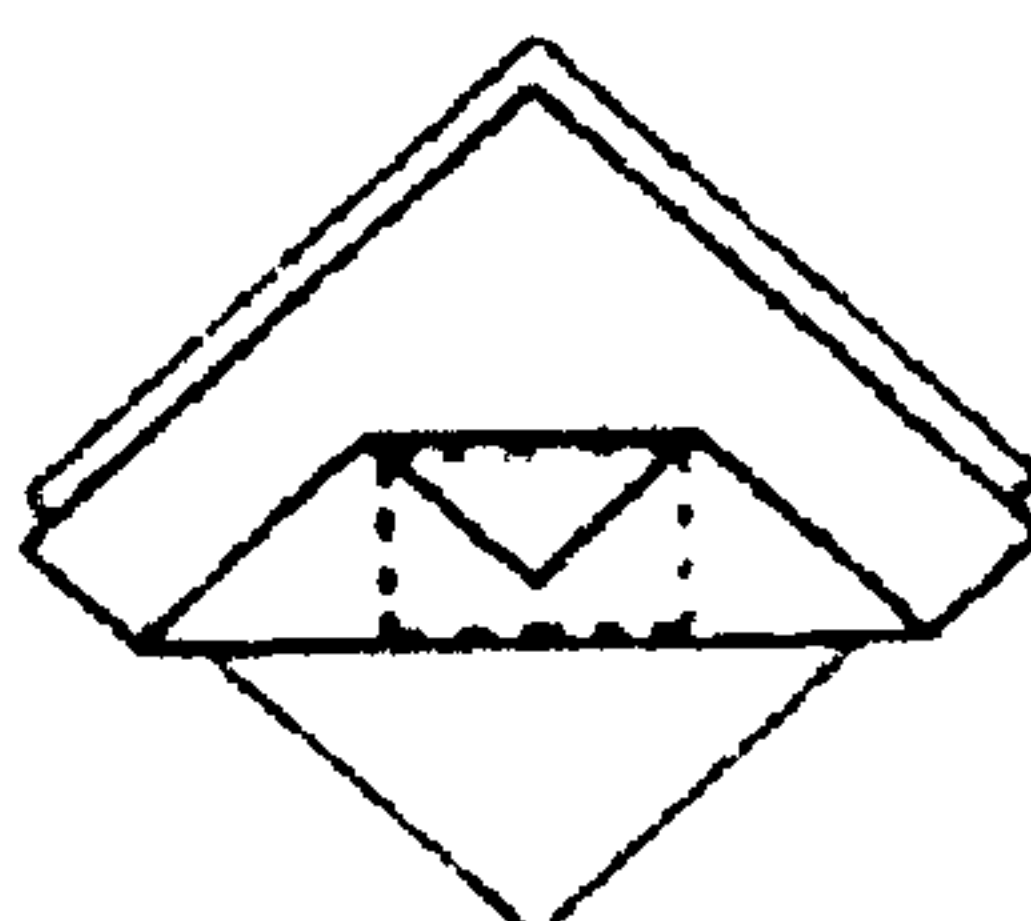
Tipo de esterilizador	Material para empacar
Vapor de agua a presión	Tabos de nylon plástico Bandejas con perforaciones Bolsas de biopelículas y Papel desprendible Papel de esterilización para envolver Tela(10) Papel Kraft No. 80 monolúcido Tejido de algodón o crudo, Tejido sintético a base de prolípropileno, Cajas metálicas perforadas propias para autoclave, Cajas plásticas, Papel grado quirúrgico, Celofán, Pequeños frascos, Tabos de ensayos Sobres de nylon.(4)
Vapor químico no saturado	Papel de esterilización para envolver Bolsas de biopelículas y Papel desprendible
Calor seco	Tabos de nylon plástico Papel de esterilización para envolver Papel aluminio(10) Papel Kraft No. 80 monolúcido Cajas metálicas Tabos de ensayo(4)

Secuencia de Pasos de Técnica de Empaquetamiento en forma de Sobre **Fuente: Sterilization Technology for the Health Care, Maryland (21)**



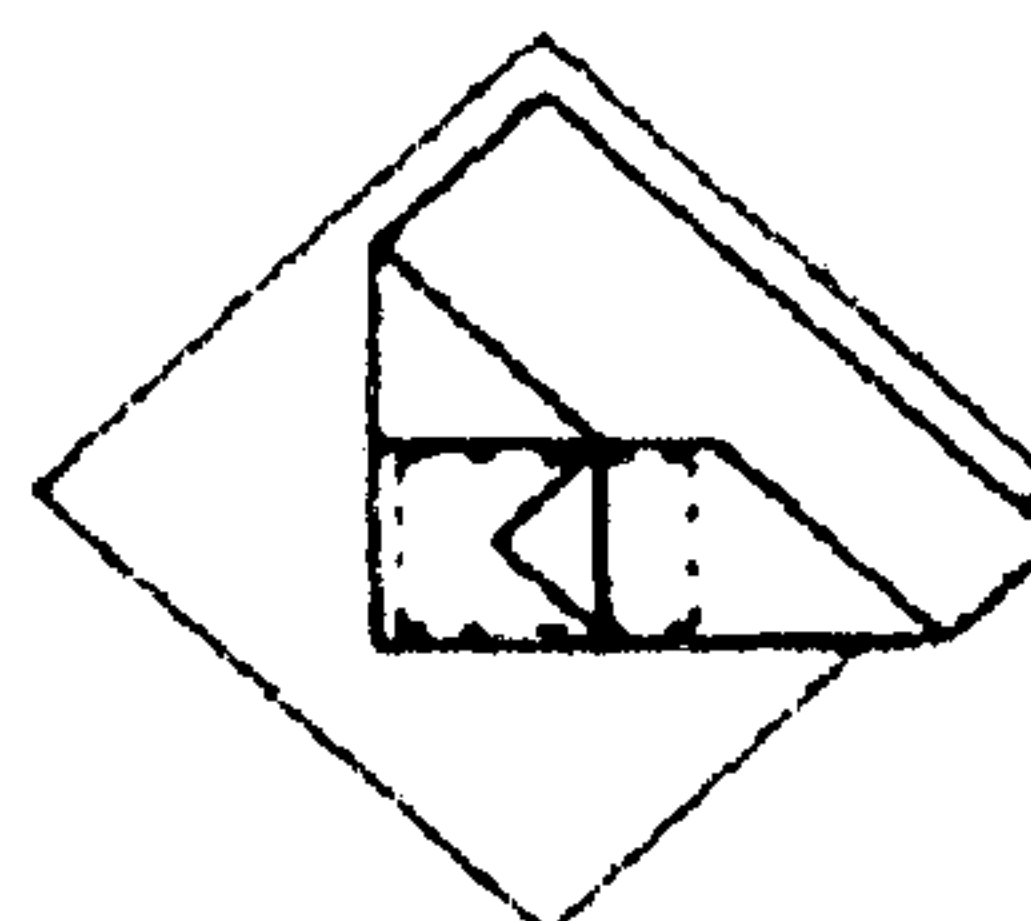
PASO 1

Coloque el artículo en el centro del envoltorio



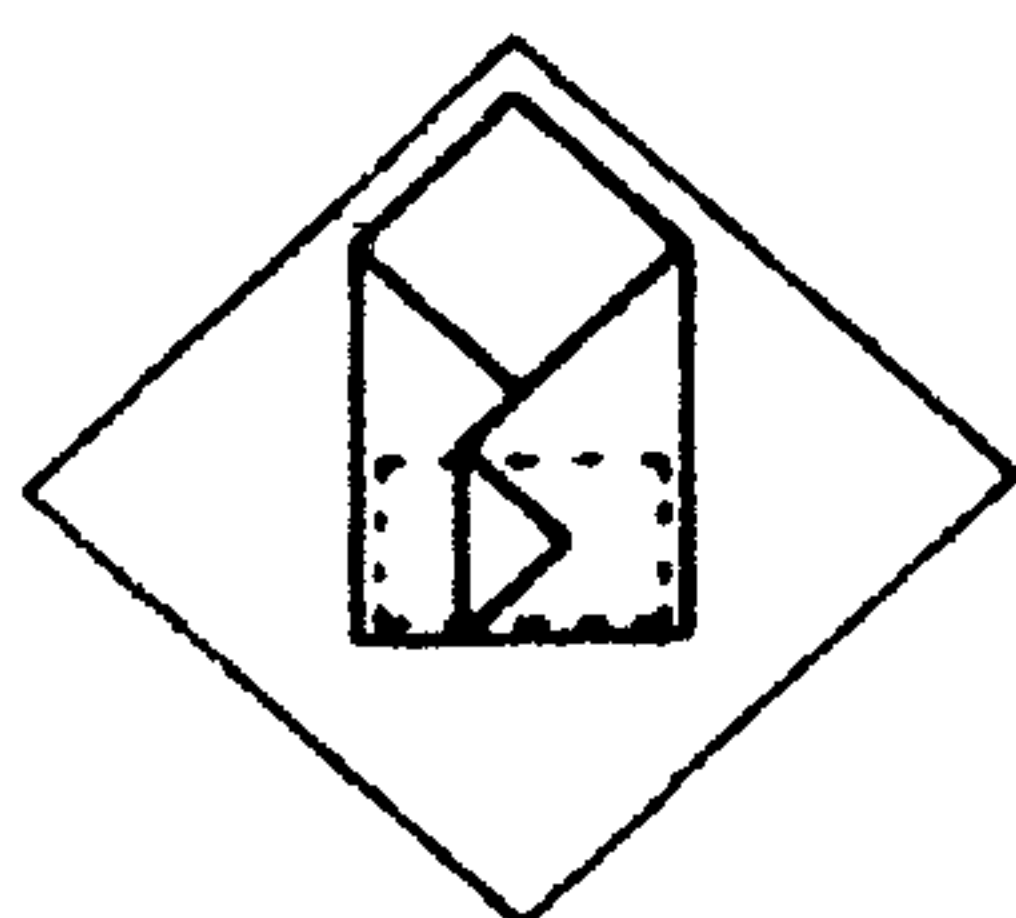
PASO 2

Doble la sección cercana a usted hacia el centro y repliegue el dorso.



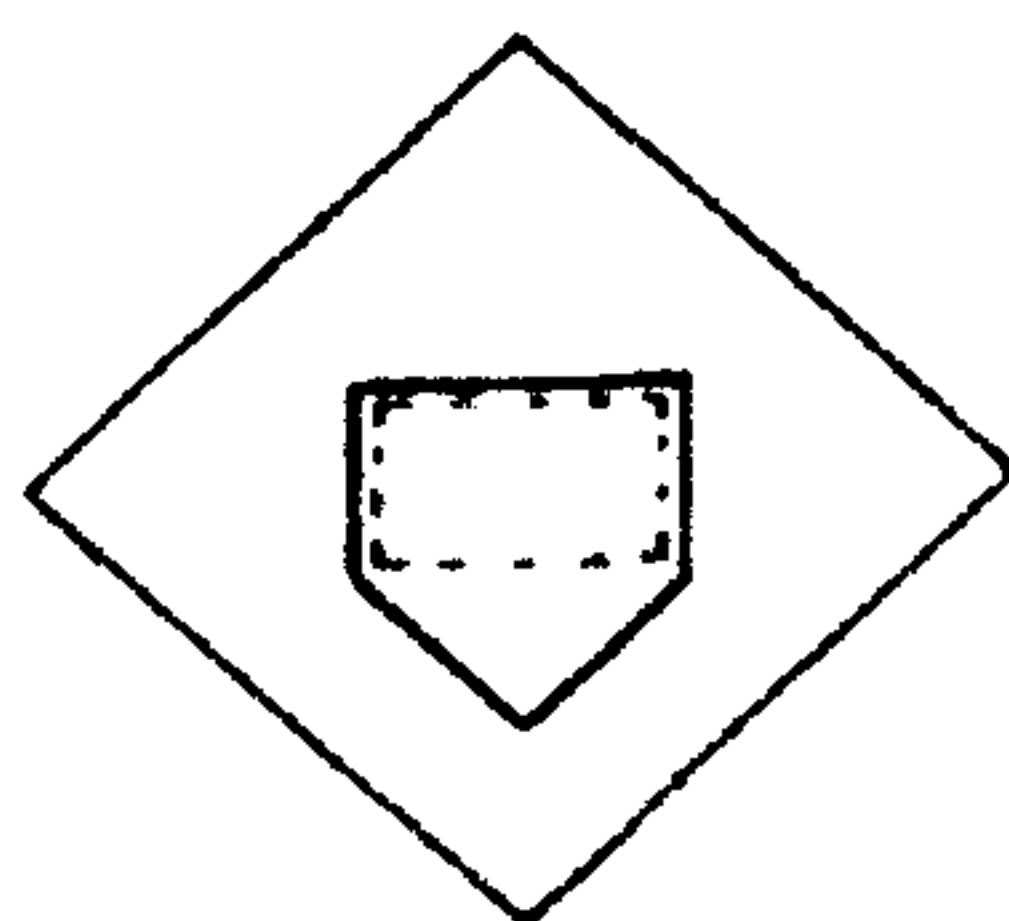
PASO 3

Doble la sección izquierda hacia el centro y repliegue el dorso.



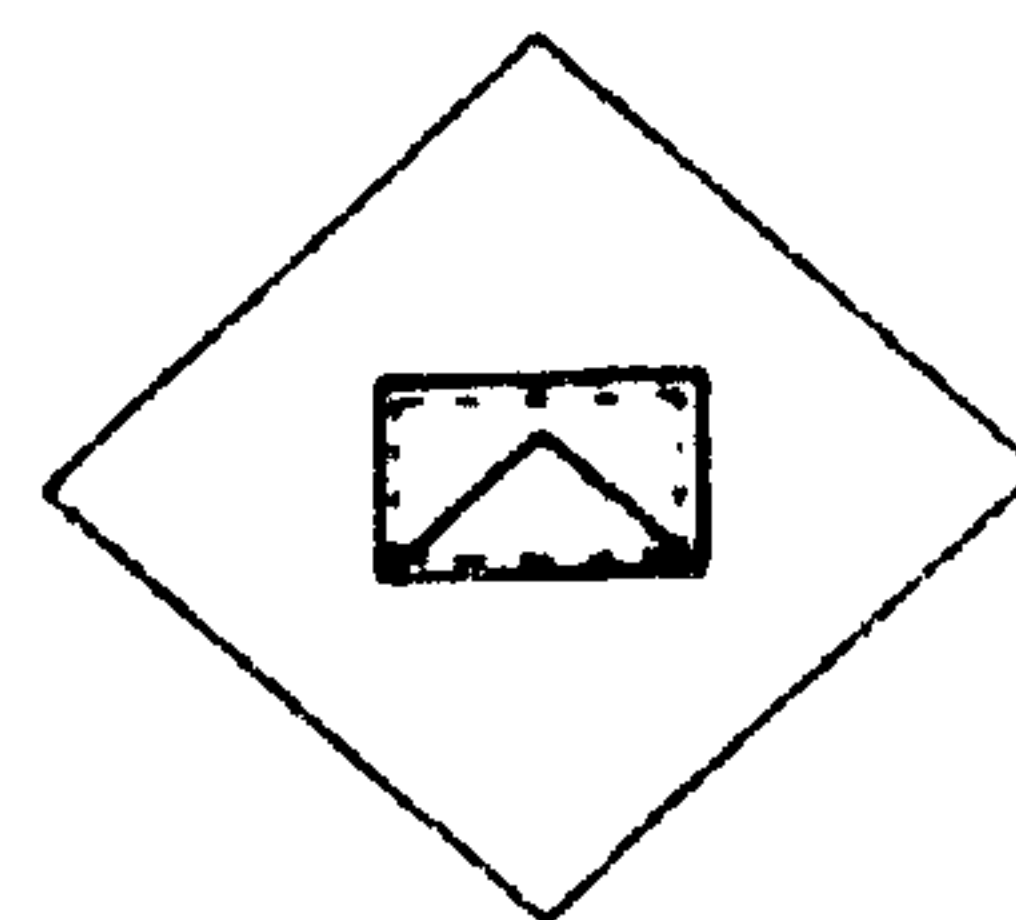
PASO 4

Doble la sección derecha hacia el centro y repliegue el dorso



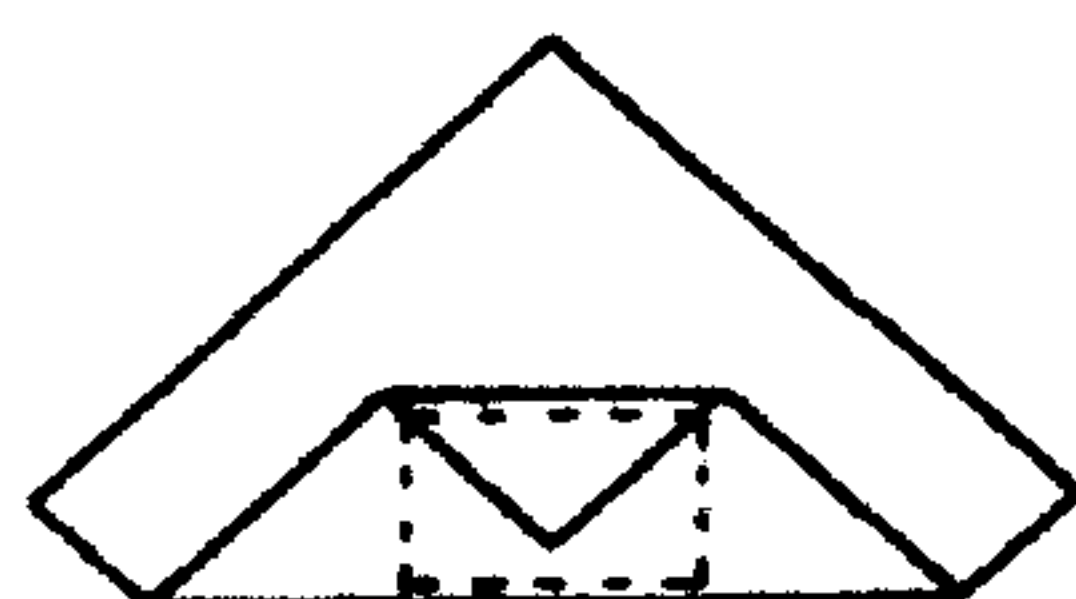
PASO 5

Doble la sección superior hacia el centro.



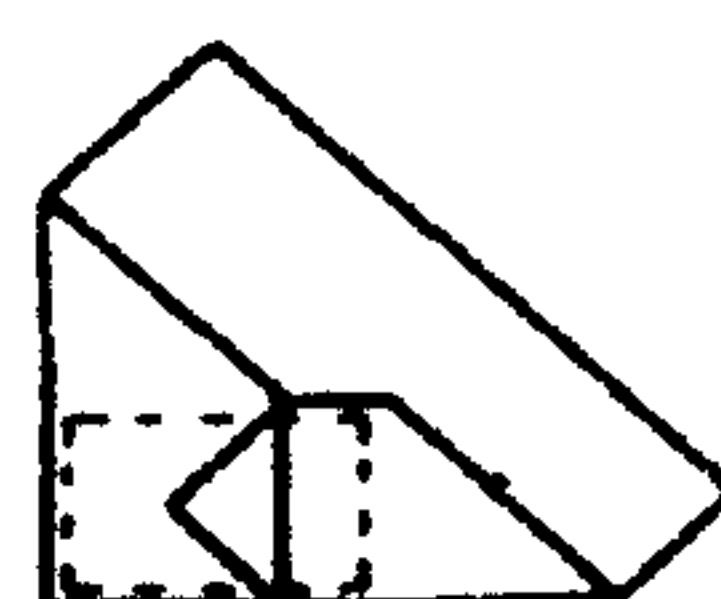
PASO 6

Repliegue el dorso



PASO 7

Doble la sección cercana a usted hacia el centro y repliegue el dorso.



PASO 8

Doble la sección izquierda hacia el centro y repliegue el dorso



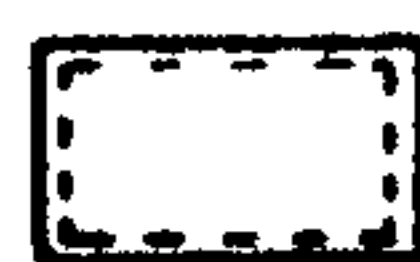
PASO 9

Doble la sección derecha hacia el centro y repliegue el dorso



PASO 10

Doble la sección superior hacia el centro.



PASO 11

Pliegue el dorso hacia dentro de las secciones derecha e izquierda

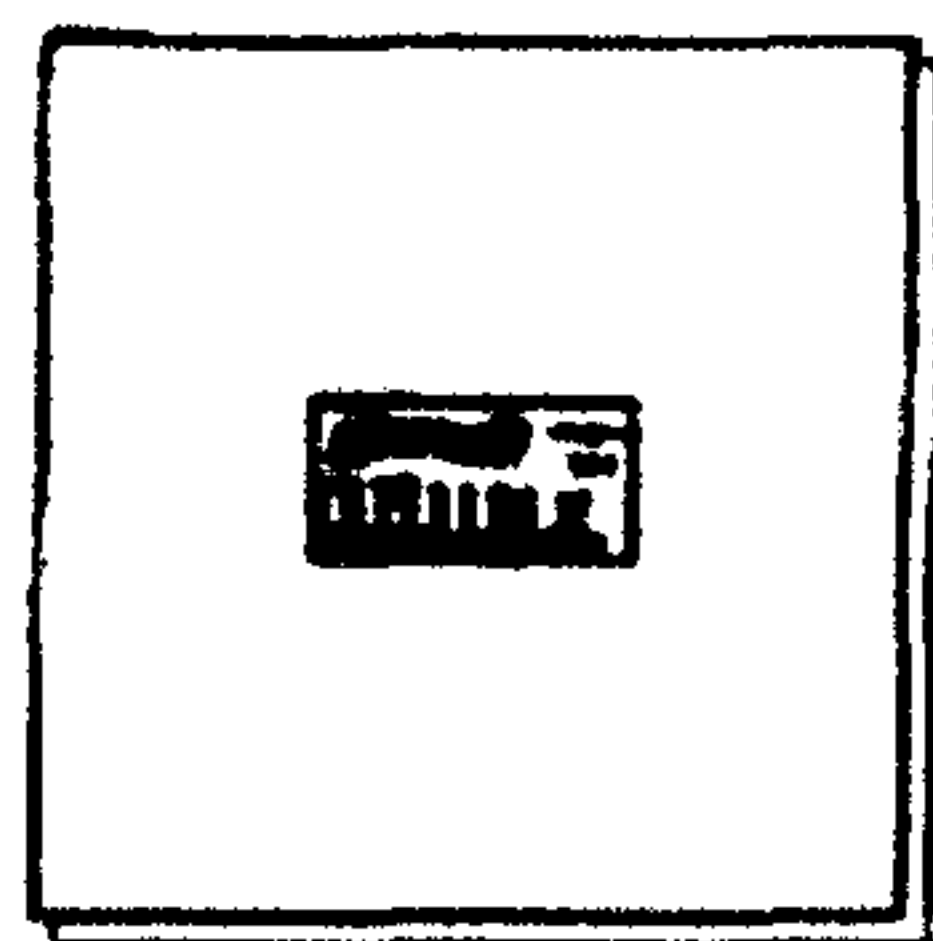


PASO 12

Asegure el cierre con cinta testigo

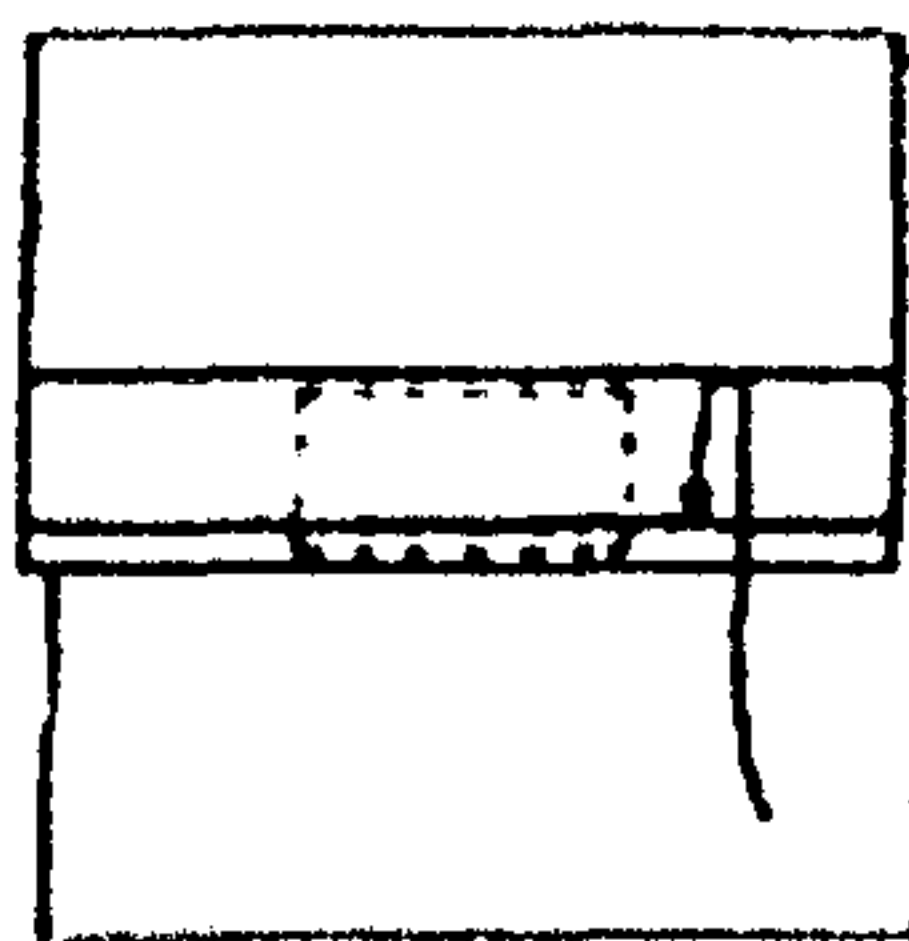
Secuencia de Pasos de la Técnica de Empaque Cuadrado

Fuente: Sterilization Technology for the Health Care, Maryland (21)



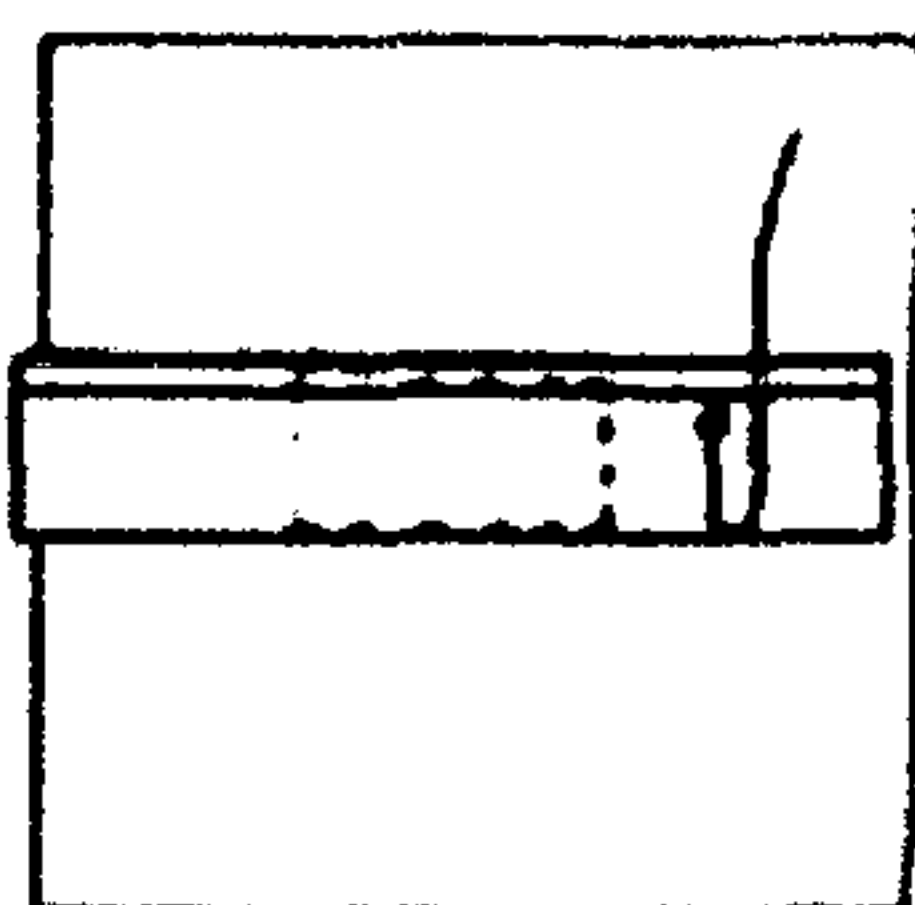
PASO 1

Coloque el artículo en el centro del envoltorio



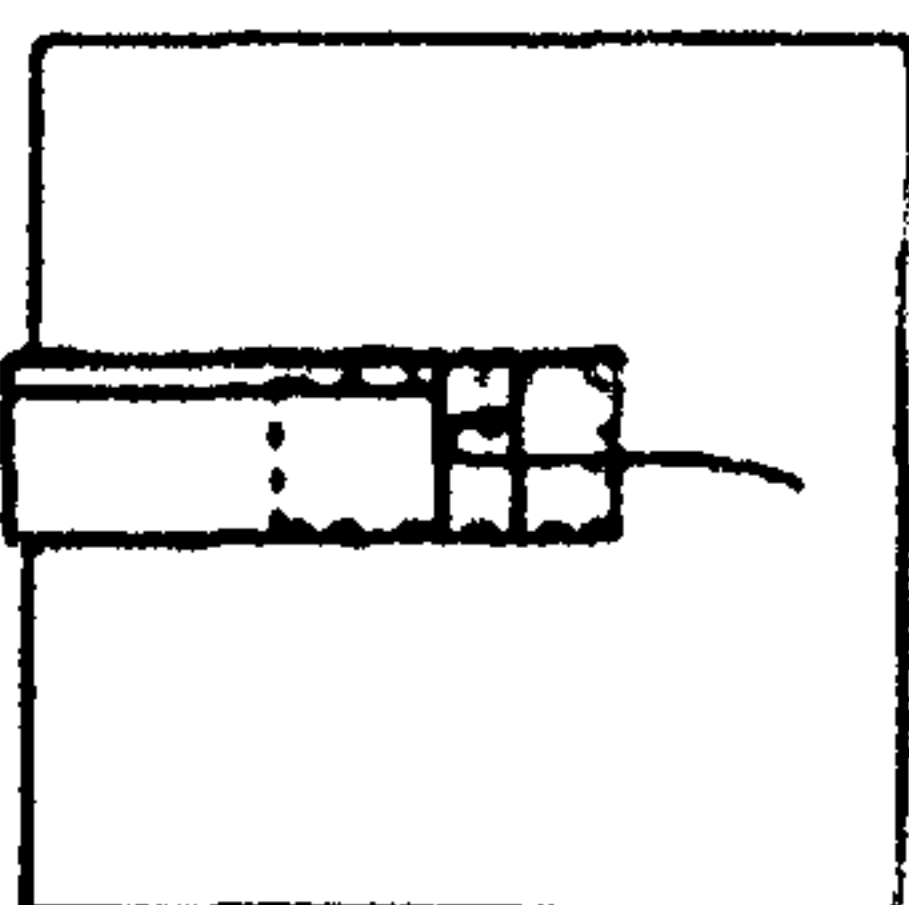
PASO 2

Doble la sección del envoltorio que está cercana hacia usted, hacia el centro y repliegue el dorso



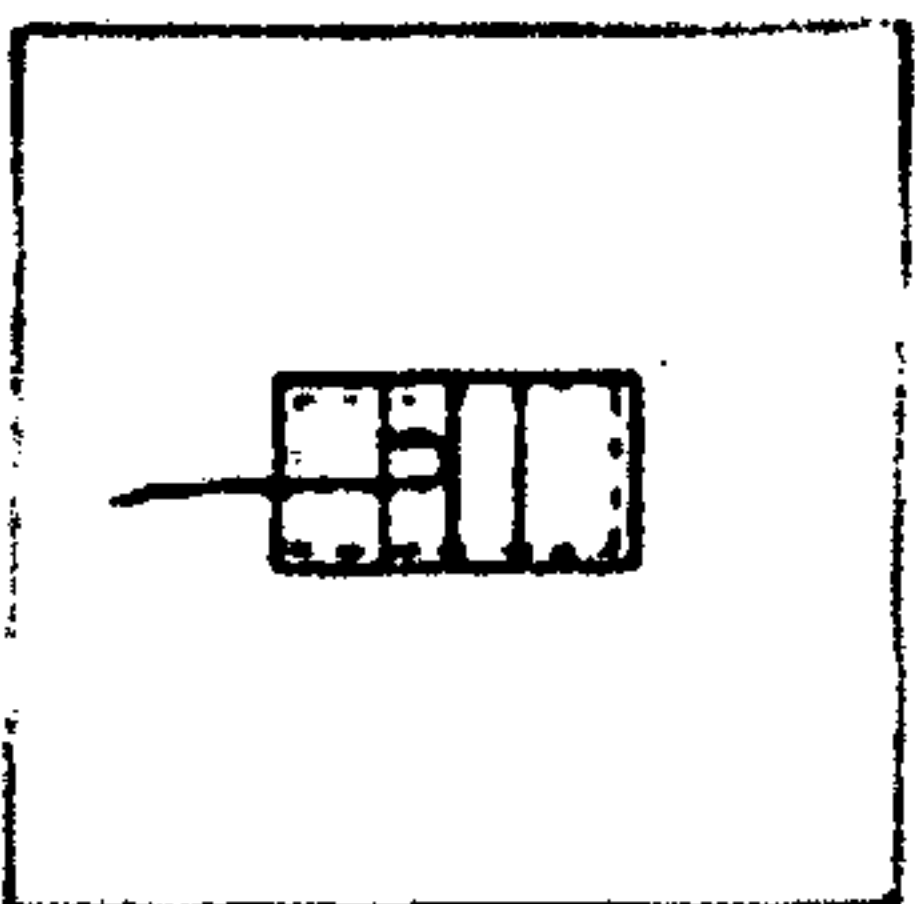
PASO 3

Doble la parte superior hacia el centro y repliegue el dorso.



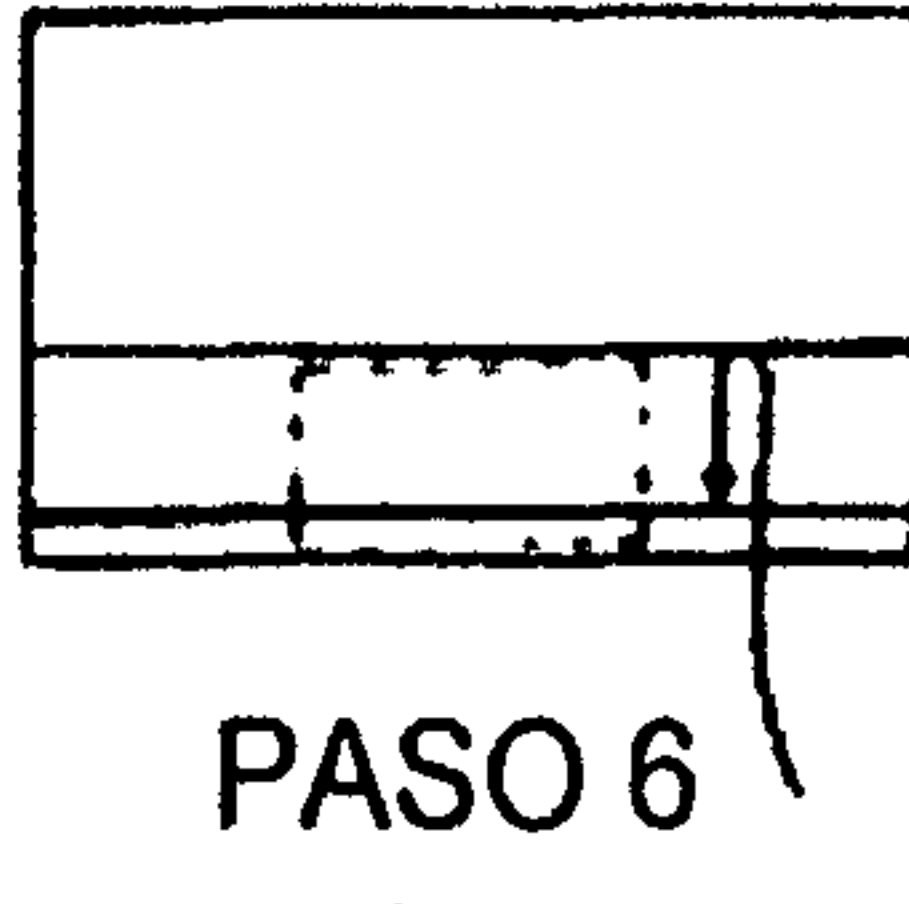
PASO 4

Doble la sección derecha del envoltorio hacia el centro y repliegue el dorso



PASO 5

Doble la sección izquierda del envoltorio hacia el centro y repliegue el dorso.



PASO 6

Doble la sección cercana a usted hacia el centro y repliegue el dorso



PASO 7

Doble la sección superior hacia el centro y repliegue el dorso.



PASO 8

Doble la sección derecha del envoltorio hacia el centro.





PASO 9

Doble la sección izquierda del
envoltorio hacia el centro y
repliegue el dorso hacia adentro.



PASO 10

Asegure el cierre con cinta
testigo.

Con respecto al tiempo del ciclo de esterilización podemos observar que el autoclave es más efectivo en menor tiempo debido a su alta penetración. De todos los métodos existentes el calor húmedo es el preferido porque su acción letal es más rápida.

Cuadro 6.

Método	Temperatura	Tiempo
Autoclave	121°C a 123°C (250 a 254°F) 15 a 17 psi	30 minutos
Calor seco	170°C (340°F)	1 hora
	160°C	2 horas
	150°C o menor	3 horas
	121°C (250°F)	6 horas o más

MANIPULACIÓN DEL INSTRUMENTAL ESTÉRIL:

Los procedimientos posteriores a la esterilización abarcan secado, enfriamiento, almacenamiento y distribución. La manipulación de los paquetes o las bandejas estériles ha de ser mínimo para disminuir las posibilidades de recontaminación. Los paquetes que caen al piso, se comprimen, rompen, mojan deben considerarse como contaminados. Además, es preciso actuar para impedir la mezcla de paquetes estériles con otros contaminados. Los indicadores químicos por fuera de los paquetes o las bandejas (indicadores de procesamiento) señalan cuáles artículos procesó el esterilizador. Además, es necesario efectuar la descontaminación, el empaquetamiento y almacenamiento de los instrumentos no estériles en un sitio físicamente independiente en el cuarto de esterilización con

relación al lugar donde hay artículos estériles. Las señales colocadas en esta zona permiten que el personal recuerde tales procedimientos. (12)

SECADO

Los paquetes húmedos luego de la esterilización mediante vapor de agua pueden indicar problemas con la composición del paquete, sobrecarga de la cámara, disposición inconveniente de los paquetes en la misma, retiro demasiado pronto de los mismos luego del ciclo de esterilización o mal funcionamiento del esterilizador. Es preciso seguir las instrucciones del fabricante en cuanto a los ciclos de secado posteriores a la esterilización o la abertura de la puerta de la cámara pocos minutos después que el manómetro señale cero. Los paquetes esterilizados restantes o aquellos que se mojan pueden atraer microorganismos a través del material de empaquetamiento o afectar la integridad del material mismo. (12)

ENFRIAMIENTO

No se deben transferir los artículos calientes hacia superficies frías, ya que esto favorece la condensación, tampoco debe de cubrirlos porque el vapor quedará atrapado y se condensará provocando humedad. Un paquete mojado es susceptible de recontaminación y no se considera estéril porque los microorganismos pueden utilizar el agua como vehículo de transporte.

Para asegurarnos que el paquete permanezca estéril durante el transporte se debe permitir que los paquetes se

sequen antes de manipularlos o removerlos del esterilizador.
(12,21)

ALMACENAMIENTO

Un objetivo importante en el procesamiento del instrumental es un intervalo rápido de principio a fin porque establece la cantidad de juegos de instrumental indispensables para conservar un flujo eficiente de pacientes. Sin embargo, el control conveniente de las infecciones determina proteger de recontaminación los instrumentos esterilizados sin importar el tiempo entre la esterilización y su utilización. Es necesario conservar los paquetes y bandejas estériles en zonas secas, con poco polvo y tráfico bajo, lejos de lavamanos y tubería de drenaje y agua; por lo menos algunos centímetros alejados del piso, las paredes exteriores, las paredes exteriores y el techo. Esto evita que los artículos se mojen con salpicaduras de productos para limpiar pisos y la condensación. El almacenamiento lejos de fuentes térmicas evita que el material de empaquetamiento se torne quebradizo. (12)

Los instrumentos sin envoltura cuentan con una duración en reposo equivalente a cero. (4)

El tiempo de almacenamiento máximo para instrumentos procesados con envoltura es de 48 horas. (13)

DISTRIBUCIÓN

Los paquetes esterilizados que contienen juegos funcionales o artículos individuales pueden colocarse sobre bandejas estériles desechables o sobre campos estériles.

Como se mencionó no se aconseja la esterilización de instrumentos sin envolver por el riesgo de contaminación durante su enfriamiento, el almacenamiento y distribución. Los instrumentos que han de esterilizarse en un germicida líquido a temperatura ambiente deben manejarse asépticamente y colocarlos en bandejas estériles. (12)

AFILADO

Es muy importante conservar filosos los instrumentos, aunque es una situación difícil de manejar desde la perspectiva del control de infecciones. Afilar instrumental contaminado plantea el riesgo de diseminar enfermedades por cortaduras o punciones. En consecuencia se alcanza la mayor seguridad mediante la limpieza, la esterilización el afilado y la reesterilización de los instrumentos. (12)

El potencial de que se corroan los instrumentos (situación que pudiera afectar el filo de sus bordes cortantes) es mayor con la esterilización con vapor de agua del instrumental que no es de acero inoxidable. Sin embargo, algunos clínicos consideran que es posible crear un margen más filoso en los instrumentos que son de dicho material. Una solución consiste en emplear un método de esterilización menos corrosivo. Los instrumentos de acero inoxidable preparados de manera adecuada son menos

susceptibles a los efectos corrosivos de la esterilización con vapor de agua. Aquel instrumental que pueda sufrir oxidación se recomienda sumergirlo en Nítrito de Sodio al 1% antes de esterilizarlo. (12,27)

Es importante procesar el instrumental con el fin de proteger a los pacientes al impedir la contaminación cruzada a partir de los instrumentos. Dicho procesamiento comprende una serie de pasos secuenciales dirigidos al retiro y la eliminación de microorganismos en instrumentos contaminados y su conservación en estado aséptico hasta que se vuelva a utilizar. Es preciso efectuar con cuidado dichos pasos para garantizar el buen éxito y reducir las posibilidades de diseminar enfermedades o provocar lesiones físicas a quienes manipulan el instrumental contaminado. Si no se limpian de modo apropiado los instrumentos puede ponerse en peligro la esterilización subsecuente por el aislamiento de los microorganismos cubiertos por saliva o sangre a partir del agente esterilizador. Es necesario limpiar los artículos que pudieran destruirse mediante calor y esterilizarlos en una solución de glutaraldehído preparado de manera apropiada. (12)

Deben empacarse los instrumentos limpios antes de la esterilización térmica para protegerlos de la recontaminación luego de su esterilización y antes de volver a emplearlos. El uso sistemático de pruebas de esporas e indicadores químicos permite valorar la calidad de los procedimientos de empaque, la operación del esterilizador, y ayuda a conocer los paquetes procesados. (12)

El manejo atento del almacenamiento, distribución de los paquetes esterilizados disminuyendo las probabilidades de recontaminación hasta su utilización. El procesamiento del instrumental es una parte importante del programa del consultorio para el control de infecciones; debe actuarse controladamente con vigilancia conveniente a fin de lograr el resultado deseado de proteger a los pacientes. (12)

MANTENIMIENTO DE AUTOCLAVES:

EMPAQUE:

Reemplazo del Empaque de la Puerta: Sirve para mantener herméticamente cerrada la cámara.

El empaque de la puerta está hecha de un material especial que es resistente a las altas temperaturas; su finalidad es proveer un sello efectivo entre la puerta del aparato y la cámara para evitar el escape de vapor y la consiguiente pérdida de presión durante la esterilización.

Sin embargo, después de uso continuo prolongado es común que el empaque se agriete o pierda su compresibilidad con lo que deja de producir un sello efectivo, por lo cual hay que reemplazarlo. (20)

Es preferible utilizar empaques originales y de la misma marca que tratar de adaptar otro tipo de empaque el cual no siempre conduce a resultados aceptables.

VÁLVULA DE SEGURIDAD:

Protegerá el aparato por exceso de presión. Las válvulas de seguridad para autoclaves son generalmente unidades selladas, que no deben ser reparadas y que deben ser reemplazadas en caso de mal funcionamiento. Nunca debe tratar de ajustarse una válvula defectuosa. Mensualmente debe hacerse la inspección de la válvula de seguridad aumentando la presión en el regulador para ver si la válvula abre en la presión establecida, lo que se comprueba en el manómetro respectivo.

Es conveniente cada cierto tiempo operar la válvula manualmente para evitar que se pegue en su asiento. Debe realizarse la limpieza diaria en el exterior e interior con un detergente suave que no tenga abrasivos pero que remueva las grasas. (20)

MANÓMETRO:

Es un instrumento de medición diseñado para leer presión. Vigilar cuidadosamente cada seis meses, durante el transcurso de un ciclo completo el funcionamiento del manómetro y termómetro. (R²)

^{R2} Gaitán, Otto Danilo.-- Consulta personal sobre Manómetros.-- (Promotor técnico de ventas). Coprin, S.A.-- 29 de julio 2002.

9.8. CONGELACIÓN

Se utiliza para retardar el crecimiento microbiano en los alimentos y conservar materiales biológicos, cultivos bacterianos. Las temperaturas cercanas 0°C tienen un efecto inhibitorio sobre las bacterias. El frío afecta a las bacterias en diferentes formas: Aumenta la viscosidad de las proteínas disminuyendo las corrientes protoplasmáticas y afectando su estado coloidal, disminución de la actividad enzimática, impide la difusión de los productos tóxicos fuera de la célula, provoca la formación de cristales de hielo dentro y fuera de la célula lo cual causa rotura mecánica de ésta. A temperaturas extremadamente bajas muchas células bacterianas se destruyen, pero siempre permanecen algunas viables que permite recuperar la población en condiciones favorables. (11)

10. PROCESOS QUÍMICOS

10.1. ÓXIDO DE ETILENO:

Poderoso agente esterilizante, inflamable cuando aparece en concentraciones iguales o superiores a 3% en el aire, siendo altamente tóxico cuando es ingerido o inhalado.

Debido a los riesgos inherentes a su utilización es empleado en la esterilización de productos médicos hospitalarios y odontológicos, tales como catéteres, hilos de sutura y otros.

10.2. PLASMA DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO:

El plasma es el cuarto estado de la materia, no sólido, no líquido y no gaseoso, producido través de temperaturas altísimas o fuertes campos electromagnéticos.

Considerado uno de los más modernos métodos de esterilización tiene la ventaja de no producir residuos tóxicos una vez que las especies reactivas son destruidas ni bien cesa la fuente de excitación.

(5)

10.3. SOLUCIONES QUÍMICAS:

Este método de esterilización consiste en la inmersión del instrumental en soluciones de glutaraldehído al 2.0 hasta 3.2%, durante 10 horas puede matar esporas bacterianas (esterilizar) a temperatura ambiente o en soluciones de formaldehído al 38%, durante 18 horas. Estas soluciones esterilizantes presentan acciones fungicidas, esporicidas, bactericidas, virucidas.

La esterilización por medio de soluciones químicas

es un proceso difícil de ser operado y requiere cuidados especiales en la manipulación y almacenaje del instrumental después de su realización. Los artículos esterilizados o desinfectados en germicidas no cuentan con "caducidad". El ambiente los contamina tan pronto se retiran de la solución. (5)

El recipiente empleado para éste proceso debe de permanecer cerrado durante todo el tiempo del ciclo de esterilización de lo contrario conducirá al deterioro del mismo; estando el instrumental totalmente embebido en la solución. Después de completado el tiempo, los instrumentos deben ser retirados de la solución con el auxilio de una pinza estéril, lavados con agua destilada estéril y secados con compresas o toallas esterilizadas.

La ventaja de éste método es la garantía de la esterilización de materiales termosensibles. La desventaja es el largo tiempo de exposición al agente esterilizante, la corrosión de los instrumentos, la dificultad operacional. Es necesario vigilar de modo sistemático las soluciones de glutaraldehído con indicadores químicos "tiras de inmersión" o mezclas químicas que señalan cuando la concentración descende por debajo de un valor eficaz (casi 1.0%).

Los recipientes para uso de la solución deben etiquetarse y fecharse para garantizar la sustitución en el momento conveniente. Los agentes

líquidos se consideran más como desinfectantes que como esterilizadores.

El glutaraldehído es el único agente líquido capaz de matar bacterias, esporas, virus y es útil sobre todo para destruir el virus de la hepatitis B. Sin embargo penetra mal en la materia orgánica y al igual que la mayor parte de los agentes líquidos con el tiempo se desnaturaliza y se deteriora con rapidez. (23)

La elección es muy importante y se debe tomar en cuenta la penetración y actividad del producto ante la presencia de materia orgánica o inorgánica, su espectro antimicrobiano, que debe ser amplio, así como poseer acción residual y toxicidad mínima. Los desinfectantes por lo general actúan por desnaturalización de las proteínas o lípidos de los microorganismos. Cuando se utiliza un desinfectante se debe considerar ciertas características para asegurar su eficacia. (23)

CARACTERÍSTICAS IDEALES PARA LA SOLUCIÓN DESINFECTANTE:

- Espectro de actividad: Debe de ser lo más amplio posible, deberá ser mortal sobre toda forma vegetativa, esporas bacterianas, hongos, protozoarios y virus. (23)
- Velocidad de acción: Deberá ser rápida.
- Que no sea afectada por materia orgánica (sangre, material purulento, saliva, etc.)
- Deberá ser compatible con jabones, detergentes y otras sustancias químicas.
- No debe ser tóxica.
- Compatibilidad superficial: Es decir no deberá producir corrosión sobre el instrumental, no manchar o desintegrar la ropa, caucho o plásticos.
- Deberá poseer un efecto residual en las superficies tratadas.
- De uso fácil.
- Económica.

10.4. PASTILLAS DE FORMOL

Se debe de recordar que el formol es altamente tóxico e irritante en contacto con la piel. Para su manipulación es necesario el uso de guantes y mascarilla.

Según Lewis el formaldehído después de 18 meses de estudio en ratones presentó un potencial cancerígeno.

Para conseguir la esterilización con pastillas de formol se necesita una temperatura de 60°C a 80°C y humedad constante del aire, condiciones alcanzadas solo en autoclaves químicas.

Debido a estas consideraciones no se recomienda su empleo en el consultorio odontológico. (5)

11. VERIFICACIÓN DE LA ESTERILIZACIÓN

Estudios recientes han demostrado que un 12 a 33% de los hornos de calor seco y autoclaves usadas en los consultorios odontológicos presentan fallas en el proceso del ciclo de esterilización. Esta evaluación debe ser realizada por tres diferentes tipos de verificación:

11.1. Verificación Biológica

11.2. Verificación Química

11.3. Verificación Mecánica

Entre tanto esta garantía depende de factores como: (5,^{R1})

- Elección del método de esterilización adecuado considerando el tipo de material a ser esterilizado.
- Elección del empaque, de la forma cómo se carga el equipamiento, del tratamiento dado al material, etc.
- La presencia de la materia orgánica en el material (aceite, grasa, sangre, pus) y otras secreciones) protege los microorganismos de la acción del agente esterilizante.

Convencionalmente, se considera un instrumental estéril cuando la probabilidad de sobrevivencia de los microorganismos que lo contaminan es menor que 1:1.000.000. Este es el principio básico de las pruebas biológicas usualmente utilizados para controlar los procesos de esterilización.

11.1. VERIFICACIÓN BIOLÓGICA:

La verificación biológica es la única que efectivamente comprueba la esterilización. Los indicadores pueden ser encontrados bajo la forma de tiras impregnadas con esporas o en ampollas. Para dar validez al proceso de autoclave se usa el Bacilo *Stearothermophilus* y para estufa Bacilo *Subtilis*. (5,12,21,^{R1})

^{R1} Bolaños, Juan José.-- Consulta sobre Monitores biológicos y químicos, esterilización.-- (Médico y Cirujano). 3M de Guatemala.-- 31 de enero, 5 de febrero, 27 febrero del 2002.

DESCRIPCIÓN:

El indicador biológico 1292 3M™ Attest™ (tapón marrón), está diseñado para el control del proceso de esterilización con vapor. La lectura final de un resultado positivo se detecta a simple vista porque el medio morado cambia a amarillo; indicando así la presencia de esporas de *Bacillus stearothermophilus* luego del ciclo de esterilización. (R1)

La lectura final de un resultado negativo (el medio permanece morado) se hace después de 48 horas de incubación del indicador. Luego de obtener un resultado negativo, dicha prueba debe repetirse tres ciclos consecutivos con el fin de proporcionar confiabilidad a dicho estudio (21)

El indicador biológico determina también la presencia de organismos viables del bacilo *Stearothermophilus* mediante una reacción visible de cambio de color. La actividad bioquímica del bacilo *Stearothermophilus* produce subproductos ácidos que hacen que el medio de cultivo cambie de púrpura a amarillo. Un cambio visible del color indica del pH indica también un fallo en el proceso de esterilización al vapor.

Según Moura, los bacilos *Stearothermophilus* son destruidos por la exposición del vapor durante 12 minutos a 121°C. Estos bacilos deben ser usados de

R1 Bolaños, Juan José.-- Consulta sobre Monitores biológicos y químicos, esterilización.-- (Médico y Cirujano). 3M de Guatemala.-- 31 de enero, 5 de febrero, 27 febrero del 2002.

acuerdo con la fecha del equipamiento y no deben usarse después de la fecha de vencimiento. (5)

El objetivo es conservar el riesgo de un instrumento contaminado tan bajo como sea posible al utilizar equipo de esterilización diseñado de manera conveniente en un modo cuidadosamente controlado. Con tales esfuerzos, es posible alcanzar 99.9999%, o más, de probabilidades de buen éxito, hecho que significa que la posibilidad de contar con un artículo no estéril es sólo una en un millón. La vigilancia de la esterilización (pruebas con esporas, uso de indicadores químicos y la supervisión física) forma parte del proceso global de esterilización controlado indispensable para alcanzar un grado alto garantía de calidad. (12)

Existen múltiples factores que modifican el ciclo de esterilización: la limpieza del artículo, su tipo y volumen total, los materiales y las técnicas usadas de empaquetamiento, la disposición del artículo en el esterilizador, la operación de éste y su funcionamiento. (12)

Los paquetes que contienen los indicadores biológicos deben ser similares en su composición como sea posible, a los paquetes a ser esterilizados. Estos paquetes deben ser colocados en lugares donde el agente esterilizante llegue con mayor dificultad por ejemplo: próximo a la puerta, al drenaje y en medio de la cámara). (5)

En consecuencia, es muy importante establecer con precisión cuales son las circunstancias de tiempo y temperatura que toman lugar en el proceso de esterilización; mediante el uso de indicadores biológicos, indicadores químicos e indicadores físicos.

Los informes que describen las pruebas con esporas en esterilizadores usados en consultorios dentales señalan que la frecuencia de fracaso en la esterilización es de 10% hasta 51%. La ADA (Asociación Dental Americana) y los CDC (Centers of Diseases Control) aconsejan efectuar pruebas sistemáticas con esporas en los esterilizadores del consultorio dental; las pruebas semanales son convenientes, también se debe realizar el mantenimiento periódicamente del equipamiento.

La vigilancia biológica, es la manera más importante para verificar la esterilización, comprende el empleo de pruebas con esporas denominadas indicadores biológicos (BI). Estos contienen esporas bacterianas muy resistentes que son difíciles de eliminar más que cualquier otro microorganismo, esto se explicará más adelante. La mejor garantía de la esterilización exitosa es la biovigilancia sistemática que comprueba que el procedimiento de esterilización elimina dichas esporas.

Los indicadores biológicos son preparaciones con esporas de *Bacillus stearothermophilus* (para la esterilización mediante vapor químico o de agua) o

esporas *Bacillus Subtilis* (para la esterilización mediante calor seco o gas de óxido de etileno). (12, ^{R1})

Las pruebas con esporas deben de realizarse en los casos que a continuación se describen (5,12,11)



FIGURA 5. INDICADOR BIOLÓGICO 1292 3M ATTEST (TAPÓN MARRÓN) FABRICADO POR LA CASA 3M, DISEÑADO PARA EL PROCESO DE ESTERILIZACIÓN CON VAPOR.

^{R1} Bolaños, Juan José.-- Consulta sobre Monitores biológicos y químicos, esterilización.-- (Médico y Cirujano). 3M de Guatemala.-- 31 de enero, 5 de febrero, 27 febrero del 2002.

Cuadro 7.

Cuando	Por qué
1. Una vez por semana	Para verificar de manera sistemática el uso y funcionamiento convenientes.
2. Siempre que se use un tipo nuevo de material para empacar o bandeja.	Para garantizar que el agente esterilizador penetre hasta la superficie de los instrumentos.
3. Durante y después de la capacitación del personal nuevo de esterilización.	Para probar el empleo adecuado del esterilizador.
4. Durante el uso inicial de un esterilizador nuevo.	Para avalar el seguimiento de instrucciones de operación desconocidas.
5. Por lo menos el primer ciclo luego de reparar un esterilizador.	Para asegurar el funcionamiento apropiado del esterilizador.
6. Luego de cualquier cambio en los procedimientos para cargar el esterilizador.	Para garantizar el acceso de cada artículo al agente esterilizador.
7. Con todo dispositivo implantable y de sostén hasta conocer los resultados de la prueba.	Otra precaución para la esterilización de artículos por implantar en los tejidos.

Algunos indicadores biológicos contienen una clase de spora, en tanto que otros incluyen ambos tipos (denominados indicadores biológicos de doble especie), de tal manera que se pueden emplear para probar los cuatro métodos de esterilización. Se empacan los indicadores con envoltura a través de la cual penetra el agente esterilizante. La ampollita con esporas (llamadas recipientes autocontenidos) tiene perforaciones para permitir la entrada de oxígeno porque estos bacilos son aerobios y la entrada del agente esterilizador y contienen una tira pequeña de papel o disco de esporas junto con una ampollita pequeña de medio de cultivo (triptícase soja) que se aplasta y mezcla con las esporas luego del procedimiento por el esterilizador. Posteriormente se incuban la ampolla que contiene Bacilos *stearothermophilus* a $60 \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 48 horas y se observa si hubo cambio de color del indicador morado al amarillo. (12,13)

Si las esporas no fueron destruidas por el calor, germinarán a sus formas vegetativas que, al fermentar la dextrosa del medio de cultivo, producirán ácido; el ácido hará cambiar al indicador de bromocresol, de morado al amarillo. Si las esporas fueron destruidas, no crecerán y el color del medio del indicador no cambiará. (13)

El indicador biológico que se usará en este estudio científico es *Bacillus Stearothermophilus* 1262 3M™ Attest™ (tapón marrón) fabricado por la casa 3M, está diseñado para el control del proceso de esterilización

con vapor. La presencia de esporas de *Bacillus stearothermophilus* se detecta a simple vista por un cambio de color (el medio morado cambia a amarillo).

Existe en el mercado el Indicador Biológico Attest™ No. 1292 de 3M antes mencionado, Indicador Biológico Sportest e Indicador Auto-Contenido ATI-Test, ambos de baumer y el Prof. Dual Pack™ Biológicoal Challenger Test de Amisco. (5)

Los microorganismos de importancia médica y dental pueden dividirse en varios grupos que incluyen bacterias, virus, hongos y organismos intermedios entre bacterias y virus. Las bacterias y organismos intermedios se conocen como procaríotas. (3)

Desde los primeros estudios acerca de bacterias, se han hecho intentos para clasificar a estos microorganismos; esto se hace a menudo con base en la forma que todavía constituye el aspecto fundamental de la clasificación aceptada. Una bacteria puede ser esférica (coco), en forma de bastón (bacilo), en forma de coma (vibrion), como un huso (fusiforme) o de espiral (espiroqueta). De allí obtiene el nombre de bacilo el bacilo *Stearothermophilus* (2,3)

BACILO STEAROTHERMOPHILUS:

Es una bacteria aerobia termófila; es decir que es aerobia porque crece cuando el oxígeno libre está presente y obtiene su energía mediante el aceptor terminal que es el oxígeno. (13) Se dice que es termófila porque los microorganismos que crecen a temperaturas muy altas, por encima de los 45°C son llamados termófilos.

Las esporas del Bacilo Stearothermophilus son más resistentes que cualquier otro agente patógeno que participe en el proceso. (13,26)

Cada especie de microorganismo crece a determinado rango de temperatura, y éste rango se usa para diferenciar cada grupo de microorganismos. (6)

Aquellos microorganismos que prefieren crecer a temperaturas bajas, menores a 20°C son llamados psicrófilos. Y los que crecen entre ambos extremos son llamados mesófilos, ellos crecen en un rango entre 20°C a 45°C. (6) Cada microorganismo tiene un rango de temperatura en el cual es capaz de crecer. La temperatura que resulta en el mejor crecimiento celular es llamada Temperatura Óptima de Crecimiento; para El Stearothermophilus La temperatura óptima es de 56°C. (6,^{R1})

Solamente existen dos géneros de importancia médica, Bacillus y Clostridium, tienen la capacidad para desarrollar una

^{R1} Bolaños, Juan José.-- Consulta sobre Monitores biológicos y químicos, esterilización.-- (Médico y Cirujano). 3M de Guatemala.-- 31 de enero, 5 de febrero, 27 febrero del 2002.

estructura especializada que recibe el nombre de endospora. Una célula vegetativa puede formar una espora. Una espora es una forma resistente producida por algunas bacterias que capacitan al microorganismo para superar condiciones adversas. Para ser más resistentes experimentan algunos cambios como producción de enzimas nuevas y producen una pared celular totalmente diferente y cambian de forma. (9)

En otras palabras, la esporulación es una forma simple de diferenciación celular. La propiedad más obvia de una espora es su resistencia a la impermeabilidad e impenetrabilidad de las sustancias químicas y del calor. Mientras la mayoría de células vegetativas mueren a temperaturas de 60°C a 70°C, las esporas pueden sobrevivir en agua en ebullición a 100°C por una hora o más; para desnaturalizar al virus de la hepatitis B se necesitan 30 minutos a 100°C, el *Mycobacterium tuberculosis* requiere 2 minutos a 65°C. (13)

Para destruir la décima parte de su población total de las esporas de los bacillus *Stearothermophilus* se necesita 4 a 5 minutos a 121°C, en tanto que las células vegetativas pueden necesitar sólo 0.1-0.5 minutos, a 65°C, para su reducción decimal. Por ello desde el punto de vista práctico, la esterilización por calor supone la utilización de procedimientos que maten endosporas. (3)

Las endosporas bacterianas son las estructuras más resistentes al calor que se conocen: son capaces de sobrevivir a calentamientos que matarían rápidamente a las células vegetativas de la misma especie. Un importante factor de la resistencia al calor es la cantidad y el estado del agua dentro de

la espora. Durante la formación de la endospora el protoplasma se reduce a un volumen mínimo, como resultado de la acumulación de Calcio y la síntesis de ácido dipicolínico, que conduce a la formación de una estructura parecida a un gel. En este estado se forma una gruesa corteza en torno a la masa central del protoplasto encogido y deshidratado. El contenido de agua del protoplasto determina la resistencia al calor de la espora. Si la endospora tiene un elevado contenido de agua, tienen una baja resistencia al calor. El agua se desplaza libremente hacia adentro y hacia fuera de las esporas y por tanto, no es la impermeabilidad de la corteza la que excluye el agua, sino el material de tipo gel del protoplasto de la espora. (9)

El hecho de que las esporas que contengan muy poca agua libre es una importante razón para su estabilidad térmica. Contiene grandes cantidades de dipicolinato cálcico, se ha postulado que podría éste ser el componente que le da resistencia al calor. Además contiene 5 veces más aminoácido cisterna el cual brinda la rigidez necesaria para mantener la integridad de la célula. Se ha postulado que por el alto contenido de grupos de disulfuro podría tomarse en cuenta para la marcada resistencia a la radiación UV. (9)

El hecho de que las endosporas sean tan resistentes de destruir es la razón principal para el tiempo y los procedimientos de esterilización. (9)

INCUBACIÓN:

Después de procesados los indicadores serán incubados durante 48 horas a 60°C o de acuerdo a las instrucciones del fabricante. El crecimiento de los microorganismos en este período indicará un fallo en el proceso.

También es necesario incubar y analizar en cuanto al crecimiento con cada prueba un indicador biológico control positivo (del mismo lote que el indicador biológico de pruebas) que no se procesa a través del esterilizador. El indicador control siempre debe mostrar crecimiento para que la prueba sea válida. (5, ^{R1})

La función es:

- Asegurarnos que la temperatura de incubación es correcta.
- Asegurarnos de la viabilidad de las esporas, es decir que no haya sido alterado debido al almacenamiento inadecuado, humedad o cercanía a químicos.
- Capacidad del medio para promover crecimiento rápido.

Se debe de realizar el mantenimiento periódico del equipamiento, la verificación física y química diariamente y la verificación biológica semanalmente. El indicador biológico (BI) en su etiqueta debe proporcionar información general, acerca de su uso, tipo de microorganismo, método de esterilización, número de lote ya que para realizar el estudio debe utilizarse BI del mismo lote, población de las esporas viables, fecha de vencimiento, condiciones de almacenamiento, tipo de medio de cultivo, tiempo y temperatura de incubación, instrucciones de disposición para minimizar la dispersión de esporas viables en el ambiente, nombre del fabricante.

Los BI están comercialmente disponibles para ciclos de vapor bajo presión, ciclos de óxido de etileno y calor seco. (24)

^{R1} Bolaños, Juan José.-- Consulta sobre Monitores biológicos y químicos, esterilización.-- (Médico y Cirujano). 3M de Guatemala.-- 31 de enero, 5 de febrero, 27 febrero del 2002.

11.2. VERIFICACIÓN QUÍMICA:

La supervisión química de los esterilizadores de consultorios dentales comprende la utilización de indicadores por cambio cromático. Estos pueden ser internos y externos. Por ejemplo; cinta para autoclave (cinta testigo), señales o marcas especiales en bolsas para esterilizar, etiquetas, tiras se conocen como indicadores químicos externos. Tubos, tiras, ampollas que son colocados dentro del paquete de instrumentos se conocen como indicadores internos. Ambos cambian de color luego de exposición breve a una temperatura elevada. Su finalidad es tan solo reconocer los artículos procesados a través de un esterilizador. Otros indicadores diseñados para uso interno de los paquetes, las bolsas o las bandejas son más exactos y a menudo comprueban más de un parámetro del proceso esterilizador (p. Ej., tiempo y temperatura).

Es necesario identificar cada paquete mediante un indicador externo y por lo menos un indicador interno por carga ubicado en los paquetes grandes o donde el vapor llegue con más dificultad. Los indicadores químicos señalan de inmediato que al menos se expuso el artículo al agente esterilizante o por lo menos estuvo expuesto durante un período determinado de tiempo. (12,26,^{R1})

^{R1} Bolaños, Juan José.-- Consulta sobre Monitores biológicos y químicos, esterilización.-- (Médico y Cirujano). 3M de Guatemala.-- 31 de enero, 5 de febrero, 27 febrero del 2002.

STEAM CLOX:

En ésta investigación se utilizará el indicador químico interno multiparamétrico de vapor 00103 de la casa 3M conocido como Steam-Clox™ en el exterior de la caja se encuentra un código alfanumérico que representa el identificador de lote y fecha de caducidad. (21,^{R1})

DESCRIPCIÓN:

Este indicador se compone de una tinta indicadora sensible al vapor, temperatura, impresa en una cartulina laminada en plástico que mide 2.2 centímetros de ancho por 5.7 de largo. La tinta indicadora reacciona al vapor, el tiempo y la temperatura con un cambio de color, que va del morado al verde. La tinta se ha impreso en un patrón floral, con tres puntos rectangulares marcados con los números 1, 2 y 3, además un punto circular en el centro del patrón marcado con el número 4. El indicador está diseñado para reaccionar ante las condiciones de exposición a la esterilización de un modo progresivo: los puntos de indicador 1 al 4 cambian en forma consecutiva. (21,^{R1})

INDICACIONES:

Se utiliza para monitorizar paquetes internamente, con todos los ciclos de esterilización al vapor llevados a

^{R1} Bolaños, Juan José.-- Consulta sobre Monitores biológicos y químicos, esterilización.-- (Médico y Cirujano). 3M de Guatemala.-- 31 de enero, 5 de febrero, 27 febrero del 2002.

formato floral suministra una mayor cantidad de información que una interpretación cromática de aceptación o rechazo para los indicadores externos; el patrón consecutivo en sentido de las agujas del reloj para el desarrollo del color indica además dos niveles de exposición: deficiente y un nivel de sobreexposición. (ver siguiente cuadro) (21, ^{R1})

MODO DE EMPLEO:

El indicador multiparamétrico se coloca en el centro de cada paquete, bolsa o bandeja que desee esterilizar al vapor. (12,21)

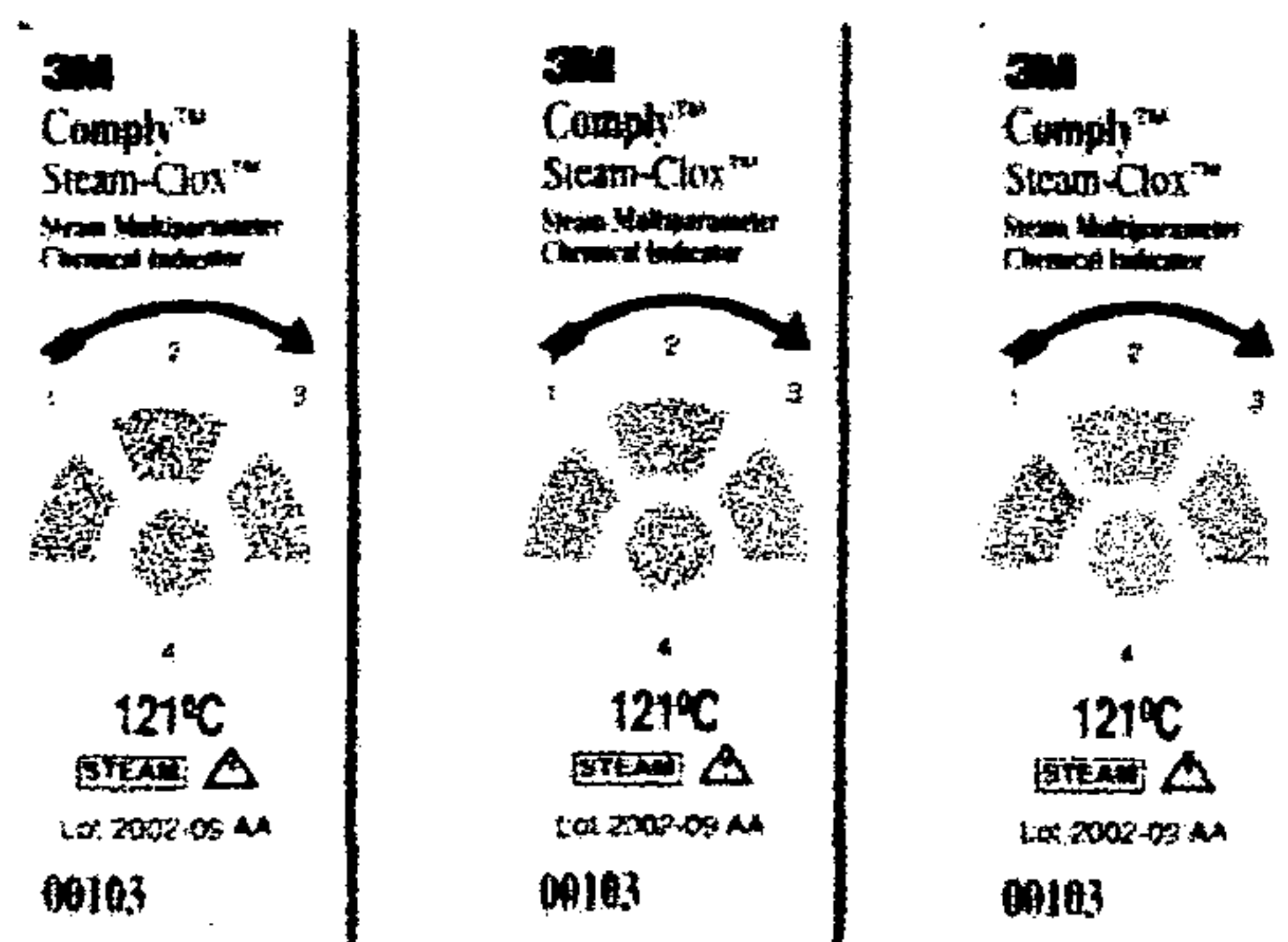


FIGURA 6. INDICADOR QUÍMICO STEAM CLOX 00103

R1 Bolaños, Juan José.-- Consulta sobre Monitores biológicos y químicos, esterilización.-- (Médico y Cirujano). 3M de Guatemala.-- 31 de enero, 5 de febrero, 27 febrero del 2002.

Cuadro 8.

Color	Numerales	Resultado	Interpretación
Cambio de color del Morado al verde	1,2	Deficiente	El contenido del paquete no ha estado expuesto a condiciones adecuadas de esterilización, estos artículos deben volver a ser esterilizados.
Cambio de color del Morado al verde (ver figura 6 centro)	1,2,3	Adecuado	Confirmará que el indicador biológico y toda la carga ha estado expuesta a las condiciones adecuadas para el proceso de esterilización.
Cambio de color del Morado al verde (ver figura 6 derecha)	1,2,3,4	Sobreexposición	Se ha expuesto más del tiempo requerido esto provoca mayor detrimento de los instrumentos.
no cambia, es decir permanece morado (ver figura 6 izquierda)	1,2,3,4	Fallo	Revisar el proceso de esterilización.

11.3. VERIFICACIÓN MECÁNICA:

Se encaminan hacia las situaciones en el esterilizador en vez de las circunstancias dentro de los paquetes bajo procesamiento. Comprende la observación sistemática de los calibradores que indican el tiempo (cronómetro), la temperatura (termómetro) y la presión (manómetro). (4,12,21)

CONSERVACIÓN DE REGISTROS:

La persona responsable debe conservar y registrar fecha y firma de su vigilancia en el proceso de esterilización. (12)

PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD:

Debe ponerse en práctica un programa eficaz de control de calidad que incluya formación, registro de datos, mantenimiento y uso de indicadores biológicos.

La formación debería incluir:

- Selección y uso de equipo de protección personal.
- Uso correcto de indicadores biológicos, químicos y de parámetros múltiples.
- Uso correcto de todos los dispositivos y materiales incluyendo esterilizador, materiales de envoltorio, etc.

- El registro de datos debe incluir parámetros del ciclo de esterilización, mantenimiento del equipo, resultados de los controles biológicos.

Utilícese materiales, repuestos y dispositivos aprobados por la FDA (Federación Dental Americana). (24)

RECOMENDACIONES DE ORGANIZACIONES: AAMI (Association for the Advancement of Medical Instrumentation) CDC: (Centers for Disease Control)

Los indicadores químicos internos y externos son recomendados por varias organizaciones como parte de un programa de seguridad de esterilización. Hay un acuerdo que indicadores externos deben ser utilizados en todos los paquetes, pero hay variaciones en las recomendaciones para el uso de indicadores internos. Los indicadores químicos son los únicos monitores que pueden estimar o apreciar las condiciones en cada paquete.

Los indicadores biológicos miden las condiciones del ciclo y en el paquete de prueba pero no da información concerniente a los paquetes en forma individual a lo largo de la carga. Los errores de empaquetamiento y carga pueden ser detectados sólo por un indicador químico interno. Los indicadores químicos permiten al usuario determinar inmediatamente si el paquete ha sido expuesto al proceso de esterilización y si las condiciones necesarias para el mismo se dieron cita dentro del mismo. Los indicadores químicos deben ser utilizados en los paquetes que están ubicados en áreas donde el vapor llegue con más dificultad; por ejemplo próximo al drenaje, a la puerta y en medio de la carga. (24)

12. GENERALIDADES Y DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

12.1. OLLA DE PRESIÓN:

HISTORIA:

La olla de presión fue inventada en el siglo XVII, pero hasta principios del siglo XX algunas compañías norteamericanas, inglesas y francesas comenzaron a producirla y comercializarla, encontrando una rápida y amplia aceptación entre la población.

El inventor francés Denis Papin fue una de las personas interesadas en desarrollar un nuevo método para cocinar la comida rápidamente y a un costo relativamente bajo. Papin introdujo un nuevo artefacto para cocinar, llamado «Digestor de Papin», diseñado con metal fundido y una tapa que cerraba con la ayuda de abrazaderas atornillables. Appert, un cervecero parisino, introdujo el concepto de conservas por sellado al vacío, idea que encauzó el desarrollo de la industria del envasado de alimentos a principios de 1900, tanto en el Reino Unido como en Estados Unidos.

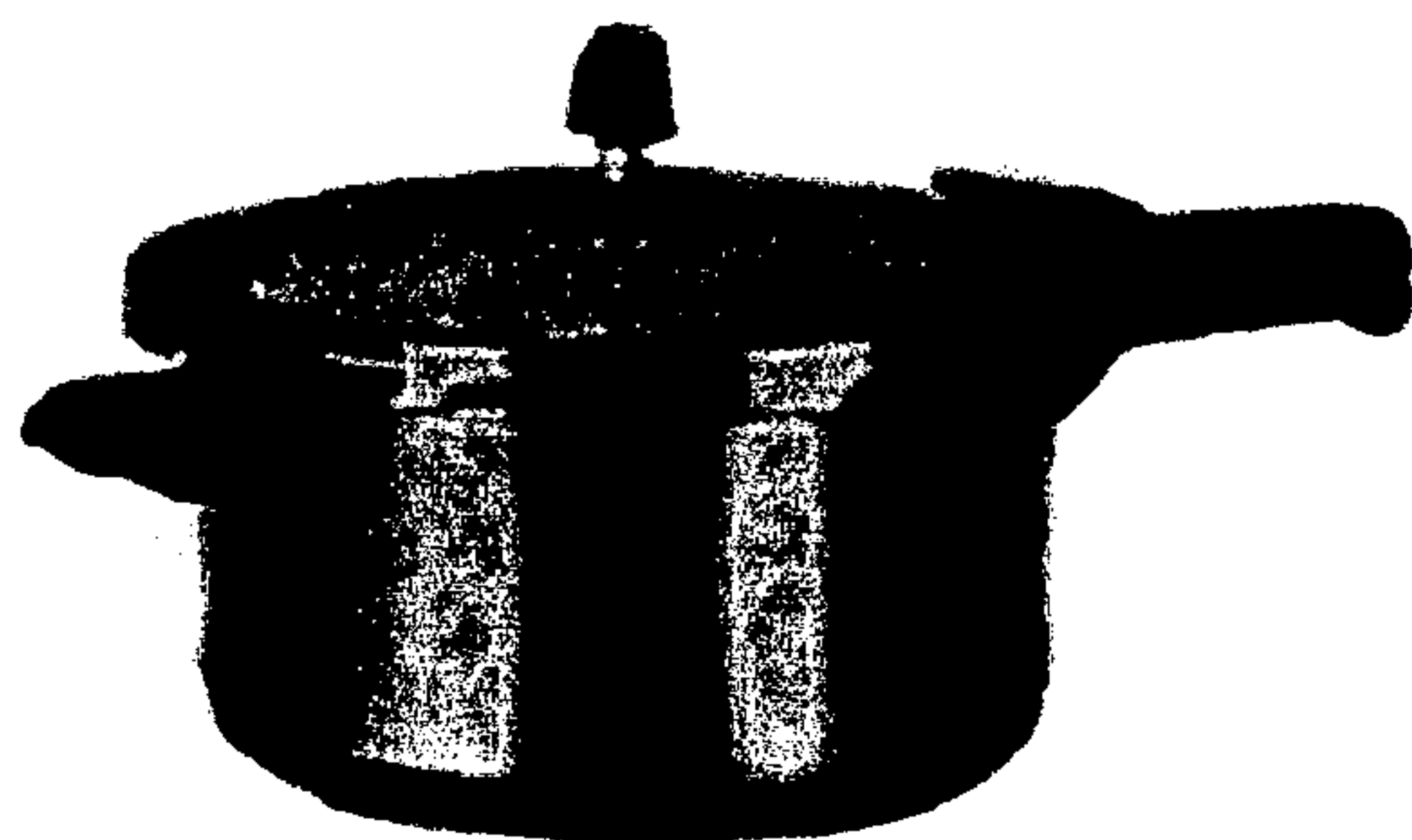
Luego de la muerte de Appert, su sobrino, Chevallier Appert, continuó trabajando en su teoría y patentó un esterilizador que funcionaba con vapor de alta presión, proporcionando resultados más consistentes. Este invento fue el verdadero precursor de la olla actual. (17)

FUNCIONAMIENTO DE LA OLLA DE PRESIÓN:

Una olla a presión es básicamente un recipiente de metal con una tapa. Los componentes de la tapa, vitales para la función y operación de la olla, son: el empaque sellador de hule, el regulador de presión y las válvulas de alivio de presión. Cuando la tapa está cerrada, en la olla a presión se crea un sello hermético de aire y vapor. Como el líquido de cocimiento se calienta por encima del punto de ebullición, se crea vapor, y como éste no puede escapar de la olla de presión sellada, permanece atrapado y así se produce la presión. La temperatura interna de cocimiento varía, dependiendo de los diferentes niveles de presión creados por el vapor atrapado. La cantidad de presión se mide en kPa o en kg/cm². Algunas ollas a presión cocinan solamente a presión alta, mientras que otras tienen dos o tres niveles de presión. La mayoría de las ollas de presión de aluminio cuecen los alimentos a temperaturas entre 112° C y 118° C. (17)

OLLAS DE PRESIÓN EN EL MERCADO NACIONAL

OLLA DE PRESIÓN FABRICADA CON ALUMINIO



Marca: Mirro 92060 olla de presión fabricada con aluminio. 2 capacidades 4 litros Precio: Q 449.05

5.7 litros Precio: Q 319.95

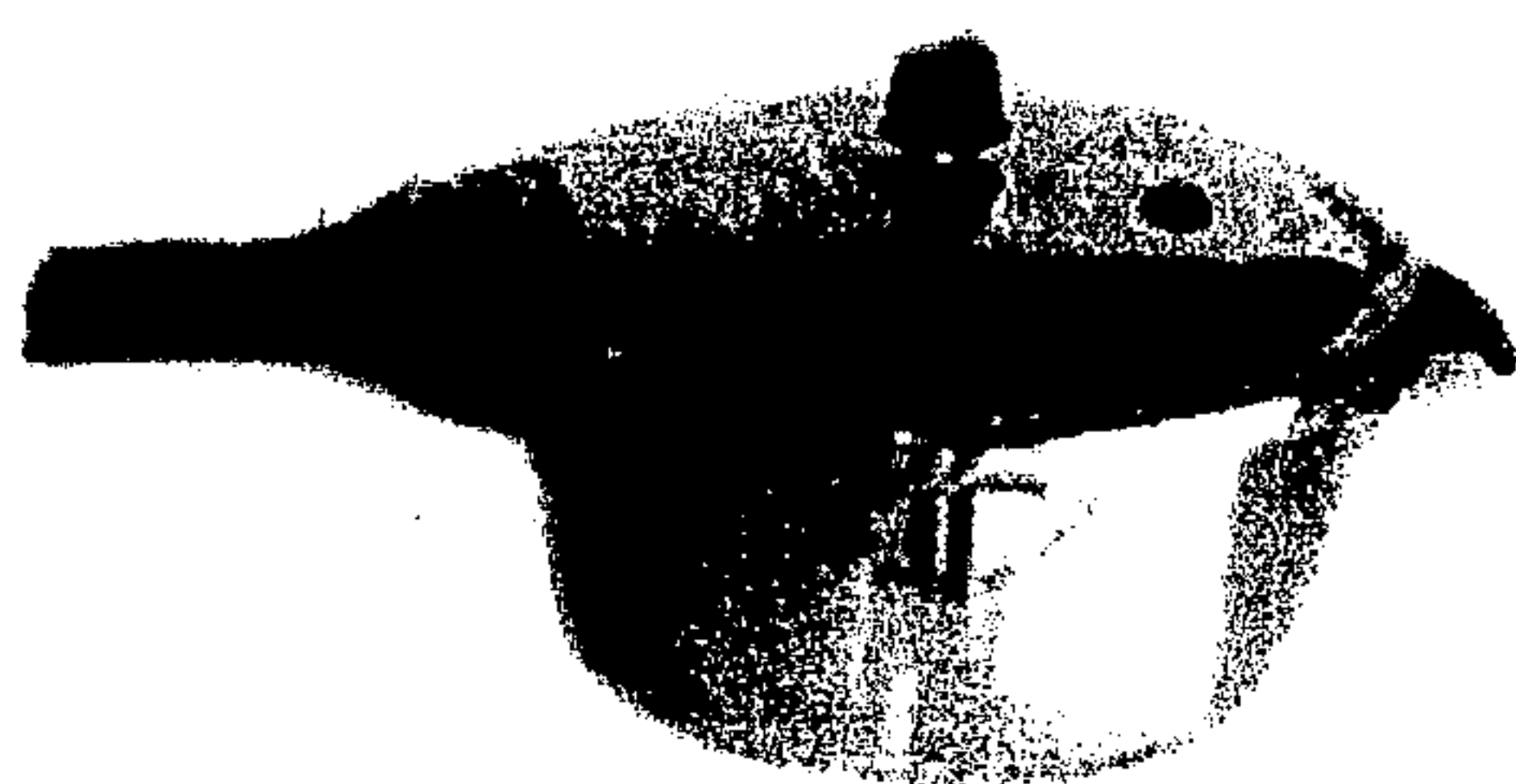
Posee control automático a las 10 lbs. Buen sellado.

Pais de origen: Brazil

Desventaja: Como sistema de esterilización presenta menor resistencia a la presión por estar fabricada con aluminio.

Las ollas de aluminio tienen regularmente una presión manométrica de trabajo nominal de 80 kPa es decir 11.6 Psi.

Es decir no alcanza la presión deseada para lograr esterilización.



Marca: Maltress MA6QT olla de presión fabricada con aluminio.

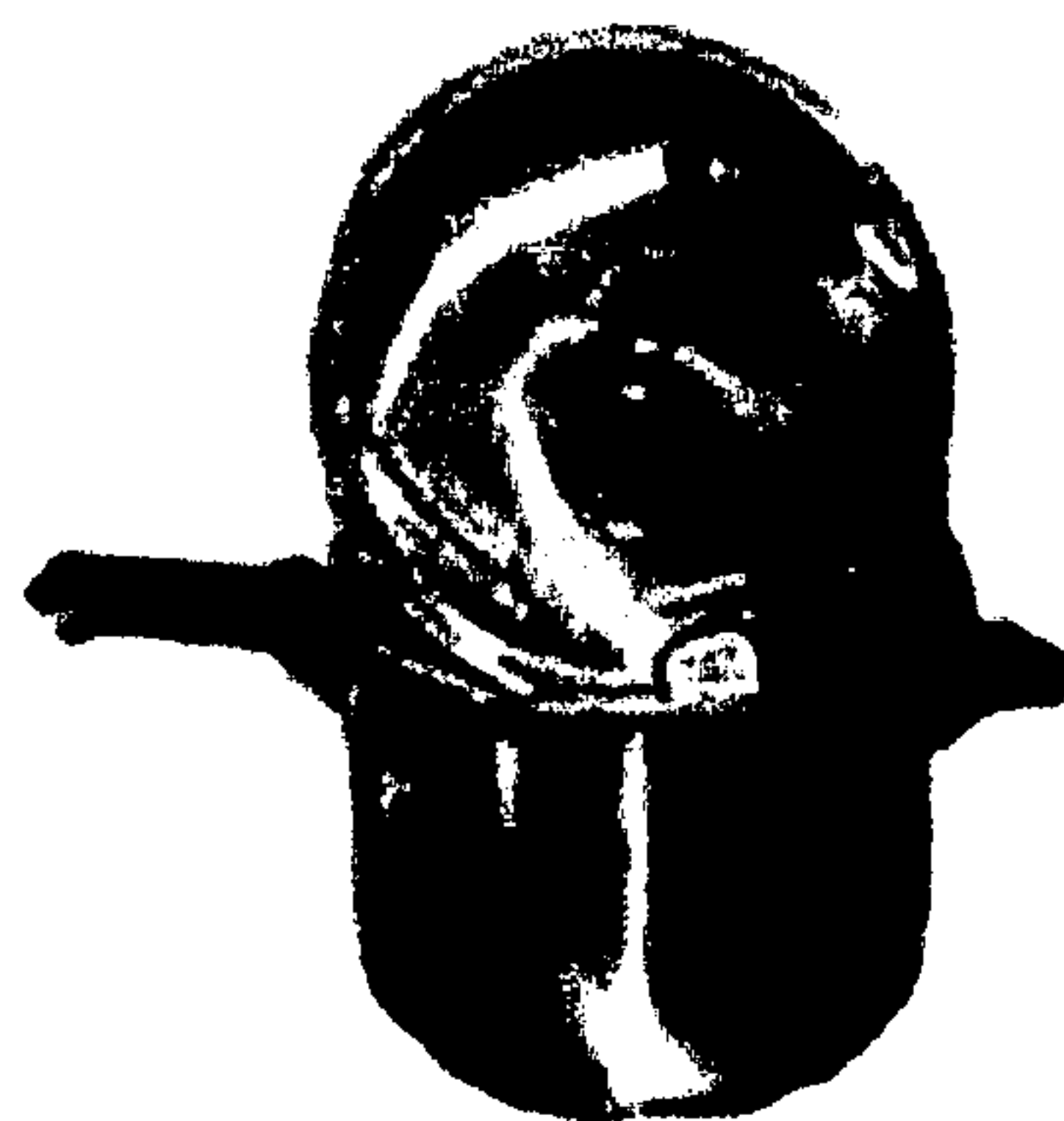
2 capacidad de 4 litros Precio: Q239.00

6 litros Precio: Q269.00

Incluye una rejilla de aluminio. Dos años de garantía.

Pais de origen: Brazil

Desventaja: Como sistema de esterilización presenta menor resistencia a la presión por estar fabricada con aluminio. Las ollas de aluminio tienen regularmente una presión manométrica de trabajo nominal de 80 kPa es decir 11.6 Psi. Es decir no alcanza la presión deseada para lograr esterilización.



Marca: Rochedo

Olla de presión fabricada de aluminio.

Con capacidad de 4 litros Precio: Q 259.00

Con capacidad de 6 litros Precio: Q299.00

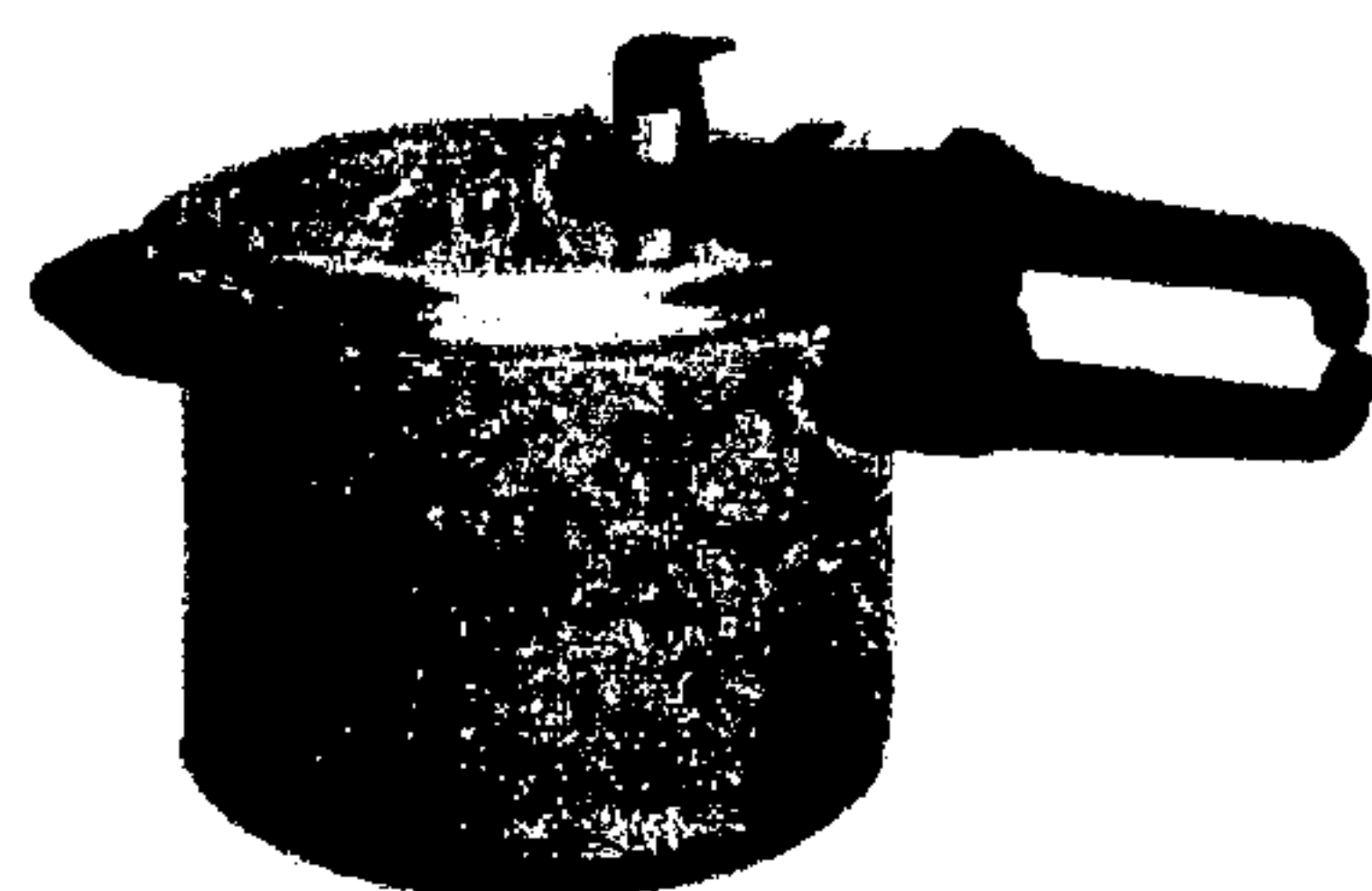
Con capacidad de 8 litros Precio: Q 359.00

Desventaja: Como sistema de esterilización presenta menor resistencia a la presión por estar fabricada con aluminio. Las ollas de aluminio tienen regularmente una presión manométrica de trabajo nominal de 80kPa es decir 11.6 Psi. Es decir no alcanza presión deseada para lograr esterilización.

Olla de Presión_____

Marca: Oster

Posee tres válvulas de Seguridad exterior para mayor confiabilidad. Tapa con cierre de Seguridad Filtro integrado anti-bloqueo de la válvula principal Doble asa para manejo cómodo y seguro.



Fabricado en aluminio.

Tres capacidades

4790 con capacidad de 4 litros

Precio: Q 369.95

4792 con capacidad de 7 litros

Precio: Q 469.95

4793 con capacidad de 9 litros

Precio: Q 489.95

Desventaja: Como sistema de esterilización presenta menor resistencia a la presión por estar fabricada con aluminio. Las ollas de aluminio tienen regularmente una presión manométrica de trabajo nominal de 80 kPa es decir 11.6 Psi. Es decir no alcanza la presión deseada para lograr esterilización. (16)

OLLAS DE PRESIÓN FABRICADAS EN ACERO INOXIDABLE



Marca: Revere

Olla de presión fabricada con acero inoxidable.

20cms de diámetro por 15cms de altura.

Capacidad 6 litros Precio: Q 814.00

Ensamblada en China.

OLLAS RÁPIDAS DE ACERO INOXIDABLE 18/10 ESTÁNDARES GAMA DE 4,6 Y 7 LITROS (LÍNEA CONVEX. Y RECTA)



CARACTERÍSTICAS

Perfecta fusión entre la belleza y la funcionalidad. Las nuevas Elegance Rápida y Elegance Rápida in de Fagor cuentan con un diseño moderno, atractivo, limpio y sobre todo funcional. Para ello, su mango ergonómico hacia el interior, ofrece una mayor facilidad de manejo, además de ocupar mucho menos espacio que otras ollas rápidas del mercado.

Un solo mando todo más fácil Con fondo difusor de calor PLAKSTEEL(15)

**DIFERENTES
GAMAS Y CAPACIDADES**

Cuadro 9.

OLLA DE PRESIÓN CONVEX	OLLA DE PRESIÓN RECTA	CARGA
Línea CONVEX 918011796 Capacidad : 7 litros Diámetro: ø 22cm-24cms en la parte inferior. Altura 18cms. Espesor 1,20mm. Precio: Q 649.00	Línea RECTA 918011787 Capacidad: 7 litros Diámetro: ø 22cms. Altura 18cms. Espesor 1,20 Precio: Q 649.00	Aproximadamente 12 paquetes
918011732 Capacidad: 6 litros Diámetro: ø 22cm Altura 16cms. Espesor 1,20mm Precio: Q 579.00	918011778 Capacidad: 6 litros Diámetro: ø 22cms. Altura 16cms. Espesor 1,20mm. Precio: Q 579.00	Aproximadamente 8 paquetes
918011769 Capacidad: 4 litros Diámetro: ø 22cm Altura 10,5cms. Espesor 1,20mm. Precio: Q 549.00	918011750 Capacidad: 4 litros Diámetro: ø 22cms. Altura 10,5 cms. Espesor 1,20 Precio: Q 549.00	Aproximadamente 5 paquetes

Terminología



Con fondo difusor de calor PLAKSTEEL

Creado, diseñado y desarrollado por Fagor, el fondo compacto y sin uniones PLAKSTEEL, está fabricado en aluminio y cubierto por una lámina de acero inoxidable ferromagnético, absorbe y distribuye el calor de forma homogénea. De este modo, se convierte en el fondo ideal para emplear con placas de inducción, vitrocerámicas y para cualquier otro tipo de fuegos (estufa eléctrica o de gas).

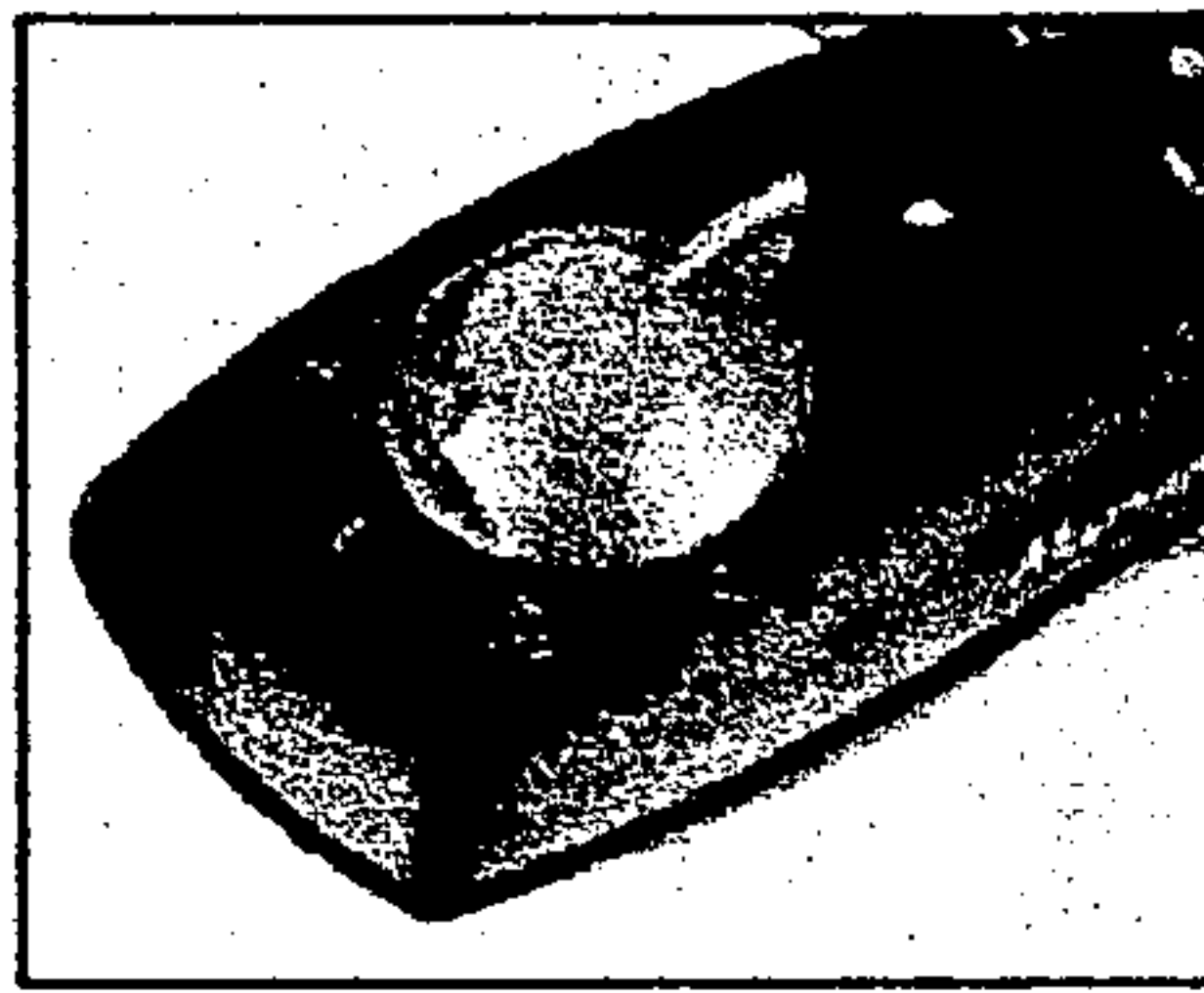
Terminología



Un solo mando: todo más fácil

El nuevo sistema valvular dispone de 2 niveles de presión. la posición 1 que es para cocinar alimentos suaves alcanza 0.6 Kg/cm^2 , no es suficiente para esterilizar y el 2 para cocinar alimentos más duros alcanza 1.1 Kg/cm^2 que es igual a 15 PSI, es decir es la presión necesaria para esterilizar. Además, con este mismo mando se consigue la descompresión de la olla. Y por último, tiene una posición de extracción de la válvula para facilitar su limpieza. (15)

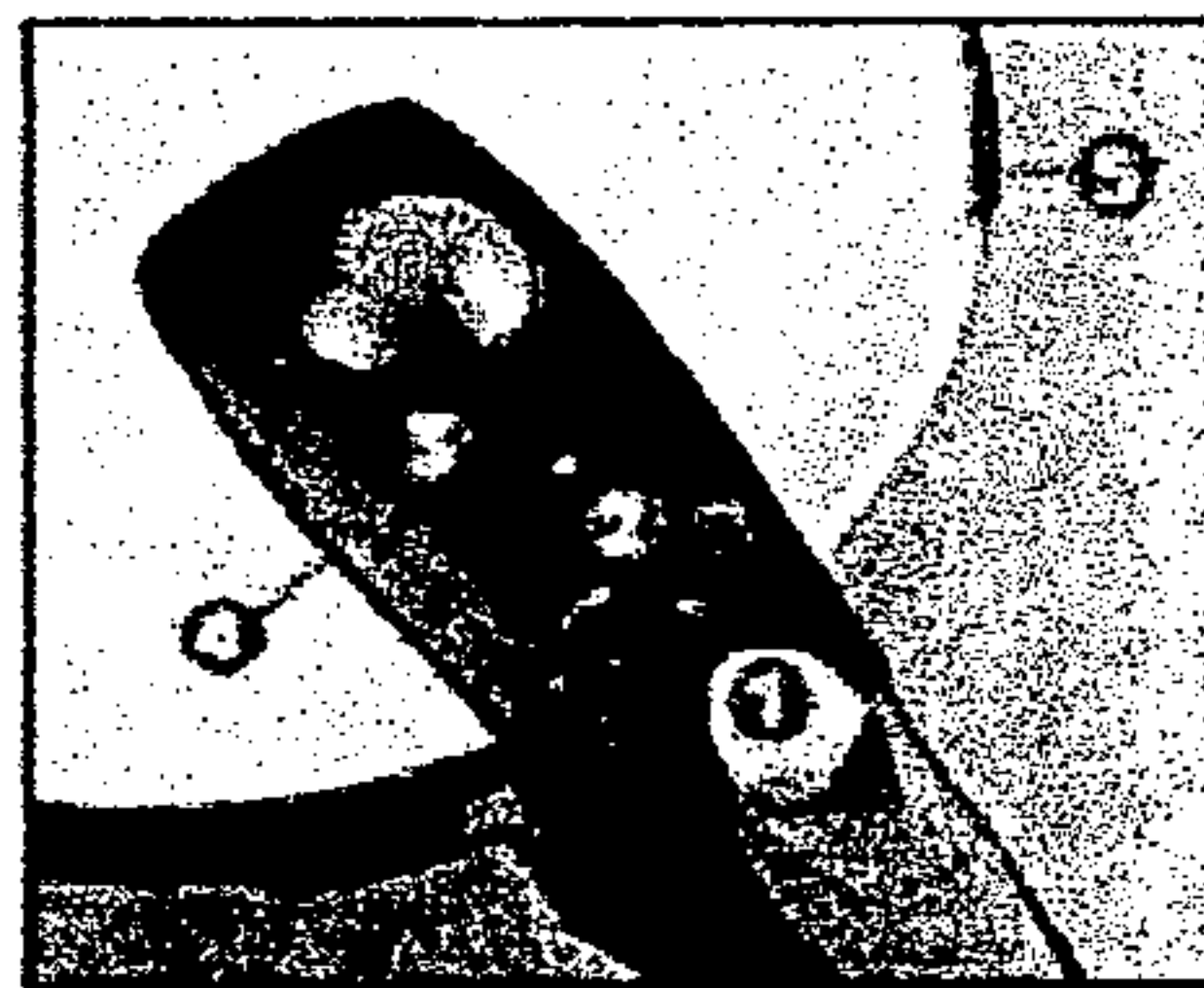
Terminología



Nuevo sistema valvular

Ahora, en un solo mando se puede elegir la presión que requiera cada alimento. Además, este mismo mando consigue la descompresión de la olla. También tiene una posición de extracción de la válvula, para facilitar su limpieza. (15)

Terminología



Total seguridad

1. Pulsador de bloqueo de accionamiento vertical: imposibilita la apertura de la olla si la descompresión no es total. 2. Indicador Apertura/Bloqueo: cuando está abajo indica que la olla se puede abrir, y cuando está arriba, que la olla está bloqueada. 3. Indicador de presión: cuando baja indica que la evacuación de presión se ha realizado totalmente y que se puede abrir la olla. 4. Válvula de Seguridad bajo tapa 5. y Ventana lateral: ambas permiten, en caso de sobrepresión, una salida de vapor sobrante. (15)

SELECCIÓN DE LA OLLA DE PRESIÓN DE ACUERDO AL MATERIAL Y CAPACIDAD

Es importante tomar en cuenta el material con que está fabricada la olla de presión deberá ser de acero inoxidable puede adquirirse en sitios que tienen a disposición equipos electrodomésticos.

Se ha seleccionado acero inoxidable en vez del aluminio debido a que sus propiedades mecánicas son superiores. (1)

El aluminio es comúnmente utilizado en la fabricación de ollas caseras, tiene mayor coeficiente de oxidación, menor punto de fusión, escasa dureza es decir poca resistencia al desgaste abrasivo, mayor coeficiente de corrosión.

En general los metales de todo tipo pueden reaccionar con el oxígeno y otros gases. Estas reacciones pueden, como la corrosión, alterar la composición, las propiedades o la integridad del metal. El óxido formado por el aluminio se adhiere a las paredes de la olla y durante el proceso de esterilización, el vapor a presión que circula dentro de la olla, provoca un barrido del óxido provocando así sólidos en suspensión que de cierta forma ocasionan contaminación en el interior de la olla, posteriormente al terminar el ciclo; se condensa el agua, es decir se invierte el proceso y se forma nuevamente el óxido.

Los aceros inoxidables son aceros resistentes a la corrosión debido a ciertas aleaciones de zinc, cromo y magnesio, también al calor por su alto punto de fusión y a la oxidación a temperaturas elevadas, manteniendo una resistencia considerable. Puesto que el acero cuenta con mejores propiedades mecánicas nos garantizará mayor tiempo de vida

útil y mejor comportamiento durante el proceso de esterilización. (1)

En el mercado no se encuentra diversidad de ollas de presión de uso doméstico fabricadas de acero inoxidable. La mayoría están fabricadas de aluminio. Por lo regular las ollas de aluminio no están diseñadas para soportar una presión manométrica de trabajo mayor a los 80KPa que es igual a 11.6 Psí por lo que no se considera apta para el proceso de esterilización.

La elección de la capacidad de la olla de presión está directamente relacionado al número promedio de pacientes que el odontólogo atiende diariamente.

LA OLLA DE PRESIÓN DEBERÁ CONTENER INFORMACIÓN NECESARIA PARA EL CONSUMIDOR

Las ollas de presión deben estar marcadas o grabadas en alto o bajo relieve, con letras o números legibles, la siguiente información comercial obligatoria:

- Marca registrada del fabricante.
- Legenda «Hecho en» o, en su caso, país de origen.
- Presión manométrica de trabajo nominal en pascales (Pa) o sus múltiplos.
- En el mango o asa, el sentido para abrir o cerrar la tapa de la olla.
- Capacidad nominal en litros.
- Fecha o período de fabricación o número de lote.

En el empaque deben presentar, impreso la siguiente información:

- Marca registrada del fabricante.

- Capacidad nominal en litros.
- Nombre del producto.
- Datos del importador.
- Razón social y domicilio fiscal del productor.
- En productos importados, la razón social y/o domicilio fiscal del importador.

La información necesaria referente al uso, cuidado, recomendaciones de seguridad y mantenimiento básico, así como la instalación de accesorios que están incluidos en la olla a presión. (17)

RECOMENDACIONES DE COMPRA

- Cerciórese de que todas las piezas de la olla a presión estén incluidas y que ajusten perfectamente.
- Asegúrese de que el utensilio incluya instructivo de operación y mantenimiento.
- Infórmese acerca de la ubicación de los centros de servicio en el área metropolitana o en el interior de la República Guatemala. (17)

RECOMENDACIONES DE CONSERVACIÓN:

- Para evitar que el interior se manche se recomienda lavar la olla con agua tibia, esponja o fibra plástica y jabón suave. No se deben emplear blanqueadores o detergentes con cloro, ni esponjas metálicas.
- Las manchas grises que se llegan a formar en el interior de la olla de presión se eliminan poniéndola a hervir por diez

minutos con dos tazas de agua y media taza de vinagre blanco, o bien, con el jugo de cuatro limones y sus cáscaras; después se lava como de costumbre.

- La tapa se debe lavar procurando no sumergirla en agua, para evitar que se dañe la válvula de salida del vapor.
- El interior del regulador de presión se debe lavar con agua, esponja o fibra plástica y jabón, y dejarlo secar boca abajo.
- Antes de guardar la olla se deben secar perfectamente todas las piezas y montar nuevamente el empaque en la tapa.
- Para guardarla se recomienda colocar la tapa invertida sobre la olla, intercalando una hoja de papel de cocina, para que no se raye; adentro se puede guardar el regulador de presión.
- Al guardarla no es conveniente ponerle otros recipientes encima, ya que puede maltratarse; un lugar ideal para conservarla en buen estado es la parte alta de la alacena, o bien, en un compartimiento aparte.
- Si no la va a utilizar durante un período largo es conveniente dejarla ligeramente abierta para evitar que se concentren olores desagradables.
- Es recomendable cambiar cada año el empaque de hule, o bien, cuando éste presente fisuras, se ablande o presente poca flexibilidad.
- También se sugiere cambiar la válvula de escape cada año o cuando al moverla se sienta muy rígida.
- Es conveniente adquirir repuestos que correspondan a la marca, modelo y tamaño para evitar un mal funcionamiento.

(17)

RECOMENDACIONES DE USO:

- Lea cuidadosamente el instructivo de operación.
- Lave perfectamente cada una de las partes de la olla con agua caliente y detergente.
- Antes de cerrarla asegúrese de que no se encuentren obstruidos los orificios de salida del vapor, como el regulador de presión y la válvula de seguridad, y verifique que el empaque de la tapa esté bien colocado; al cerrarla compruebe el buen acoplamiento entre la tapa y la olla.
- No toque las superficies calientes; utilice únicamente los mangos y las asas asignadas.
- No abra la olla hasta que ésta se enfríe y la presión interna haya disminuido. No la enfríe bruscamente y déjela enfriar poco a poco.
- Lave perfectamente los mecanismos de liberación de presión (salida de vapor) para que continúe funcionando correctamente.
- Para aclarar cualquier duda acerca del funcionamiento y uso del utensilio, consulte al representante de la marca correspondiente. (17)

12.2. MANÓMETRO:

Es un instrumento de medición diseñado para leer presión y dar dicha lectura en una carátula circular análoga. Por lo general el mecanismo es muy sencillo ya que consta de un elemento elástico (tubo bourdon) que se deforma al entrar la presión en él y este mismo está conectado a una cremallera que se activa moviendo el

puntero que de acuerdo a la cantidad de presión que recibe el tubo sufre una deformación mayor o menor, leyendo por consiguiente mas o menos presión. La unidad de lectura más común en nuestro país es Lb/pulg², también es posible encontrar necesidades de lectura de Kg/cm² y en algunas ocasiones podemos encontrar lecturas en Bares o Milibares que es una lectura europea. Existen alguna variaciones en otros instrumentos pero que siempre cuentan con el mismo principio de funcionamiento como se indicó anteriormente. (R²) Estas variaciones son:

1Lb/pulg² (PSI) es igual a 0.03453 Kg/cm²

1 Kg/cm² es igual a 14.223 Lbs/pulg²

1 Milíbar es igual a 0.014804 Lbs/pulg²

68.9476 Milibares 0.980 Bares

980.67 Milibares 1.020 Bares

0.00102 Kg/cm² 1 Bar

1000 Milibares 0.960 Kg/cm²

R² Gaitán, Otto Danilo.-- Consulta personal sobre Manómetros.-- (Promotor técnico de ventas). Coprin, S.A.-- 29 de julio 2002.

CODIGO DE USOS Y APLICACIONES DEL MANÓMETRO:

Uso general o estándar:

Servicios normales de aire, vapor, agua y otros fluidos no considerados corrosivos. Para temperaturas no mayores de 130°C. Uso más común: industria alimenticia en general, hornos, esterilizadores.

Uso hidráulico:

Presiones de agua y otros líquidos no considerados corrosivos. miden presiones de 3,000 hasta 10,000 Lb/pulg².

Uso en refrigeración:

Con escala dual de temperatura y presión para gases refrigerantes. Los manómetros 63335 traen además amortiguador integrado y su carátula cuenta con cuatro escalas: R-22, R-12, R-502 y P.S.I.

Uso en calibración:

Para verificación de otros manómetros. Exactitud de $\pm 0,5\%$ del alcance máximo de medición.

Uso como receptores neumáticos:

Receptores de presión que convierten la lectura de la carátula en unidades de temperatura, flujo, nivel u otras necesidades.

Uso para procesos en condiciones severas de trabajo:

Gran calidad para ambientes altamente corrosivos y condiciones severas de trabajo. Pueden estar secos o llenos de líquido (glicerina) para trabajo pesado donde exista vibración mecánica, golpes de ariete y presión variable. Éstos se llaman de frente sólido: para procesos donde existan fluidos y ambientes corrosivos como: industria química, petrolera, nuclear, generación de potencia, etc. Su diseño de frente sólido proporciona máxima seguridad al usuario. ^(R2)

FACTORES A CONSIDERAR PARA LA CORRECTA SELECCIÓN DE UN MANÓMETRO

Rango de presión (Alcance de medición del manómetro)

Debemos determinar cual es la presión de trabajo del instrumento. Es importante tener cuidado de no mantener en operación continua un manómetro por arriba del 75% de la escala total para presiones continuas, y del 65% para presiones fluctuantes. Es importante aclarar que trabajar a sobre presión fatiga el tubo de bourdón y reduce la vida útil del manómetro. ^(R2)

^{R2} Gaitán, Otto Danilo.-- Consulta personal sobre Manómetros.-- (Promotor técnico de ventas). Coprin, S.A.-- 29 de julio 2002.

Cuadro 10.

Rango de mediciones en Manómetros

ALCANCE DE MEDICIÓN GRADUACIONES		INTERVALO
Kg/cm ²	PSI	Kg/cm ²
O-1	O-15	0.1
O-2	O-30	0.2
O-4	O-60	0.5
O-7	O-100	0.5
O-11	O-160	1
O-14	O-200	1
O-21	O-300	2
O-28	O-400	2
O-35	O-500	5
O-42	O-600	5
O-56	O-800	8
O-70	O-1000	10
O-105	O-1500	10
O-110	O-1600	10
O-140	O-2000	10
O-210	O-3000	20
O-280	O-4000	40
O-350	O-5000	50
O-560	O-8000	50

Método de instalación

Existen diferentes tipos de ubicación en los manómetros, (posterior, inferior y brida para tablero) por lo tanto debemos consultar con el usuario cual será la forma de instalación del instrumento. Deberán ser instalados en forma vertical, cualquier variación a la posición recomendada deberá ser consultada con el fabricante.

Al efectuar la instalación nunca se apoye de la caja para realizar el apriete, esto es un factor muy común

de descalibración. Los manómetros son instrumentos de medición y requieren de precauciones para su manejo e instalación.

La conexión de los manómetros Metrón está disponible en las siguientes medidas: 1/8", 1/4" y 1/2" NPT.^(R2)

Díámetro de carátula

Los manómetros Metrón se fabrican con los siguientes diámetros de carátulas: 1 1/2", 2", 2 1/2", 3 1/2", 4", 4 1/2" y 6".

PARA SELECCIONAR EL MANÓMETRO:

Respecto al tipo de manómetro:

El manómetro que vamos a requerir está dentro del grupo de uso General, porque son los que se encargan de medir vapor a temperaturas no mayores a los 130°C.

Respecto al rango de presión:

El proceso de esterilización requiere 15 Lb/pulg² (PSI), ya que conocemos el rango de presión que se requiere podemos seleccionar el manómetro, este debe medir el doble de presión de la que se requiere, es decir deberá seleccionar un manómetro que mida de 0-28Lb/pulg² (PSI).

^{R2} Gaitán, Otto Danilo.-- Consulta personal sobre Manómetros.-- (Promotor técnico de ventas). Coprin, S.A.-- 29 de julio 2002.

Respecto al tamaño de la carátula: No requiere un tamaño mayor al 1 ½ pulgadas.

Respecto al método de instalación la conexión:

Requiere una rosca ¼ de pulgada npt (rosca americana de tubería), generalmente la conexión es de bronce.

El manómetro puede ser adquirido en sitios donde dispongan de equipo de medición, accesorios industriales, laboratorios.

Ejemplo: Coprín, S.A. ^(R2)

Cuadro 11.

Modelo	Diámetro De Carátula	Conexión NPT	Montaje	Boradon	Movimiento	Mirilla
38110	1 1/2"	1/8"	Posterior	Broce fosforado	Latón	Acrílico
51100	2"	1/8" o 1/4" Latón	Inferior	Broce fosforado	Latón	Vidrio plano
51110	2"	1/8" o 1/4" Latón	Posterior	Broce fosforado	Latón	Vidrio plano
51125	2"	1/8" o 1/4" Latón	Brida para tablero	Broce fosforado	Latón	Acrílico
63100	2 1/2"	1/4" Latón	Inferior	Broce fosforado	Latón	Vidrio plano
63110	2 1/2"	1/8" o 1/4" Latón	Posterior	Broce fosforado	Latón	Vidrio plano
63125	2 1/2"	1/8" o 1/4" Latón	Brida para tablero	Broce fosforado	Latón	Acrílico
89100	3 1/2"	1/4" Latón	Inferior	Broce fosforado	Latón	Vidrio plano
89110	3 1/2"	1/4" Latón	Posterior	Broce fosforado	Inox 316	Vidrio plano
11510F	4 1/2"	1/4" o 1/2" Latón	Inferior	Broce fosforado	Inox 316	Acrílico
11535F	4 1/2"	1/4" o 1/2" Latón	Brida para tablero	Broce fosforado	Latón	Acrílico
15210	6"	1/4" o 1/2" Latón	Inferior	Broce fosforado	Latón	Vidrio plano
15230	6"	1/4" o 1/2" Latón	Posterior	Broce fosforado	Latón	Vidrio plano

^{R2} Gaitán, Otto Danilo.-- Consulta personal sobre Manómetros.-- (Promotor técnico de ventas). Coprín, S.A.-- 29 de julio 2002.

FIGURA 7. PARTES DE UN MANÓMETRO

ALGUNAS VENTAJAS DE LOS MANOMETROS DE FRENTE SOLIDO METRON

SEGURIDAD

*Los manómetros están fabricados con cajas de una sola pieza, contando con una pared de 0.2" de espesor, que protege la integridad del operario.

*Los componentes internos fabricados en acero inoxidable tipo 316, hacen recomendable el uso de estos manómetros.

DURABILIDAD

*El movimiento de los manómetros y sus componentes, están fabricados en acero inoxidable serie 300, de alta resistencia a la corrosión.

*El tubo de Bourdón es de un radio mayor. En presiones superiores a 70 kg/cm² es de tipo Helicoidal.

*La flecha del piñón es de construcción más robusta.

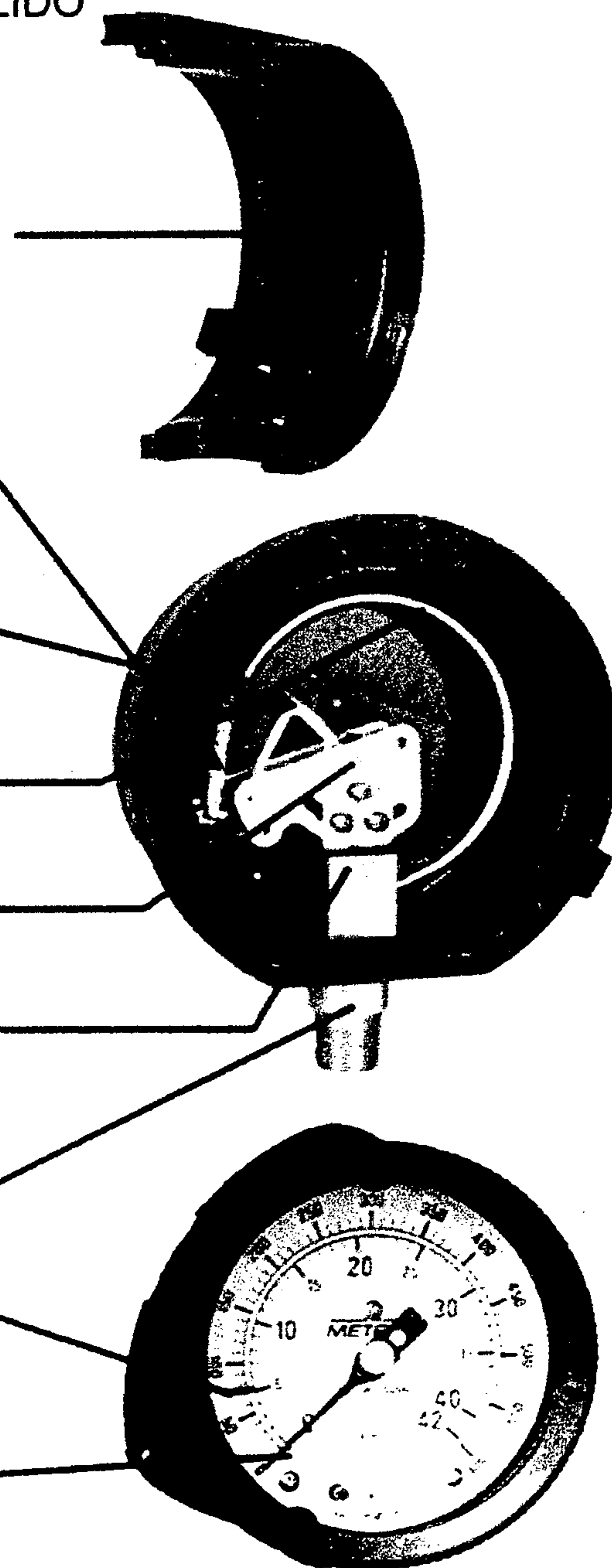
*El movimiento está montado sobre la conexión, la cual está sujeta directamente a la caja, impidiendo con ésto que el instrumento se descalibre.

*La conexión está fabricada con barra cuadrada de 7/8", proporcionando mayor facilidad para su instalación.

*Mirilla de acrílico de alta resistencia al impacto.

EXACTITUD

*Las carátulas pueden fabricarse con tope para ajuste a cero o cero flotante.



12.3. TERMÓMETRO:

Un termómetro es un instrumento que mide la temperatura de un sistema en forma cuantitativa. Por medio de una sustancia llamada mercurio que tiene la propiedad de cambiar de manera regular con la temperatura. Para convertir de grado °C a °F multiplique por 1.8 y sume 32. $^{\circ}\text{F} = 1.8^{\circ}\text{C} + 32$ Sus aplicaciones más comunes son: Uso industrial, hornos, esterilizadores, industria alimenticia en general y aplicaciones comerciales, etc. Se fabrican termómetros con conexión posterior, conexión inferior y ángulo variable, todos con tornillo de ajuste interno.

CARACTERÍSTICAS:

- Caja y bisel: de acero inoxidable 304, resistencia a la corrosión, sello hermético entre el medio exterior y el conjunto interno del termómetro, evitando el empañamiento del cristal por introducción de vapores en usos de alta temperatura.
- Carátula: Con escala sencilla en °F y °C y dual °C/°F, fabricada en aluminio, resistencia a temperaturas mayores a 150 °C sin sufrir desprendimiento.
- Puntero: Balanceado, de aluminio ligero con acabado negro mate para una mayor facilidad de lectura.
- Ajuste: Herméticamente sellado.

- **Mirilla:** Cristal con calidad sellado contra bisel y caja por medio de un empaque que mantiene una hermeticidad integral del conjunto.
- **Vástago:** De acero inoxidable 316 de $\frac{1}{4}$ de diámetro con longitudes como se muestra en la tabla selectiva.
(R2)

Cuadro 12

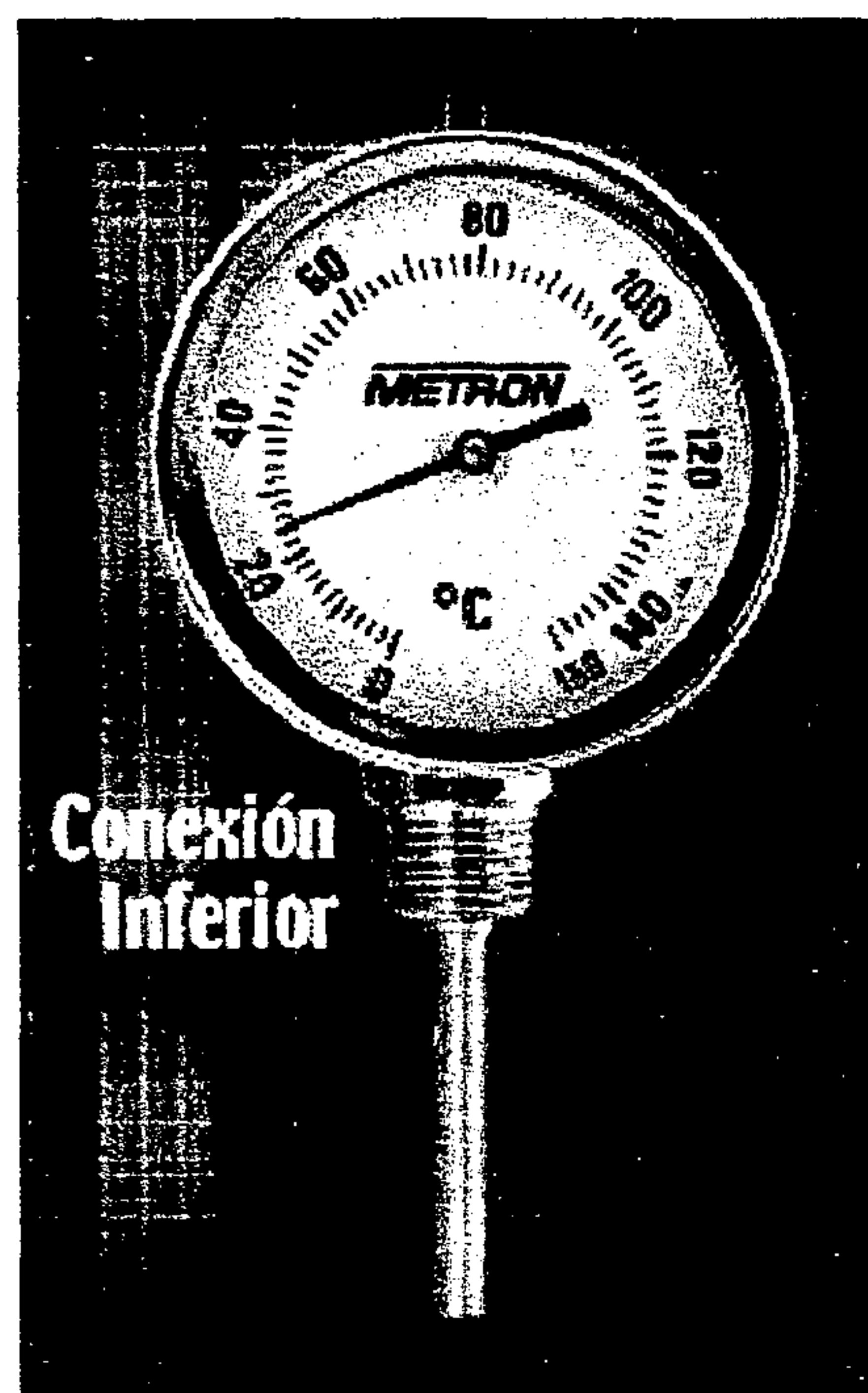
Tabla Selección de Termómetro Bimetálico

Díámetro de Carátula	Descripción	Código	Longitud del Vástago
2"	Conexión post. 1/4 NPT	21	2 1/2", 4", 9", 12", 15", 18", 24"
3"	Conexión post. 1/4 NPT	31	2 1/2", 4", 6", 9", 12", 15", 18", 24"
5"	Conexión post. 1/2 NPT	51	2 1/2", 4", 6", 9", 12", 15", 18", 24"
3"	Conexión Ang. Variable 1/2 NPT	33	2 1/2", 4", 6", 9", 12", 15", 18", 24"
5"	Conexión Ang. Variable 1/2 NPT	53	2 1/2", 4", 6", 9", 12", 15", 18", 24"
3"	Conexión Inferior 1/2 NPT	32	2 1/2", 4", 6", 9", 12", 15", 18", 24"
5"	Conexión Inferior 1/2 NPT	52	2 1/2", 4", 6", 9", 12", 15", 18", 24"

Nota: Para la selección del termómetro tomar en cuenta que debe utilizar siempre a un 75% de su capacidad, considerando como 100% el alcance de medición en la carátula.

Para obtener exactitud compruebe que el vástago este inmerso 2 1/2" en gases.

R2 Gaitán, Otto Danilo.-- Consulta personal sobre Manómetros.-- (Promotor técnico de ventas). Coprin, S.A.-- 29 de julio 2002.



PARA SELECCIONAR EL TERMÓMETRO:

Debemos conocer el rango de temperatura que vamos a necesitar. Para el proceso de esterilización se necesitará 121°C.

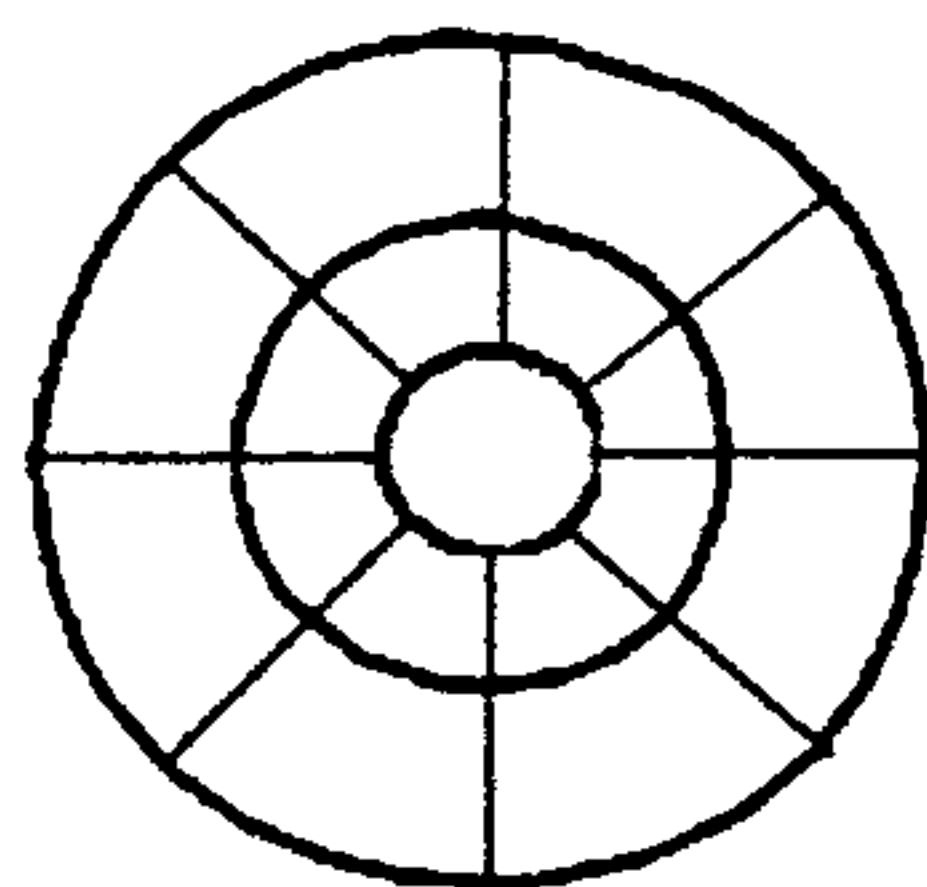
Por lo que de acuerdo al rango de temperatura que mediremos se requerirá un termómetro que oscile de 0-150°C ó bien de 0-200 °C. Con respecto al tipo de conexión de preferencia que éste sea de conexión inferior para que tengamos una buena visibilidad de la lectura del termómetro. ^(R2) Con respecto a la marca los termómetros Metron son de alta calidad, bajo costo.

^{R2} Gaitán, Otto Danilo.-- Consulta personal sobre Manómetros.-- (Promotor técnico de ventas). Coprin, S.A.-- 29 de julio 2002.

12.4. REJILLA:

El accesorio adicional que utilizaremos dentro de la olla serán dos rejillas para la colocación de los instrumentos dentales. Esta rejilla estructuradas en varilla de acero inoxidable 304 de 3-5 mm de diámetro pueden ser elaboradas en sitios de fabricación y montaje de equipo de acero inoxidable o equipos industriales (algunas ollas de presión incluyen esta rejilla para el cocimiento de alimentos a vapor, ésta puede ser utilizada para la colocación del instrumental, se deberá soldar tres topes en la pared interna de la olla a la altura necesaria.)

La rejilla deberá ser elaborada de acero inoxidable; cabe mencionar que deberá tener varias hileras circulares y verticales de manera que los paquetes estén perfectamente soportados.



Las dimensiones de la rejilla van a estar directamente relacionadas con el tamaño de la olla que se adquiriera. Debemos tomar 2 medidas: circunferencia y altura. Podemos tomar la medida de la circunferencia en el extremo superior desde cualquier punto de un extremo de la olla hacia el otro extremo, a este valor le restamos 2 centímetros para que la rejilla entre y salga libremente.

Para conocer la altura a la que deberá colocarse nuestra rejilla, dispensamos dentro de la olla la cantidad de agua desmineralizada necesaria para el proceso de esterilización, posteriormente medimos el espacio que ocupa el agua desde el fondo de la olla hasta la superficie del agua, este valor se multiplica por 2 y esa deberá ser la altura a la que debemos colocar los topes que sostendrán la rejilla. Con el fin de contar con un espacio prudencial entre la rejilla y el agua y evitar que los instrumentos se mojen durante el proceso de esterilización.

12.5. AGUA DESMINERALIZADA:

Es agua que está libre de minerales por un proceso llamado desionización. Se aconseja usar este tipo de agua para conservar en mejores condiciones nuestro equipo, por las siguientes razones:

- Para evitar la formación de incrustaciones de minerales en las paredes de la olla, que provocaría cambios en las propiedades del acero como en cualquier otro metal.
- Durante el proceso de esterilización el uso de agua dura provocará la acumulación de sólidos (minerales) en suspensión constituyendo un alto riesgo, por el taponamiento que puede ocasionar en la válvula de seguridad.

Además el proceso de esterilización no requiere de minerales extras que pueda contener el agua dura.

13. DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN DE LA OLLA DE PRESIÓN

MODIFICACIONES DE LA OLLA:

- 13.1. Realización de topes en la parte interna de la olla para sostener la rejilla.
- 13.2. Instalación del manómetro.
- 13.3. Instalación del termómetro.

13.1. REALIZACIÓN DE TOPEs EN LA PARTE INTERNA DE LA OLLA PARA SOSTENER AMBAS REJILLAS:

Localización del punto de instalación de la rejilla.

El procedimiento que se llevará a cabo para la instalación de los 6 topes será el de soldar una varilla de acero inoxidable 304 de 5 mm de diámetro en la parte interna de la olla, de manera que equidisten entre sí, 3 por rejilla en el lugar donde serán posicionadas las mismas, que será a una altura de 4.5 cms desde el fondo de la olla para la rejilla 1 y 11.5 cms para la rejilla 2. (1) (Ver anexo pag. 177)

13.2. INSTALACIÓN DEL MANÓMETRO:

Deberá seleccionar el punto de instalación del manómetro, este puede ser paralelo o perpendicular al mango de la tapa.

Procede a perforar la tapa con un barreno de pedestal utilizando 3 brocas de diferentes diámetros; se inicia

con la broca de menor diámetro para evitar agrietamiento o sobreesfuerzo.

Primero la Broca Centro a 314 RPM, luego broca 11/32 a 180 RPM, Broca 7/6 a 180 RPM con el fin de obtener finalmente un diámetro de $\frac{3}{4}$ con el fin de soldar una copla del mismo diámetro.

Soldar una copla de acero inoxidable (316-L) de $\frac{1}{4}$ pulgada NPT (rosca americana de tubería). En la parte superior de la tapadera de la olla en el agujero perforado anteriormente. La copla se soldará con una varilla de acero inoxidable tipo 308-16 de 1/16.

Colocar el manómetro en la parte superior de la copla y se procederá a apretarlo con una llave aplicando teñón como sellador en la rosca.

13.3. INSTALACIÓN DEL TERMÓMETRO:

Deberá seleccionar el punto de instalación del termómetro, éste debe estar paralelo al mango de la tapa en una relación de 45° ó 90° .

Proceda a perforar la tapa con un barreno de pedestal utilizando 3 brocas de diferentes diámetros; se inicia con la broca de menor diámetro para evitar agrietamiento o sobreesfuerzo.

Primero la Broca Centro a 314 RPM, luego broca 11/32 a 180 RPM, Broca 7/6 a 180 RPM con el fin de obtener finalmente un diámetro de $\frac{3}{4}$ con el fin de soldar una copla del mismo diámetro.

Soldar una copla de acero inoxidable (316-L) de $\frac{1}{4}$ pulgada NPT (rosca americana de tubería). En la parte superior de la tapadera de la olla en el agujero

perforado anteriormente. La copla se soldará con una varilla de acero inoxidable tipo 308-16 de 1/16.

Colocar el termómetro en la parte superior de la copla se procederá a apretarlo con una llave aplicando teplón como sellador en la rosca.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

- Determinar la efectividad de esterilización de la olla de presión modificada.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar la cantidad de agua desmineralizada necesaria para completar el ciclo de esterilización.
- Determinar el tiempo en que la olla de presión modificada alcanza los 121°C y 15 PSI.
- Determinar costo de la olla de presión modificada y comparación con otros equipos de esterilización que existen en el mercado guatemalteco (tipo olla de presión y autoclave eléctrico).
- Determinar la efectividad de esterilización de una olla de presión modificada utilizando el indicador biológico Attest™ 1292 de 3M™
- Determinar la efectividad de esterilización de una olla de presión modificada utilizando el indicador químico interno multiparamétrico de vapor Steam-Clox™ 00103 de 3M™

VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN	OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE
<u>DEPENDIENTE</u> Efectividad de Esterilización por Calor Húmedo bajo presión	Se refiere a aquellos procedimientos por los que todas las formas de vida microbiana, vegetativa o esporulada son destruidas o muertas, por medio de la olla de presión casera modificada como método de esterilización por vapor bajo presión.	Indicador Biológico 1292 3M Attest que contiene esporas. La muerte de estas esporas llamadas Bacillus Stearothermophilus indicará la efectividad del ciclo de esterilización. Indicador Químico interno (multiparamétrico) OO103 Steam Clox, contiene una tinta indicadora que cambia de color. El cambio de color en los numerales 1,2 y 3 indicará que las <u>condiciones</u> para un adecuado ciclo de esterilización se dieron cita en el interior de dicho paquete.
<u>INDEPENDIENTE</u> Tiempo	Período durante el que tiene lugar una acción o acontecimiento, o dimensión que representa una Sucesión de dichas acciones o acontecimientos.	Después de observar que la aguja del manómetro alcance las 15 libras de presión y el termómetro 121°C iniciar con períodos de tiempo de: 15 minutos, 25 minutos, 30 minutos y 45 minutos. Luego de haber encontrado el tiempo en el cual es efectivo; se repetirá tres veces dicha prueba para darle confiabilidad la misma.

METODOLOGÍA

PROCEDIMIENTO PARA LA MODIFICACIÓN DE UNA OLLA DE PRESIÓN

1. Adquirir una olla de presión marca Fagor de acero inoxidable. Se ha seleccionado este material pues en comparación con otros metales sus propiedades mecánicas son superiores.
2. Se seleccionará una olla con la capacidad que mejor se ajuste a sus necesidades, en este caso se seleccionó una olla de presión con capacidad de 7 litros con el fin de disponer de mayor espacio para la colocación del instrumental.
3. Las ollas de presión pueden incluir una rejilla de acero inoxidable la que utilizaremos para la colocación de los instrumentos dentales o bien puede fabricarse como anteriormente se explicó. Para colocar dicha rejilla en el interior de la olla se soldará tres topes de acero inoxidable por cada rejilla dispuestos de forma equidistante en la pared interna de la olla.

Debido a que la olla que se seleccionó para este estudio es de 7 litros se podrá elaborar 2 rejillas para contar con dos compartimientos para la colocación de instrumental ya que la altura de la olla de 18cm nos lo permite.

La cantidad de agua que usaremos para las pruebas ocupa 2.5cms desde el fondo de la olla, Los topes de la rejilla inferior se realizarán a 4.5cms para proporcionar un espacio prudencial y los instrumentos no tengan contacto con el agua.

Además deberá realizar otras perforaciones a la rejilla para permitir que el vapor circule libremente.

Si la olla de presión no cuenta con dicha rejilla siga las indicaciones que anteriormente se detallaron en la página 83.

4. Adquirir un manómetro marca Metron de acero inoxidable con una rosca de $\frac{1}{4}$ y una carátula de 1 $\frac{1}{2}$ pulgadas de capacidad de 0-28 ó 0-30 libras de presión.

5. La instalación del manómetro deberá realizarse en un taller de tornos. El manómetro se instalará del lado opuesto del mango de la tapa o perpendicular a este con el fin de disminuir la concentración de fuerzas.

6. Adquirir un termómetro marca Metron de acero inoxidable con una rosca de $\frac{1}{4}$ de pulgada, de conexión inferior que mida de 0-150°C.

7. Realizar dos perforaciones en la tapa con un barreno de pedestal utilizando 3 brocas de diferentes diámetros; se inicia con la broca de menor diámetro para evitar agrietamiento o sobreesfuerzo.

Primero la Broca Centro a 314 RPM, luego broca 11/32 a 180 RPM, Broca 7/6 a 180 RPM con el fin de obtener finalmente un diámetro de $\frac{3}{4}$ de pulgada con el fin de soldar una copla en cada perforación para la colocación de la instalación del manómetro y el termómetro.

8. Soldar dos coplas de acero inoxidable (316-L) de $\frac{1}{4}$ pulgada NPT (rosca americana de tubería). En la parte superior de la tapadera de la olla en el agujero perforado anteriormente.

8. Soldar dos coplas de acero inoxidable (316-L) de $\frac{1}{4}$ pulgada NPT (rosca americana de tubería). En la parte superior de la tapadera de la olla en el agujero perforado anteriormente. Las coplas se soldará con una varilla de acero inoxidable tipo 308-16 de 1/16.
9. Colocar el manómetro en la parte superior de la copla y apretarlo con una llave aplicando teflón como sellador en la rosca.
10. Colocar el termómetro en la parte superior de la copla y apretarlo con una llave aplicando teflón como sellador.
11. Soldar varilla de acero inoxidable 304 de 3-5 mm de diámetro a la pared interna de la olla que servirán como topes para sostener las rejillas. La altura de los primeros 3 topes para la rejilla inferior serán de 4.5 cms del fondo de la olla y para la rejilla superior los 3 topes estarán a 11.5 cms del fondo de la olla.
12. Posterior a la instalación, se lavará perfectamente la olla.

PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA EFECTIVIDAD DE ESTERILIZACIÓN DE UNA OLLA DE PRESIÓN MODIFICADA POR MEDIO DE UN INDICADOR BIOLÓGICO Y UN INDICADOR QUÍMICO

Con respecto al proceso de esterilización:

1. Preparar los paquetes para el ciclo de esterilización correspondiente a la prueba No. A,B,C,D y las 3 pruebas de confiabilidad de la siguiente manera:

Partiendo de los parámetros que la literatura refiere para el proceso de esterilización donde establece que no se distribuirán más de 10 instrumentos por paquete ya que la aglomeración de los mismos puede afectar negativamente el proceso de esterilización. (25)

Para este estudio se utilizará una carga normal para una clínica dental tomando en cuenta que se atiendan 3 pacientes por la mañana y 3 pacientes por la tarde, se necesitarán 6 juegos de instrumental básico y 1 más por alguna emergencia, además instrumental para operatoria, exodoncia, periodoncia y endodoncia, es decir de 11 a 12 paquetes de instrumental.

Es importante tomar en cuenta que el aparato de esterilización no debe sobrecargarse para garantizar una adecuada esterilización. (5,12,13,25,27).

Se usará como material de empaque las bolsas para esterilizar con biopelícula que contienen en su exterior indicador químico externo.

2. Preparar un paquete de prueba. De acuerdo a la literatura los paquetes de prueba que contienen los indicadores deben ser tan semejantes en su composición como sea posible, a los paquetes a ser esterilizados. Por lo tanto llevará en su interior un juego de instrumental básico (pinza, espejo y explorador), un indicador biológico y un indicador químico los cuales se han descrito con anterioridad.
3. Identificar el indicador biológico Attest™ 1292 de 3M™ escribiendo en su etiqueta, la fecha del proceso, número de prueba, tiempo o período que durará dicho ciclo.
4. Colocar un indicador biológico en forma horizontal en el paquete de prueba.
5. El indicador químico interno Steam-Clox™ 00103 de 3M™ deberá colocarse en el centro del paquete junto al indicador biológico, ambos serán depositados dentro de una bolsa para esterilizar con indicador químico externo Steri Dual de 3M.
6. Colocar en el interior de la olla la cantidad de agua desmineralizada necesaria para dicho proceso, esto es:

Cuadro 13

CAPACIDAD DE OLLA DE PRESIÓN CASERA	TIEMPO DEL CICLO DE ESTERILIZACIÓN (Luego de haber alcanzado las 15 psi)	CANTIDAD DE AGUA DESMINERALIZADA
7 litros	15 minutos	1 ¼ vasos
7 litros	25 minutos	2 vasos
7 litros	30 minutos	3 vasos
7 litros	45 minutos	4 ½ vasos

Esta tabla se elaboró tomando en cuenta que un vaso se evapora cada 10 minutos en un recipiente herméticamente cerrado luego de haber alcanzado las 15 lbs/pulg². A mayor tiempo de exposición mayor evaporación de agua por lo tanto mayor demanda de agua para completar el ciclo de esterilización, si el tiempo de exposición disminuye la cantidad de agua deberá disminuir. De lo contrario el exceso de agua puede provocar humedad en los paquetes y por lo tanto comprometer la integridad, considerándolo no estéril. Por lo que es importante verificar el nivel de agua. Al finalizar el proceso el fondo del recipiente deberá estar únicamente mojado.

Si se le agrega por lo contrario menos agua de la necesaria, toda el agua se evaporará antes de finalizar el ciclo y por consiguiente la temperatura y presión decaerán, por lo tanto el proceso de esterilización quedará inconcluso.

7. Colocar la rejilla en el interior de la olla.

8. Para conocer la cantidad de paquetes o carga que se debe preparar se debe considerar el tamaño de la olla, de acuerdo a la literatura la carga máxima para un esterilizador es el 80% de su capacidad.

Para fines de comprobar su eficacia en todo tipo de circunstancias, se utilizará el máximo de espacio permitido dentro de la cámara, es decir el 80 %.

Debemos asegurar que la disposición de la carga permite la penetración y circulación del agente esterilizante, y para ello es importante tener conocimiento sobre ciertos parámetros

para la correcta distribución de dichos paquetes en la cámara.

9. Depositar la carga dentro de la cámara de la olla de presión marca Fagor tomando en cuenta los parámetros explicados en las figuras 2,3,4.

10. Introducir el paquete de prueba el cual deberá ser colocado donde el agente esterilizante llegue con mayor dificultad (por ejemplo próximo a la tapa y en medio de la cámara), con el fin de demostrar que las condiciones físicas son uniformes y adecuadas para matar los microorganismos en cualquier sitio de la cámara.

En este caso se colocará el paquete de prueba en medio de la carga.

11. Cerrar la olla verificando que haya completa adaptación de la tapa.

12. Proceder a encender la estufa a llama alta. (En estufa de gas propano demora 11.35 minutos en alcanzar las 15 Psi y 121°C y en estufa eléctrica demora 12.00 minutos).

13. Observar el manómetro, después de que éste alcance 15 lb/pulg² que equivale a 121°C, y proporcionar un tiempo de:

- 15 minutos para la prueba A
- 25 minutos para la prueba B
- 30 minutos para la prueba C
- 45 minutos para la prueba D

14. Al concluir el período de prueba apagar la estufa.
15. No abra la olla hasta que ésta se enfríe y la presión interna haya disminuido. y cuando deje de salir vapor por la válvula de funcionamiento y el indicador de presión desaparezca de su alojamiento, presione el pulsador para abrir la olla.
16. Habiendo asegurado que ya no exista presión interna de la olla por medio del manómetro, se procede a retirar la tapa.
17. Antes de retirar el paquete de prueba, la olla de presión debe de mantenerse abierta durante cinco minutos para disipar el calor y permitir que los paquetes se enfríen.
18. Retirar el indicador químico Steam-Clox del paquete para su interpretación.

Para la interpretación de los resultados de los indicadores químicos es indispensable conocer que el cambio de color en el patrón floral del indicador se produce en forma progresiva.

Color	Numerales	Resultado	Interpretación
Cambio de color del morado al verde	1,2	Deficiente	El contenido del paquete no ha estado expuesto a condiciones adecuadas de esterilización, estos artículos deben volver a ser esterilizados.
Cambio de color del morado al verde (ver figura 6 centro)	1,2,3	Adecuado	Confirmará que el indicador biológico y toda carga ha estado expuesta las condiciones adecuadas para el proceso de esterilización.
Cambio de color del morado al verde (ver figura 6 derecha)	1,2,3,4	Sobreexposición	Se ha expuesto más del tiempo necesario, esto provoca un detrimento mayor de los instrumentos.
No cambia, es decir permanece morado (ver figura 6 izquierda)	1,2,3,4	Fallo	Revisar el proceso de esterilización.

Registrar en una tabla de recolección de datos los resultados del indicador químico.

1. Esperar que el indicador biológico se enfríe fuera del paquete de prueba durante 10 minutos antes de romper la ampolla que contiene el medio de cultivo.

20. Usando gafas de seguridad, guantes y mascarilla se debe colocar el indicador dentro de la placa calefactora de la incubadora de tal manera que el indicador esté en un ángulo de 45 grados aproximadamente.
21. Empujar el indicador directamente hacia atrás. Esto rompe la ampolla con el medio de cultivo para las esporas y activa el indicador. Asegúrese de que el tapón permanezca por encima del bloque metálico cuando empuja el indicador hacia atrás.
22. Incubar inmediatamente el indicador biológico a 60 ± 2 °C.
23. Incubar al menos un indicador biológico sin procesar (control positivo) cuando se incuba un indicador procesado. El indicador usado como control positivo debe ser de la misma fecha de fabricación y del mismo número de lote que el indicador procesado en el incubador.
24. Anotar una "C" y la fecha en la etiqueta del indicador usado como control positivo para su identificación. Romper e incubar el control positivo a 60 ± 2 °C.
25. Incubar el indicador biológico procesado y el indicador usado como control durante 48 horas a 60 ± 2 °C. con cada una de las pruebas.
26. Para la interpretación de los resultados de los indicadores biológicos, después de ser expuestos a las diferentes pruebas, a fin de comprobar la efectividad para el proceso de esterilización; es indispensable conocer que:

Cuadro 14.

Color del medio de cultivo del indicador biológico	Resultado	Interpretación de resultado
Cambio del color, del morado al amarillo	Positivo	Crecimiento bacteriano y por lo tanto, un fallo en el proceso de esterilización.
No existe cambio de color, es decir que permanece morado	Negativo	Destrucción o no supervivencia de bacterias, por medio de un efectivo proceso de esterilización.

El indicador usado como control positivo debe mostrar un cambio de color del medio de cultivo, del morado al amarillo, para que los resultados del indicador biológico procesado sean válidos. Porque nos asegurará que:

- Las condiciones de incubación son correctas.
- La capacidad del medio para promover crecimiento es rápido.
- La viabilidad de los indicadores es decir las condiciones de almacenamiento son correctas, ya que de lo contrario pueden afectar adversamente aquellos indicadores que estén sin caducar.

Conforme se realicen las diferentes pruebas se determinará el tiempo de exposición al cual es efectivo este sistema, como método de esterilización. Esta prueba deberá repetirse según la literatura consultada por tres ciclos consecutivos para dar confiabilidad y veracidad a los resultados y no será necesario continuar con las pruebas subsiguientes, pues lo que se persigue es obtener el tiempo mínimo del ciclo de esterilización para disminuir el tiempo de trabajo en la clínica.

27. Registrar en una tabla de recolección de datos los resultados del indicador biológico, Control positivo.

28. Cuando los tres ciclos resulten negativos las pruebas se dan por concluidas.

Tomar acciones pertinentes sobre cualquier prueba positiva tan pronto note la primera evidencia de crecimiento bacteriano. Siempre probará el esterilizador y no lo usará hasta que el resultado del indicador biológico sea negativo.

Eliminación de los indicadores biológicos:

Eliminar los indicadores biológicos positivos esterilizando en el autoclave a 121 °C durante al menos 15 minutos.

Conservación de Registros:

Completar apropiadamente las fichas que se indican a continuación.

RECURSOS

Recursos Materiales

- Olla de presión marca Fagor de acero inoxidable con capacidad de 7 litros.
- Manómetro
- Termómetro
- Varilla de acero inoxidable 304 de 3-5 mm de diámetro para la elaboración de la rejilla
- Copla o acople NPT de 1/2"
- Monitores Biológicos Attest™ 1292 de la casa 3M™ (Bacillus stearothermophilus)
- Indicadores Químicos de vapor Steam-Clox™ OO103 de la casa 3M™.
- Agua desmineralizada
- Bolsas para esterilizar de polipropileno
- Mascarilla, guantes, lentes de protección
- Incubadora del laboratorio Microbiológico de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos.
- Estufa de gas propano.

Recursos Humanos:

- Odontólogo Practicante
- Dr. Estuardo Vaides. (asesor de tesis)
- Doctor Raúl Vitelio Ralón Carranza. Catedrático Titular II del Área de Patología y Responsable de laboratorio de Microbiología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Dra. Dora King de García (primera revisora de tesis)
- Dra. María Eugenia Castillo (segunda revisora de tesis)

- Señora Doris Obrego Osorio (Técnico de Laboratorio Microbiológico de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos)

Recursos Físicos:

Laboratorio de Microbiología

Facultad de Odontología

Universidad de San Carlos de Guatemala

Recursos Económicos:

Proporcionados por el Odontólogo Practicante

Proporcionados por 3M de Guatemala

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación se detallan y analizan los resultados obtenidos en el estudio de tesis "Determinación de la efectividad De Esterilización De Una Olla De Presión Modificada"

TABLA 1

**RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS PARA
DETERMINAR EL VOLUMEN DE AGUA DESMINERALIZADA ÓPTIMA EN EL
INTERIOR DE LA OLLA DE PRESIÓN MODIFICADA PARA COMPLETAR EL
CICLO DE ESTERILIZACIÓN**

CAPACIDAD DE OLLA DE PRESIÓN CASERA	TIEMPO DEL CICLO DE ESTERILIZACIÓN (Luego de haber alcanzado las 15 psí)	VOLUMEN DE AGUA DESMINERALIZADA EN VASOS	CANTIDAD DE AGUA DESMINERALIZADA EN ONZAS
7 litros	25 minutos	2 vasos	16 onzas
7 litros	30 minutos	3 vasos	24 onzas
7 litros	45 minutos	4 vasos	32 onzas

Se evidencia los datos correspondientes a las pruebas realizadas para determinar el volumen de agua necesaria dentro de la cámara de la olla de presión de 7 litros para completar el ciclo de esterilización. El agua necesaria a los 25 minutos luego de alcanzar las 15 PSI es de dos vasos, para los 30 minutos de exposición luego de alcanzar las 15 PSI se necesitan tres vasos. A mayor tiempo de exposición mayor evaporación de agua por lo tanto mayor demanda de agua para completar el ciclo de esterilización. De lo contrario el exceso de agua puede provocar humedad en los paquetes y por lo tanto comprometer la integridad, considerándolo no estéril. Por lo que es importante verificar el nivel de agua.

Sí se le agrega por lo contrario menos agua de la necesaria, toda el agua se evaporará antes de finalizar el ciclo y por consiguiente la temperatura y presión decaerán, por lo tanto el proceso de esterilización quedará incompleto.

TABLA 2

RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS PARA DETERMINAR EL TIEMPO QUE TRANSCURRE PARA QUE LA OLLA DE PRESIÓN ALCANCE LAS 15 PSI Y 121 °C

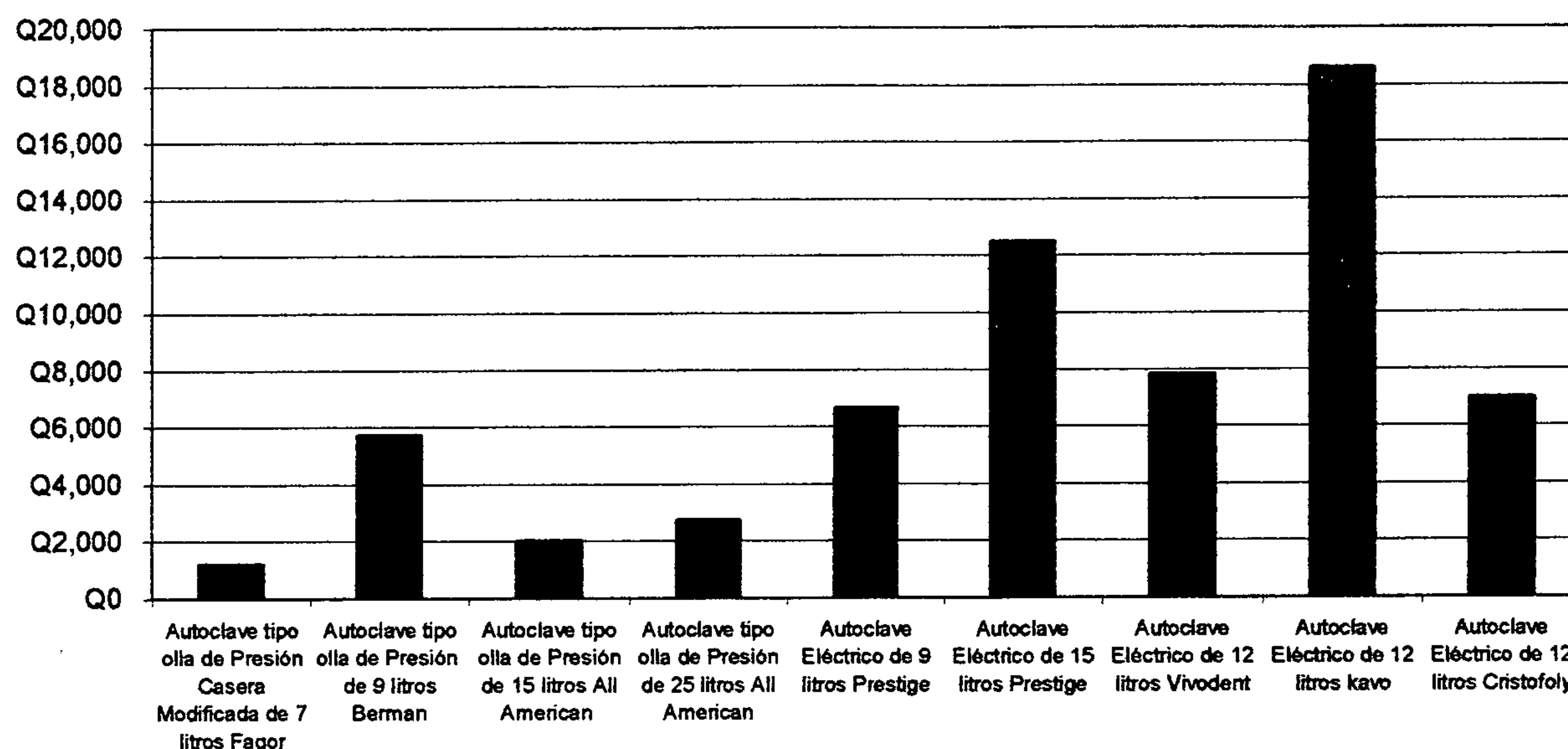
CAPACIDAD DE OLLA DE PRESIÓN CASERA	TIEMPO DEL CICLO DE ESTERILIZACIÓN (Luego de haber alcanzado las 15 psi)	VOLUMEN DE AGUA DESMINERALIZADA	TIEMPO QUE TRANSCURRE PARA QUE LA OLLA ALCANCE LAS 15 PSI Y 121°C
7 litros	25 minutos	2 vasos	11.35 minutos
7 litros	30 minutos	3 vasos	12.35 minutos
7 litros	45 minutos	4 vasos	15.35 minutos

Se evidencian los resultados obtenidos con respecto al tiempo transcurrido para que la olla de presión alcance las 15 psi y 121° C. Con la llama alta o en high de la estufa de gas propano que equivale aproximadamente a los 1100°C, el tiempo transcurrido con 16 onzas de agua que equivale a dos vasos de agua en el interior de la olla fue de 11.35 minutos. Con 24 onzas de agua que es igual a 3 vasos dentro de la olla se demoró 12.35 minutos y con 4 vasos de agua es decir 32 onzas se demoró 15.35 minutos. Esto nos indica que a mayor volumen de agua mayor tiempo empleado para alcanzar las 15 psi y 121 °C.

Con respecto a la estufa eléctrica la diferencia es mayor debido a que la conducción térmica no es directa en comparación con la estufa de gas propano, los resultados que se obtuvieron fueron de 35 segundos más aproximadamente que no son significativos.

GRÁFICA COMPARATIVA CORRESPONDIENTE A LOS COSTOS DE LOS APARATOS DE ESTERILIZACIÓN DE VAPOR HÚMEDO BAJO PRESIÓN QUE SE ENCUENTRAN EN EL MERCADO NACIONAL

Diferentes tipos de Autoclaves en el Mercado Nacional



Esta gráfica representa los costos de las diferentes marcas de autoclaves eléctricos y autoclaves tipo ollas de presión que se encuentran en el mercado nacional, los precios oscilan de Q 6,650.00 a Q18,600.00 y de Q2,000.00 a Q 5,700.00 respectivamente en comparación a la olla de presión modificada de Q 1,200.00 su adquisición representa un ahorro significativo.

TABLA 3

RESULTADOS OBTENIDOS DEL INDICADOR BIOLÓGICO ATTEST™ 1292
UTILIZADO EN LAS PRUEBAS REALIZADAS PARA LA DETERMINACIÓN DE
LA EFECTIVIDAD DE ESTERILIZACIÓN DE UNA OLLA DE PRESIÓN
MODIFICADA

PRUEBA	TIEMPO DE EXPOSICIÓN	RESULTADO (+ ó -)	CONTROL POSITIVO	RESULTADO (+ ó -)
A	15'	-	DE A	+
B	25'	-	DE B	+
C	30'	-	DE C	+
D	45'	-	DE D	+

Se evidencian los datos relativos al indicador biológico en la determinación de la efectividad de Esterilización de la Olla De Presión Modificada; luego de exponer al agente esterilizante (vapor húmedo bajo presión) los indicadores biológicos **Attest™ 1292** por un período de 15, 25, 30 y 45 minutos y posteriormente incubados a $60 \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 48 horas. A los 15, 25, 30 y 45 minutos se determinó que el resultado fue Negativo esto se interpreta como la destrucción o no supervivencia de bacterias *Bacilo Stearothermophilus* por un proceso efectivo de esterilización, esto se determinó porque no hubo cambio cromático del medio.

El resultado del Indicador Control Positivo luego de ser incubado por 48 horas a $60 \pm 2^{\circ}\text{C}$ sin previa exposición al agente esterilizante se obtuvo un resultado satisfactorio ya que el crecimiento fue positivo, determinando así que las condiciones de incubación fueron correctas, la capacidad y viabilidad del medio de los indicadores biológicos fue adecuada.

TABLA 4

RESULTADOS OBTENIDOS DEL INDICADOR BIOLÓGICO ATTEST™ 1292
UTILIZADO EN LAS PRUEBAS DE CONFIABILIDAD REALIZADAS PARA LA
DETERMINACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE ESTERILIZACIÓN DE UNA OLLA DE
PRESIÓN MODIFICADA

NO.	PRUEBA	TIEMPO DE EXPOSICIÓN	RESULTADO (+ ó -)	CONTROL POSITIVO	RESULTADO (+ ó -)
1	B	25'	-	C+ DE B	+
2	B	25'	-	C+ DE B	+
3	B	25'	-	C+ DE B	+

Se evidencian los datos correspondientes a las tres pruebas consecutivas de confiabilidad utilizando los indicadores biológicos. Luego de expuestos los Indicadores Biológicos **Attest™ 1292** al agente esterilizante (vapor húmedo bajo presión) al período de tiempo más corto que se determinó como efectivo, es decir de 25 minutos y posteriormente incubados a $60 \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 48 horas, se comprobó la efectividad de este sistema como método de esterilización pues el resultado fue Negativo, esto se interpreta

como la destrucción o no supervivencia de bacterias *Bacilo Stearothermophilus* por un proceso efectivo de esterilización, esto se pudo determinar porque no hubo cambio cromático del medio. El resultado del Indicador Control Positivo luego de ser incubado por 48 horas a $60 \pm 2^{\circ}\text{C}$ sin previa exposición al agente esterilizante se obtuvo un resultado satisfactorio ya que el crecimiento fue positivo, determinando así que las condiciones de incubación fueron correctas, la capacidad y viabilidad del medio de los indicadores biológicos fueron adecuadas.

TABLA 5

RESULTADOS OBTENIDOS DEL INDICADOR QUIMICO INTERNO STEAM CLOX UTILIZADO EN LA PRUEBAS REALIZADAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE ESTERILIZACIÓN DE UNA OLLA DE PRESIÓN MODIFICADA

PRUEBA	TIEMPO DE EXPOSICIÓN	DEFICIENTE	ADECUADO	SOBREEXPOSICIÓN
A	15'	X		
B	25'		X	
C	30'		X	
D	45'			X

Se evidencian los datos relativos a la efectividad de Esterilización de la Olla De Presión utilizando indicador químico interno Steam Clox™; luego de que el Indicador Químico Interno fue expuesto al agente esterilizante (vapor húmedo a presión), los resultados fueron los siguientes para el período de 15 minutos el proceso fue deficiente, es decir no se presentaron condiciones adecuadas para el proceso de esterilización, para el período de 25 y 30 minutos el resultado fue adecuado, es decir que estuvo expuesto a las condiciones adecuadas para el proceso de esterilización pues se observó cambio cromático de los numerales 1,2,3 de dicho indicador; para el período de 45 minutos el resultado fue

sobreexposición, es decir que se ha expuesto más del tiempo necesario, no así para los instrumentos empaquetados en campos de tela que implique mayor dificultad para la penetración del vapor.

TABLA 6

RESULTADOS OBTENIDOS DEL INDICADOR QUIMICO INTERNO STEAM CLOX UTILIZADO EN LA PRUEBAS DE CONFIABILIDAD REALIZADAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE ESTERILIZACIÓN DE UNA OLLA DE PRESIÓN MODIFICADA

No.	Prueba	Tiempo de Exposición	Deficiente	Adecuado	Sobreexposición
1	B	25'		X	
2	B	25'		X	
3	B	25'		X	

Se evidencian los datos relativos al indicador Químico Interno Steam Clox™ 3M en las tres pruebas consecutivas de confiabilidad, luego de ser expuestos al agente esterilizante, por un período de 25 minutos para darle confiabilidad al resultado anterior.

Se comprobó la veracidad y confiabilidad de los resultados pues el resultado fue adecuado por tres veces consecutivas demostrando efectividad, de este sistema como método de esterilización a partir de los 25 minutos de exposición, es decir que se presentaron

las condiciones adecuadas para el proceso de esterilización pues se observó cambio cromático de los numerales 1,2,3 de dicho indicador en el tiempo antes mencionado.

CONCLUSIONES

1. La cantidad de agua necesaria dentro de la cámara de la olla de presión modificada para completar el ciclo de esterilización es de 2 vasos ó 16 onzas para 25 minutos de exposición Y tres vasos ó 24 onzas para los 30 minutos de exposición y 4 vasos ó 32 onzas para los 45 minutos luego de alcanzar la presión manométrica de trabajo la cual puede variar de 14 a 15 PSI.
2. El tiempo que la olla se demora en alcanzar las 15 PSI o 121°C en estufa de gas propano es de 11.35 minutos para los 20 minutos es decir con dos vasos en su interior, 12.35 minutos para los 30 minutos es decir con tres vasos en su interior y 13.35 para los 45 minutos es decir con 4 vasos en el interior. La diferencia con una estufa eléctrica no es significativa siendo ésta de 35 segundos más en comparación con la estufa de gas propano ya que en este caso la conducción térmica no es directa.
3. Con relación a los costos entre los autoclaves eléctricos que existen en el mercado nacional éstos oscilan entre Q 6,650.00 a Q18,600.00. Y la olla de presión modificada representa un costo de Q 1,200.00. En comparación con la olla de presión modificada los autoclaves eléctricos, representan un costo adicional de Q 5,450.00 el de menor costo y Q 17,400.00 el de mayor costo; es decir un incremento del 400% más y de 1400% respectivamente en comparación con la olla de presión modificada.
4. Con relación al autoclave tipo olla de presión y la olla de presión modificada el costo del primero se incrementa el doble es decir un 100% con relación a la olla de presión modificada.

5. El sistema de olla de presión modificada es efectivo como método de esterilización pues no existió crecimiento bacteriano en ninguna de las pruebas realizadas a partir de los 15 minutos de exposición luego de alcanzar la presión de trabajo.
6. Luego de tomar en cuenta la lectura de ambos indicadores (biológicos y químicos) proporcionar un tiempo de exposición de 25-30 minutos de esterilización después de alcanzar las 14-15 PSI ó 120-121°C respectivamente para las cargas cuyos instrumentos sean empacados con bolsas especiales para esterilizar. Cuando los instrumentos cuyos empaques sean campos, tela, bandejas que implique mayor dificultad para la penetración del vapor exponer los mismos de 30 a 45 minutos.
7. El sistema de olla de presión modificada por medio del indicador químico mostró a los 45 minutos sobreexposición de la carga cuyos instrumentos estén empacados en bolsas especiales para esterilizar. este tiempo de exposición resulta a largo plazo en un mayor detrimento de los instrumentos, no así para aquellas cargas cuyos instrumentos estén empacados en campos, tela, etc. ya que este tiempo compensará la dificultad del vapor para penetrar dichos paquetes.
8. El sistema de olla de presión modificada es efectiva y altamente confiable como método de esterilización comprobándose su efectividad por medio de indicadores químicos y biológicos procesados en varios ciclos consecutivos.
9. En base a todos los datos obtenidos que la olla de presión resulta ser una excelente opción como método de esterilización tanto en las labores odontológicas como médicas por su efectividad, confiabilidad y bajo costo.

RECOMENDACIONES

1. Para la realización de un control de infección máximo, durante la atención del paciente, el dentista y su equipo deberán seguir la serie de medidas básicas como el uso de equipamientos de protección individual, desinfección y esterilización del instrumental, desinfección del equipamiento y ambiente para prevenir la transmisión de infecciones cruzadas tanto al paciente como al profesional de la salud.
2. Previo a la utilización de los sistemas de esterilización realizar una rigurosa higiene y desinfección del instrumental, haciendo uso de solución enzimática, limpiador ultrasónico para la remoción completa de sangre, saliva, etc. que pueden aislar sobre los instrumentos microorganismos subyacentes de los agentes esterilizantes.
3. Utilizar el sistema de calor húmedo en la forma de vapor a presión porque es considerado hoy en día el más práctico y eficaz para la esterilización en el consultorio odontológico.
4. Usar e implementar el sistema de olla de presión modificada como una opción de esterilización en clínicas odontológicas y médicas pues representa una excelente alternativa en lo que a este campo se refiere pues constituye un método eficaz, rápido por la excelente penetración que posee el vapor húmedo a presión y además representa un bajo costo.
5. Al adquirir la olla de presión de acero inoxidable se recomienda verificar que la misma esté fabricada de acero inoxidable y que la presión manométrica de trabajo nominal sea mayor o igual

a 15 psí o 15lbs/pulg² que es igual a 1.05 Kg/cm² y 1 Bar de presión.

6. Se puede instalar únicamente el manómetro ya que conocemos que a las 15 psí ó 15 lb/pulg² existen 121 °C.
7. Usar el sistema de instrumentos empacados para evitar la recontaminación de los instrumentos durante su almacenamiento.
8. Si va utilizar papel de esterilización para envolver tomar en cuenta la secuencia de pasos para dicho empaquetamiento según página 43-45.
9. Se debe considerar la lubricación del instrumental con partes móviles antes de esterilizarlo con vapor. Los lubricantes con base hidráulica son los más recomendables.
10. Emplear las soluciones germicidas, como método de esterilización sólo en aquel instrumental que es sensible a cualquier otro método de esterilización.
11. Se debe de seguir los parámetros para realizar una adecuada esterilización como lo es el no sobrecargar el aparato para garantizar una adecuada esterilización, es decir que la carga no ocupe más del 80% de su capacidad.
12. Los paquetes no deberán tener más de 10 instrumentos por paquete pues la aglomeración de los mismos puede modificar negativamente el proceso de esterilización.

13. Disponer los paquetes de modo que permitan la remoción del aire, el contacto con el agente esterilizante y el secado más eficiente, de lo contrario paquetes apretados unos contra otros no permiten buena circulación del agente esterilizante.
14. Para que el proceso de esterilización sea efectivo si los instrumentos están empaquetados en bolsas para esterilizar deberá exponer la carga de 25 a 30 minutos, no se recomienda exponer 45 minutos la carga pues el resultado fue de sobreexposición, es decir se ha expuesto más del tiempo necesario y esto a largo plazo causará mayor detrimento de los instrumentos.
15. Se recomienda exponer por un tiempo de 25 a 30 minutos de esterilización después de alcanzar las 14-15 PSI o 120-121°C respectivamente para instrumentos cuyo empaque son bolsas especiales para esterilizar. Cuando los instrumentos cuyo empaque es un campo, tela, bandejas que implique mayor dificultad para la penetración del vapor exponer los paquetes de 30 a 45 minutos.
16. Debe ponerse en práctica un programa eficaz de control de calidad, la verificación física y química deberá realizarse diariamente y la verificación biológica semanalmente.
17. Adiestrar al personal auxiliar para que realice a cabalidad el protocolo de desinfección y esterilización, la verificación biológica, química y física periódicamente.
18. Para verificar la esterilización, deben emplearse pruebas con esporas denominadas indicadores biológicos (BI). Estos

contienen esporas bacterianas muy resistentes que son difíciles de eliminar más que cualquier otro microorganismo. La mejor garantía de la esterilización exitosa es la biovigilancia sistemática que comprueba que el procedimiento de esterilización elimina dichas esporas.

19. Utilizar los indicadores biológicos con preparaciones de esporas de *Bacillus Stearothermophilus* para la verificación del proceso de esterilización mediante el vapor húmedo bajo presión.
20. Los indicadores químicos internos deben ser utilizados en los paquetes que están ubicados en áreas donde el vapor llegue con más dificultad; por ejemplo próximo a la tapa y en medio de la carga.
21. Antes de usar la olla de presión por primera vez, deberá leer todas las instrucciones del fabricante y seguir correctamente las recomendaciones.
22. Verificar el nivel de agua desmineralizada que se depositará en el esterilizador ya que el exceso de agua puede provocar humedad en los paquetes y la falta de agua puede quemar los paquetes.
25. Cerrar la autoclave verificando que haya completa adaptación de la tapa antes de hacerla funcionar.
24. No usar la válvula de escape para despresurizar, pues tal procedimiento puede ocasionar serias quemaduras en el

operador además de favorecer la condensación de vapor de agua en los paquetes.

25. Posteriormente a la esterilización nunca deberá abrir la olla de presión por la fuerza, debe asegurarse de que su presión haya caído completamente. Tampoco enfríe bruscamente la olla sino déjela enfriar poco a poco de lo contrario favorece la condensación de vapor humedeciendo los paquetes. Deberá realizar el mantenimiento periódico del aparato para evitar que el interior de la olla se manche, es decir después de cada uso deberá realizarse la limpieza diaria en el exterior e interior con un detergente suave o normal que no tenga abrasivos pero que remueva las grasas y agua caliente empleando abundantes enjuagados y emplear un paño suave para secarla y evitar rayar el acero inoxidable. La tapa se debe lavar procurando no sumergirla en agua, para evitar que se dañe la válvula de salida del vapor.

26. La bandeja porta instrumentos debe estar completamente limpia, desinfectada y sobre ella un campo estéril para evitar la recontaminación de los instrumentos.

27. Se recomienda utilizar empaques originales y de la misma marca en vez de adaptar otro tipo de empaque que no siempre conduce a resultados aceptables. Sin embargo, después de uso continuo prolongado es común que el empaque se agriete o pierda su compresibilidad con lo que deja de producir un sello efectivo, por lo cual deberá remplazarlo.

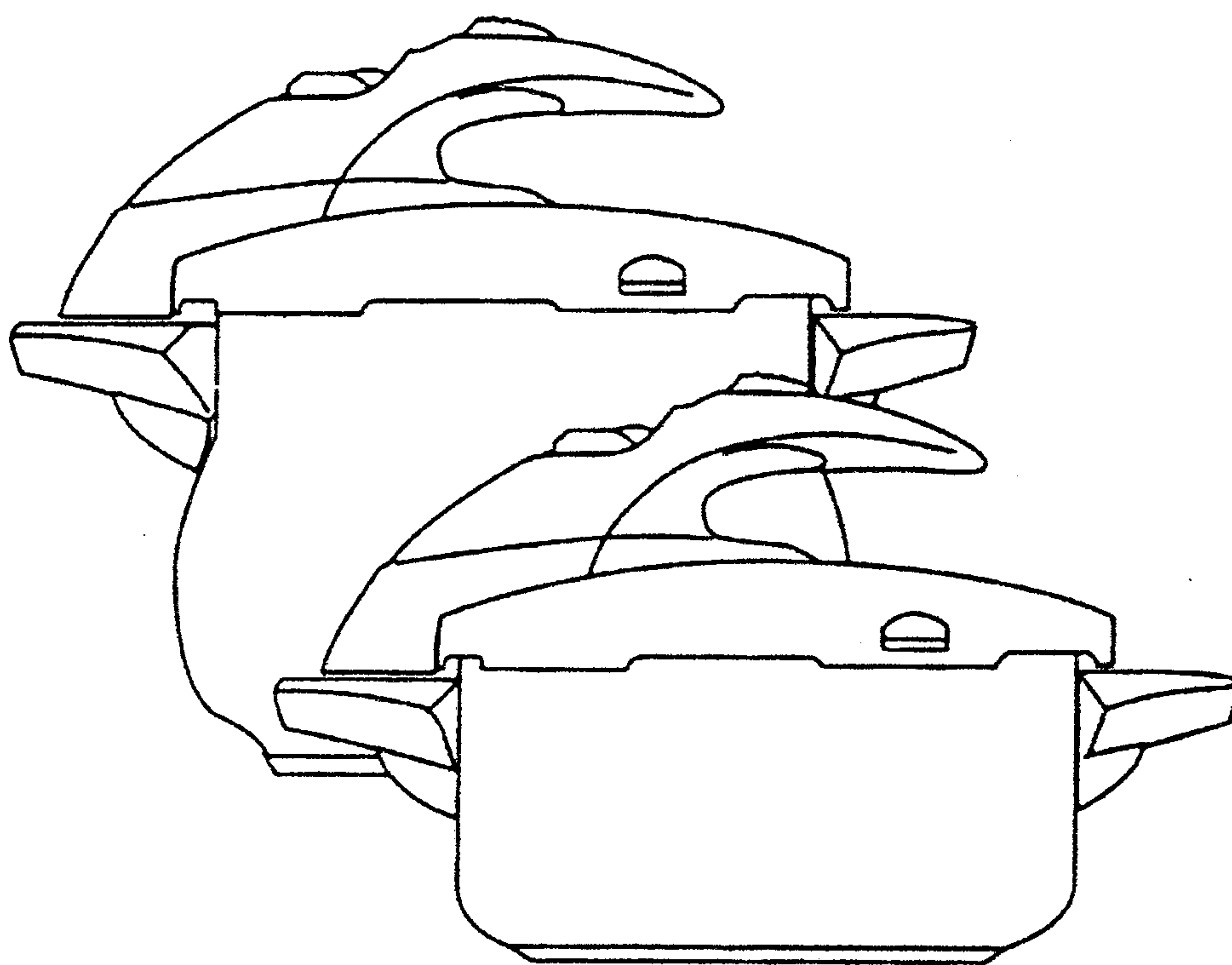
28. Las válvulas de seguridad para autoclaves son generalmente unidades selladas, que no deben ser reparadas y que deben ser reemplazadas en caso de mal funcionamiento.
29. Nunca debe tratar de ajustarse una válvula defectuosa. Mensualmente debe hacerse la inspección de la válvula de seguridad aumentando la presión en el regulador para ver si la válvula abre en la presión establecida, lo que se comprueba en el manómetro respectivo.
30. Es conveniente cada cierto tiempo operar la válvula manualmente para evitar que se pegue en su asiento.
31. Adquirir repuestos que correspondan a la marca, modelo y tamaño para evitar un mal funcionamiento.
32. Las manchas grises que se llegan a formar en el interior de la olla de presión se eliminan poniéndola a hervir dos tazas de agua y media taza de vinagre blanco por diez minutos.
33. El adecuado manejo del instrumental es de suma importancia para evitar y controlar infecciones, por lo que se debe tomar en cuenta las recomendaciones anteriormente especificadas y mantener una vigilancia estricta y metódica con el fin de lograr el resultado esperado el que se traducirá en protección de infecciones al paciente, profesional de la salud y personal auxiliar.

LIMITACIONES

Escasa gama de ollas de presión fabricadas de acero inoxidable para uso doméstico en el mercado nacional, ya que la mayoría están elaboradas de aluminio siendo sus propiedades mecánicas inferiores con relación al acero y por lo tanto no son aptas para el proceso de esterilización pues no alcanzan la presión que se requiere para un adecuado proceso de esterilización.

ANEXO

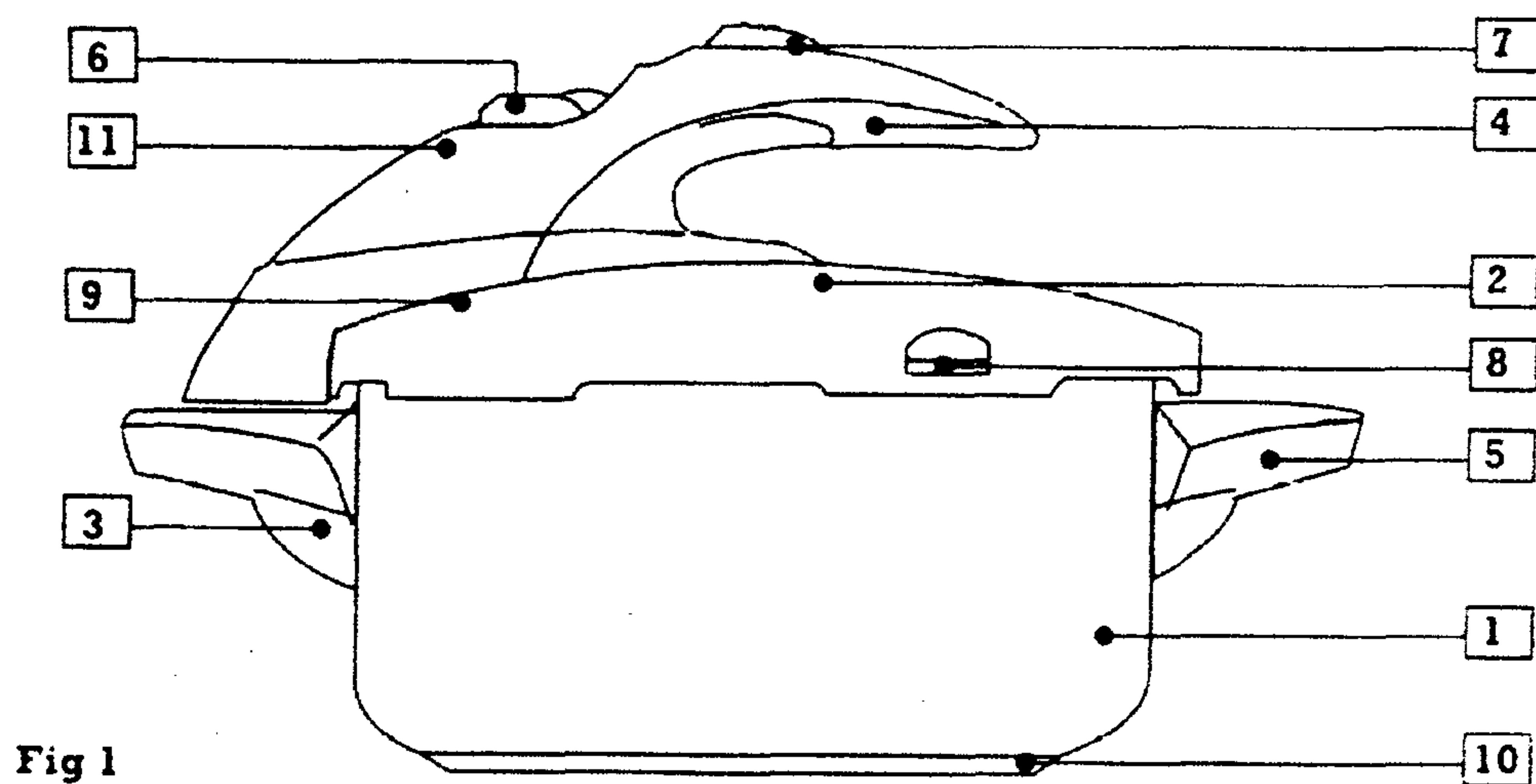
MANUAL DE INSTRUCCIONES PARA LA OLLA DE PRESIÓN MODIFICADA



DESCRIPCIÓN GENERAL

1. CUERPO DE LA OLLA
2. TAPA DE LA OLLA
3. ASA INFERIOR O MANGO DE LA OLLA
4. ASA SUPERIOR O MANGO DE LA OLLA
5. ASA POSTERIOR DE LA OLLA
6. VÁLVULA DE FUNCIONAMIENTO
7. PULSADOR
8. JUNTA DE CIERRE
9. VALVULA DE SEGURIDAD
10. PLACA DIFUSORA TÉRMICA
11. INDICADOR DE PRESIÓN

Esta olla y la tapa son de Acero Inoxidable 18-10.



ANTES DE USAR LA OLLA POR PRIMERA VEZ

Lea todas las instrucciones del Manual.

Límpie bien todas las piezas con agua caliente y detergente normal, enjuáguela y séquela usando un paño suave.

Sí le quedan manchas blancas por exceso de minerales en el agua, límpiela con un poco de vinagre.

No utilice esponjas de metal o productos abrasivos ya que pueden rayar el acero inoxidable.

Utilice un foco de calor adecuado igual o inferior al del fondo del aparato. Un sobrecalentamiento puede ennegrecer el acero o producirse manchas doradas o azuladas, las cuales desaparecen con una adecuada práctica de limpieza. Agua más detergentes neutros, empleando abundantes enjuagados, mantiene indefinidamente la vida del acero inoxidable.

PRECAUCIONES BÁSICAS DE SEGURIDAD

Mantener una estrecha vigilancia sí la olla de presión es utilizada cerca de niños.

No introducir la olla de presión al horno caliente.

Desplazar la olla con un máximo de precaución. No tocar las superficies calientes. Utilice las empuñaduras y botones. Sí es necesario utilice guantes.

Asegurarse que la olla esté bien cerrada antes de hacerla funcionar.

No abrir nunca la olla por la fuerza. Asegurarse de que su presión haya caído completamente.

No utilice nunca la olla sin añadir agua, esto la dañaría gravemente.

No sumergir nunca la olla en agua.

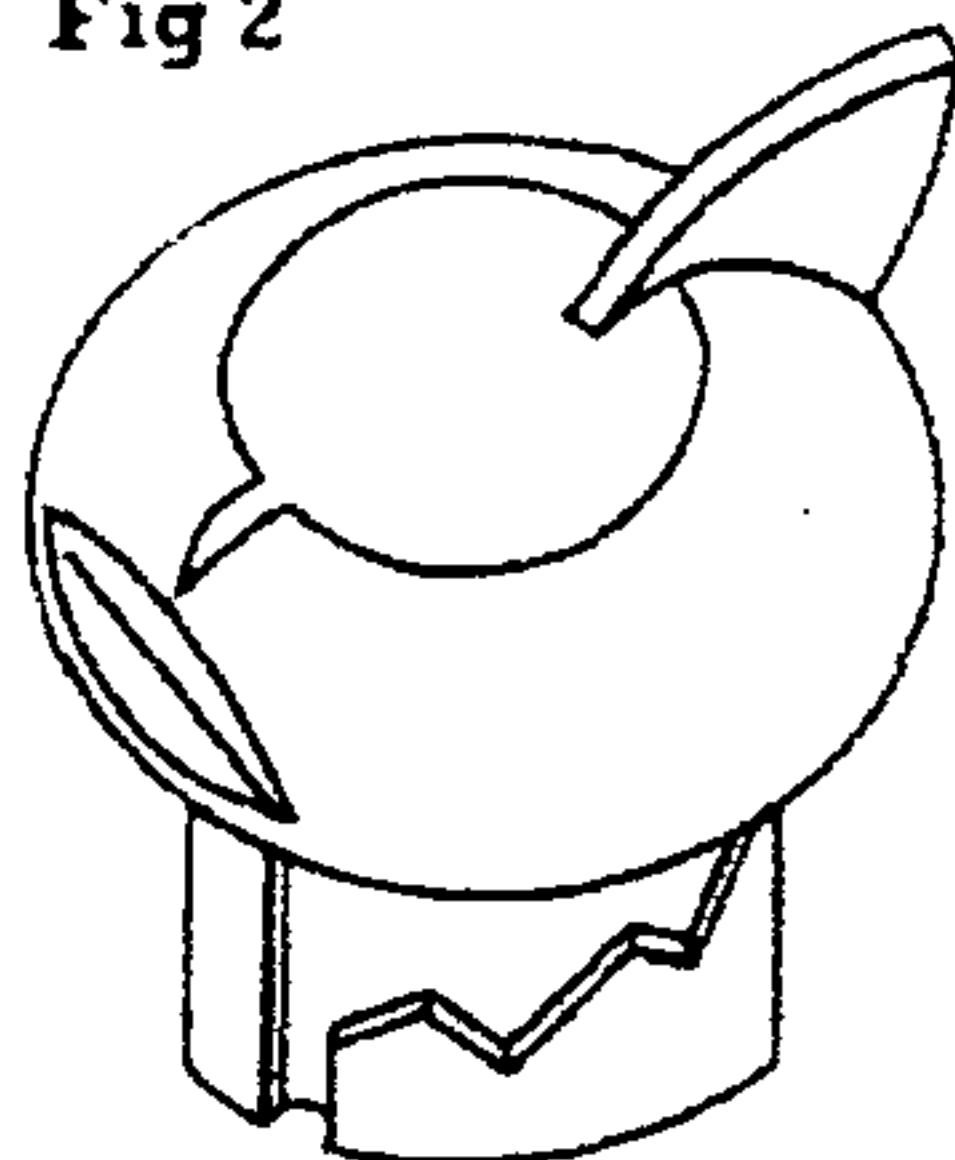
Comprobar que las válvulas no estén obstruidas antes de cada utilización.

Utilice piezas originales de acuerdo con el modelo correspondiente.

DESCRIPCIÓN DEL DISPOSITIVO DE FUNCIONAMIENTO

La válvula de funcionamiento es automática de resorte (Fig. 2)

Fig 2



Una vez seleccionada la presión de funcionamiento según (Fig. 3 y 4)

Fig. 3

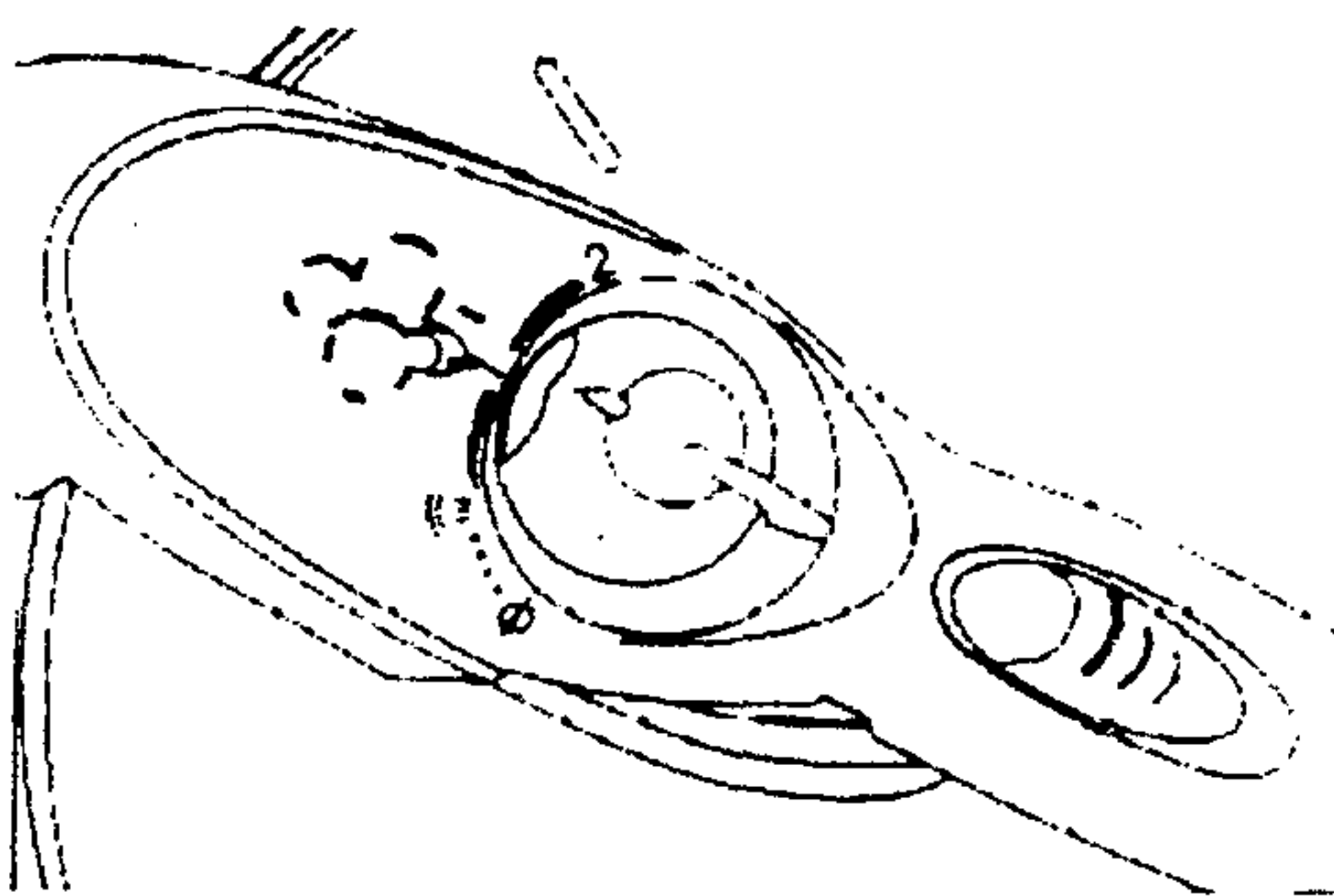
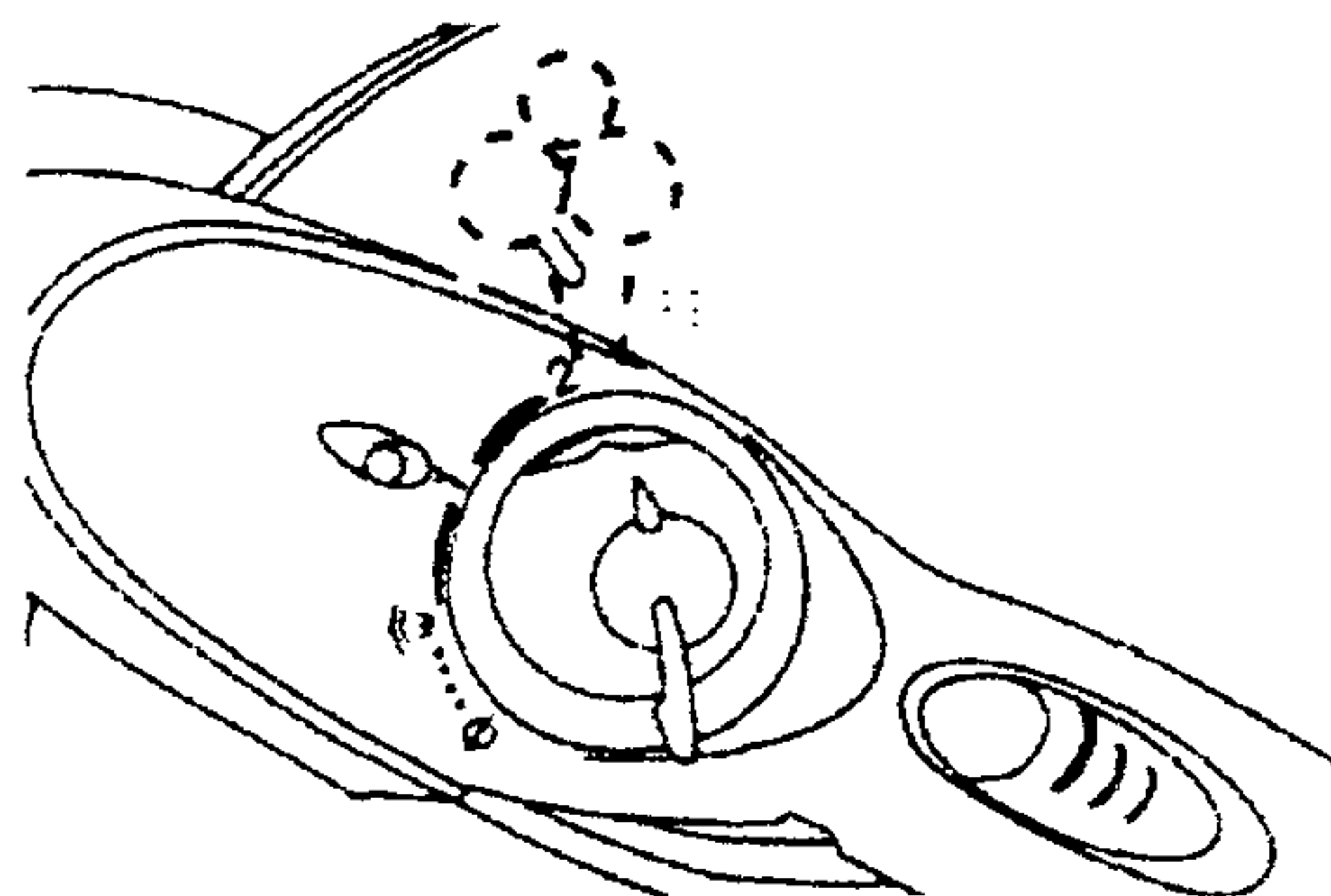


Fig. 4



la válvula de funcionamiento alcanzará la presión seleccionada por efecto de la compresión del resorte ubicado dentro de la válvula, evacuando el excedente de presión al exterior mediante un haz de vapor continuo y con un sonido regular (PPSSSS...) por el conducto de salida de vapor. Hasta que esto ocurra puede observarse una ligera salida de vapor de la válvula.

Asegúrese de evitar la total evaporación del líquido durante la acción.

DESCRIPCIÓN Y UTILIZACIÓN DEL DISPOSITIVO DE SEGURIDAD

SEGURIDAD EN EL CIERRE:

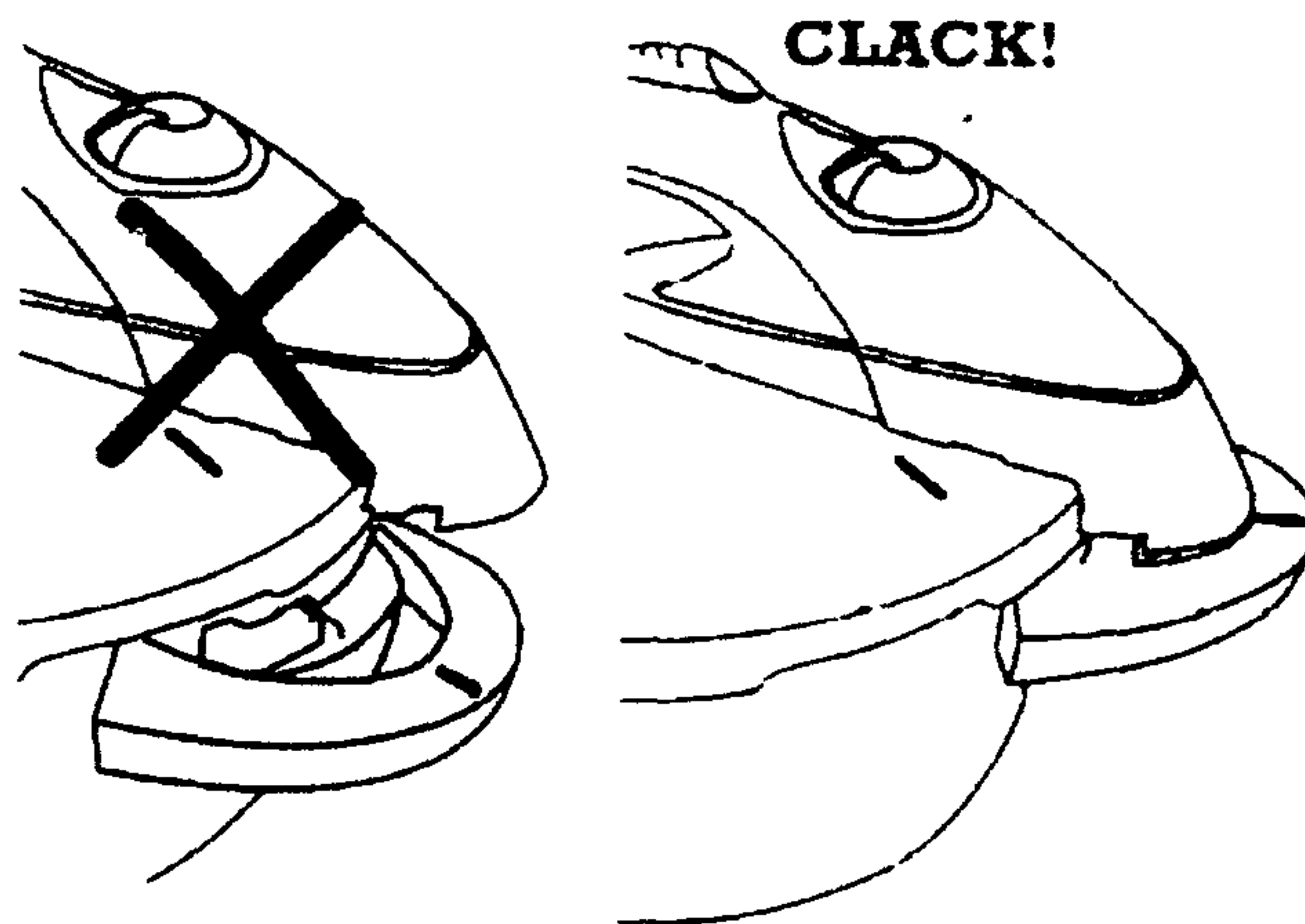
La olla tiene una única posición de cierre. Solamente alineando la marca que está al lado derecho del mango en la parte superior de la tapa, con la marca de la parte superior del mango de la olla conseguiremos encajar el cuerpo con la tapa.

Fig 5



Sí la olla no se cierra correctamente el proceso de presurización no ocurrirá. Para cerrarla correctamente, hay que girar el asa de la tapa hasta hacer tope con el asa del cuerpo. La olla se cierra automáticamente.

Fig. 6



SEGURIDAD EN LA APERTURA:

Además de que el manómetro permite visualizar la existencia de presión en el interior de la olla, el indicador de presión, impide la apertura de la olla mientras ésta esté presurizada. A medida que se calienta la olla y se va generando presión en el interior, el indicador se irá levantando automáticamente. Mientras esto ocurra puede observarse una ligera salida de vapor lateral por el mango de la tapa.

Cuando el indicador se oculte en su alojamiento, en el asa de la tapa, podremos proceder a empujar el pulsador hacia la posición de apertura. (Fig. 7)

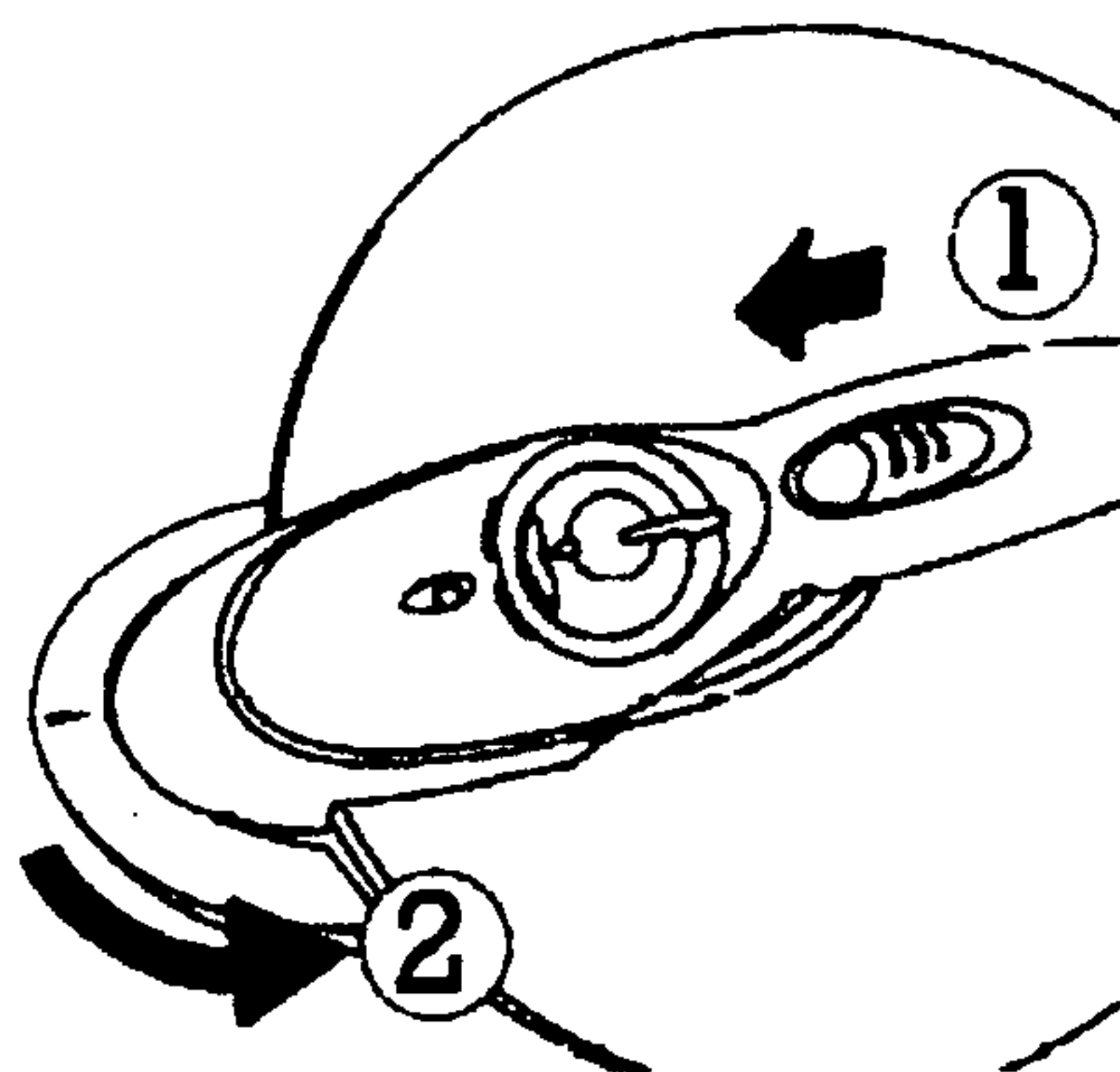


Fig. 7

SEGURIDAD DE SOBREPRESIÓN:

Cada olla tiene dos sistemas para evitar la sobrepresión:

Válvula de funcionamiento:

Cuando se alcanza la presión de funcionamiento dentro de la olla, dicha válvula libera el excedente de vapor evitando que la presión aumente.

Válvula de seguridad:

Se encuentra ubicada en el interior del asa de la tapa. Se activa únicamente cuando la válvula de funcionamiento no cumple con su labor, generalmente por obstrucción. En este

caso si esto sucediera, limpiar inmediatamente la válvula de funcionamiento.

INSTRUCCIONES DE FUNCIONAMIENTO:

PARA CERRAR LA OLLA:

Antes de cerrar la olla comprobar siempre las válvulas de seguridad y funcionamiento, asegurándose de la limpieza de los orificios de ambas válvulas. (Fig 2 y 8)

Colocar el agua desmineralizada necesaria para el procedimiento de esterilización según tabla de resultados página 136. Colocar la rejilla en el interior de la olla para la posterior colocación de los paquetes de instrumentos y cerrar la tapa. (Fig. 9)

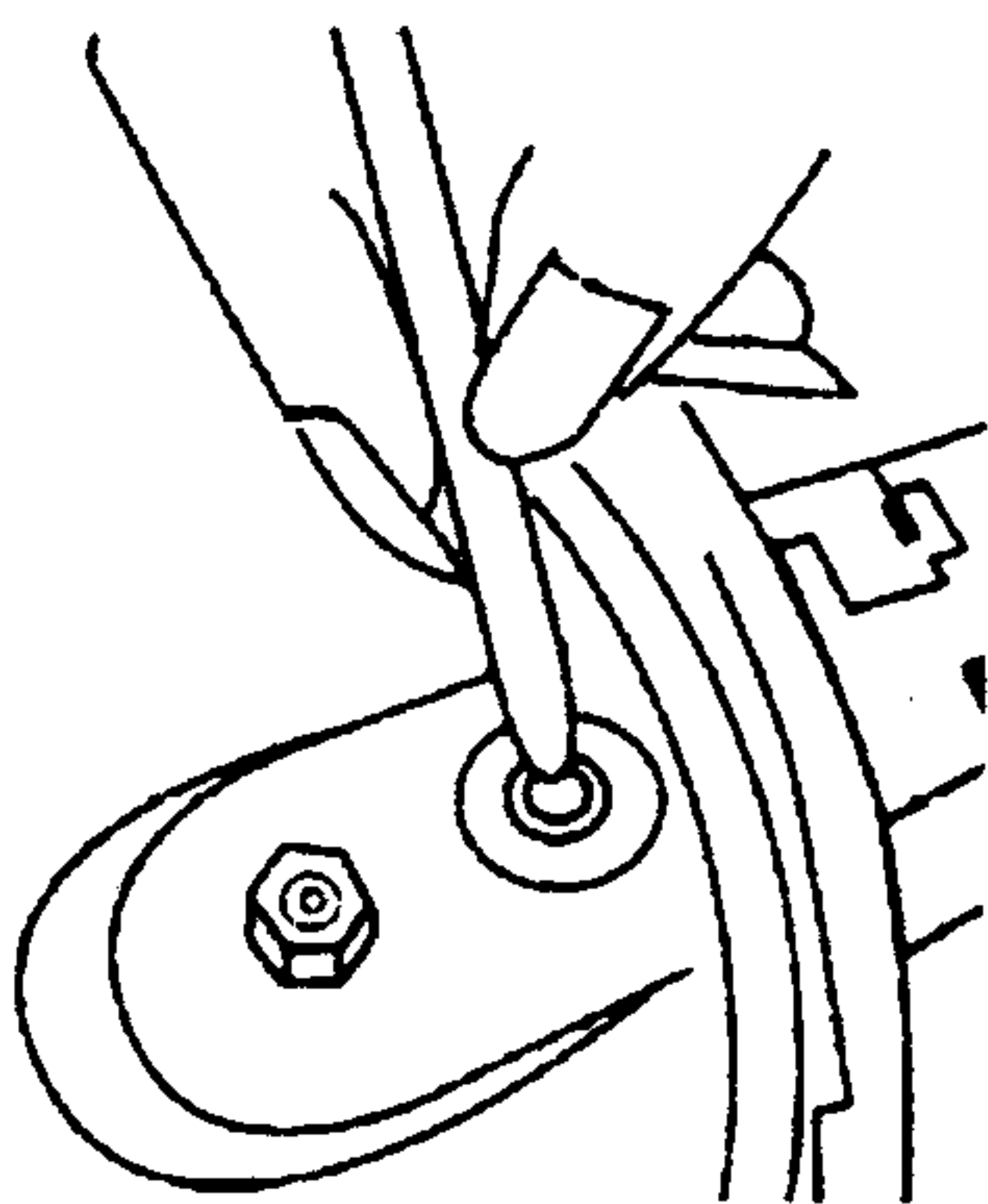


Fig. 8

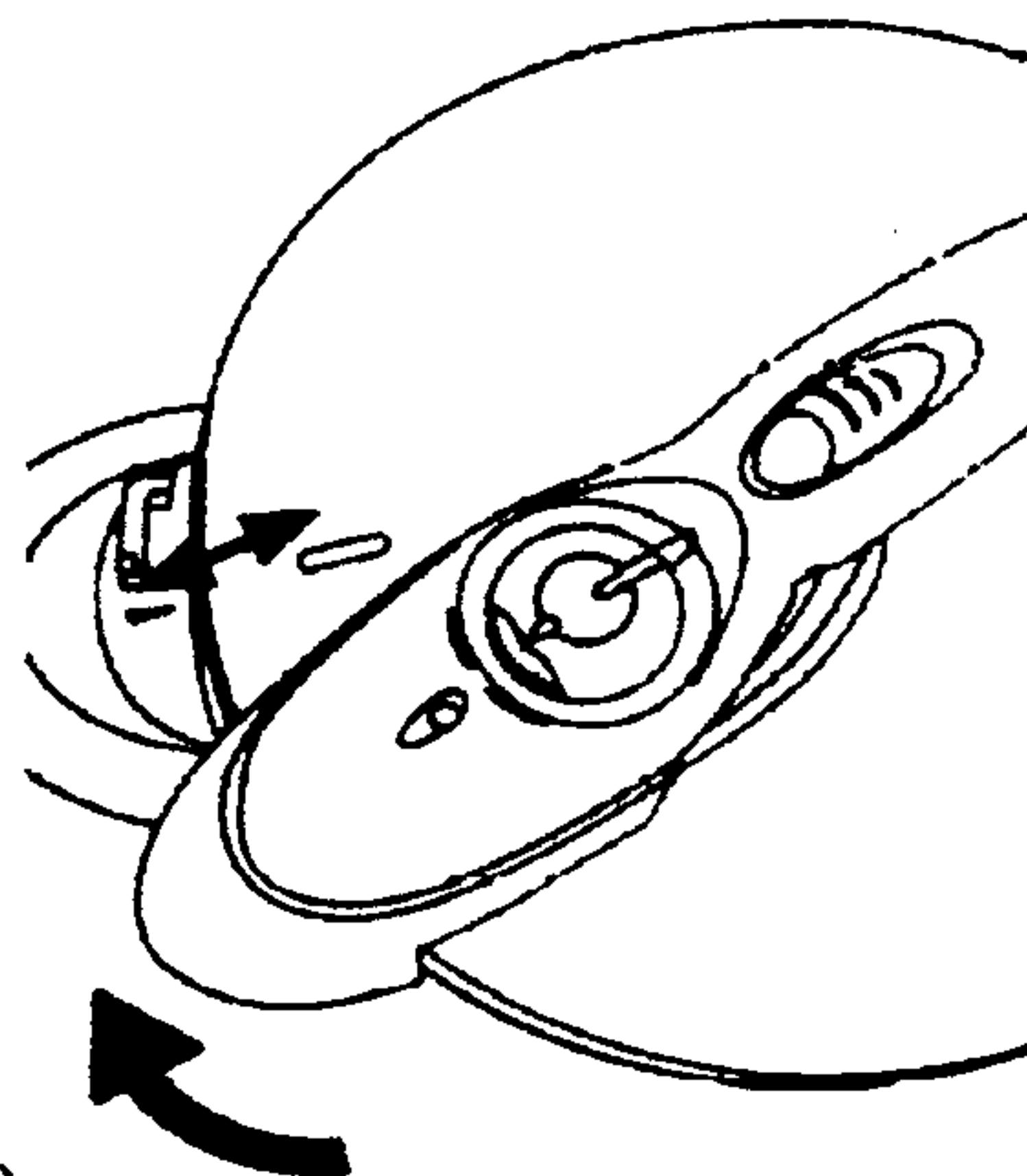
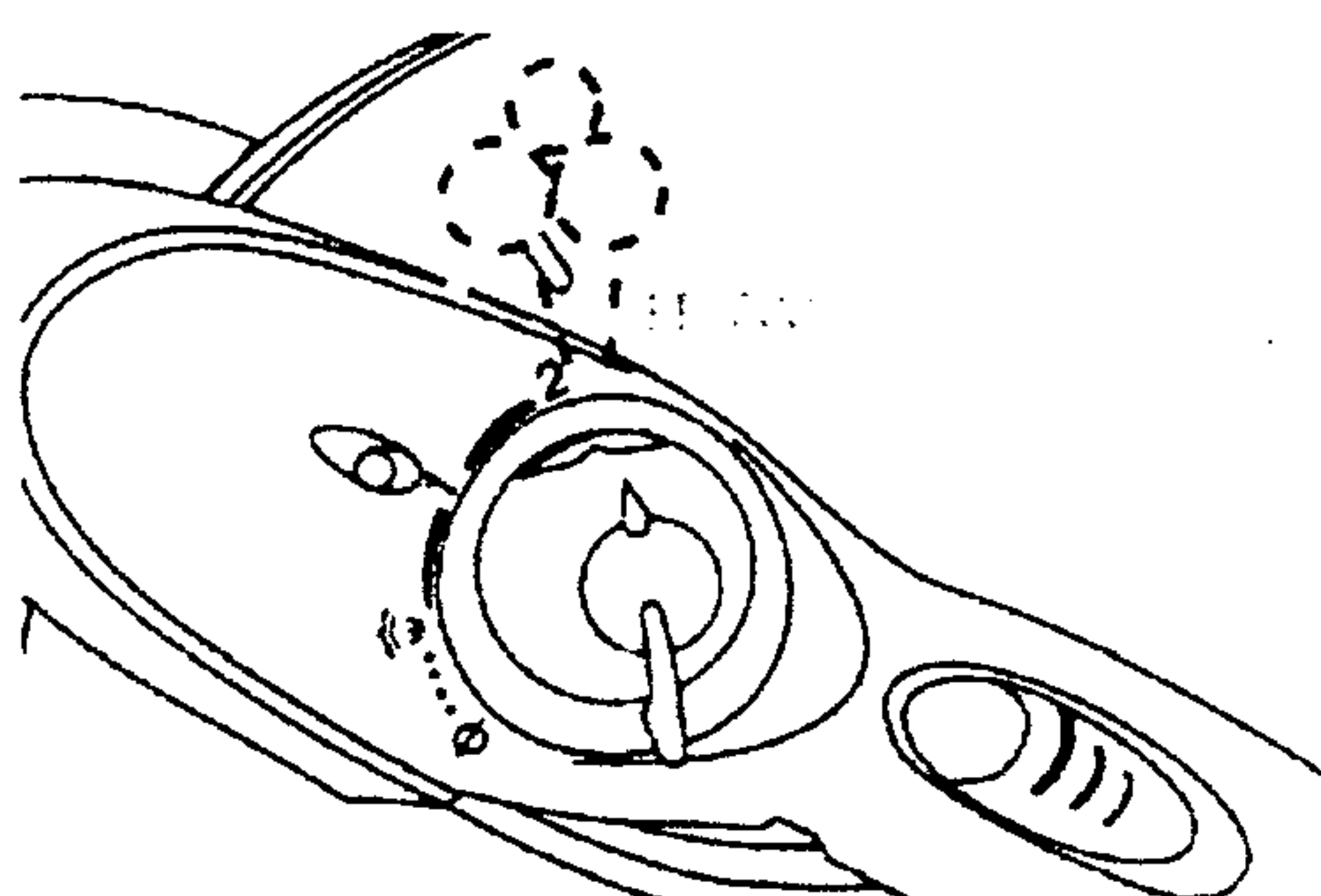


Fig. 9

Seleccionar la presión, en este caso debemos posicionar el selector en la graduación No. 2, para que se libere menos cantidad de vapor y de esta forma se alcance en el interior de la olla la temperatura y presión que se necesita para conseguir esterilización. (Fig. 4)

Fig. 4



Posición del selector	Presión Kg/cm ²	Presión PSI
1	0.6	8.5
2	1.1	15

Colocar la olla sobre un foco de calor doméstico pudiendo ser éste de estufa eléctrica, o de gas a potencia máxima.

Transcurrido el tiempo de esterilización, proceder a la apertura de la olla de la siguiente manera:

Cuando el manómetro indica que la presión interna de la olla ha descendido a cero PSI y el indicador de presión desaparezca de su alojamiento, presionar el pulsador y girar la tapa.

No se recomienda colocar la olla en el fregadero ni descomprimir la olla desplazando la válvula de funcionamiento gradual hasta la posición de descompresión porque esto favorece una mayor condensación de vapor. La apertura del autoclave antes del total enfriamiento favorece la condensación de vapor humedeciendo los paquetes.

MANTENIMIENTO

Después de cada uso, lave la olla con agua caliente y detergente normal, usando un paño suave, enjuáguela y séquela.

La tapa debe llevarse simplemente con agua corriente secándola inmediatamente después.

IMPORTANTE: VÁLVULAS

Antes de cada utilización:

Comprobar que los orificios de salida no estén obstruidos en su conducto. Es importante hacer una limpieza de la válvula automática de la siguiente forma:

Levantar el selector de la válvula automática (Fig.10)

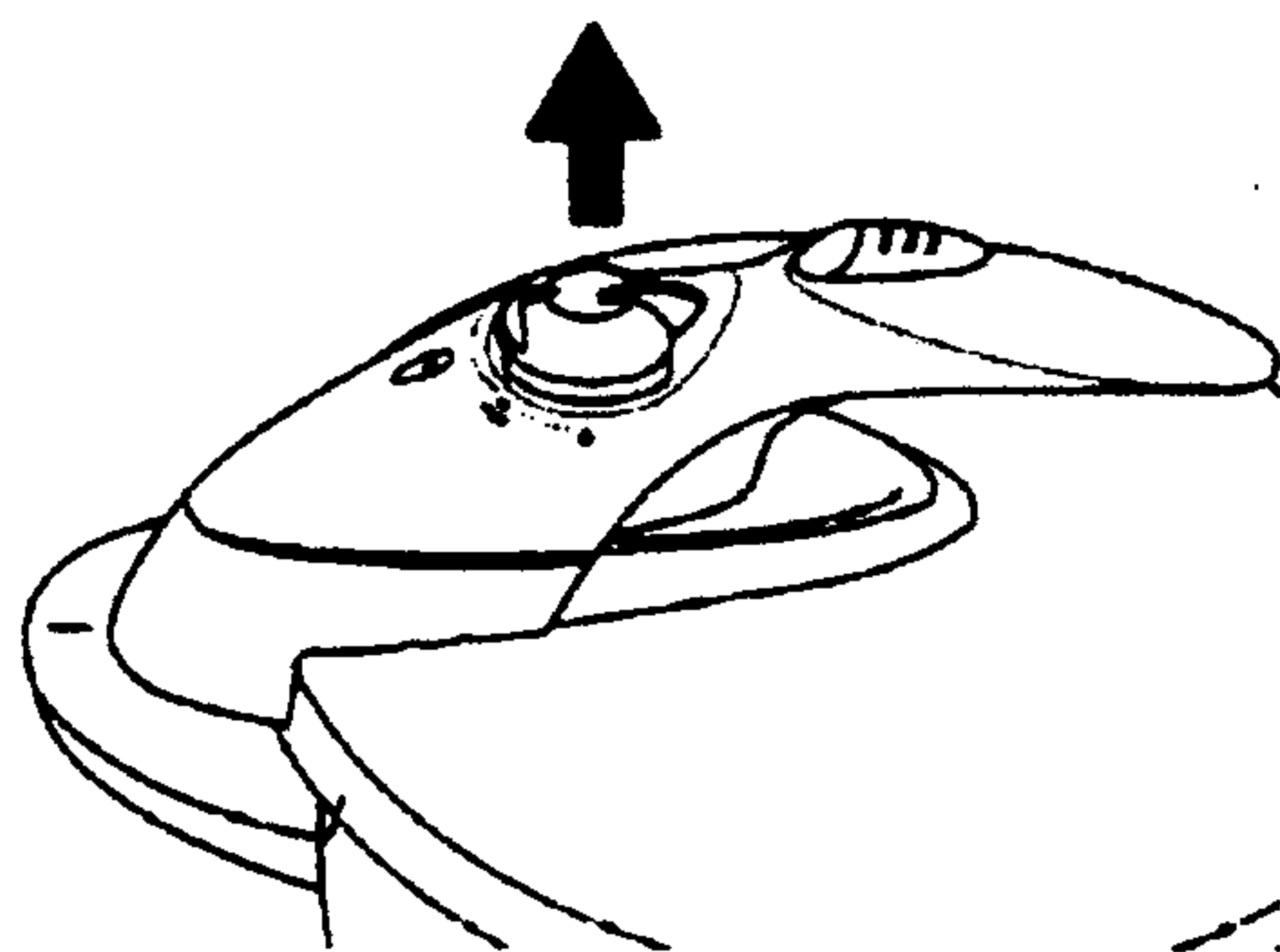


Fig.10

Desplazar el selector de la válvula automática según figura 11.

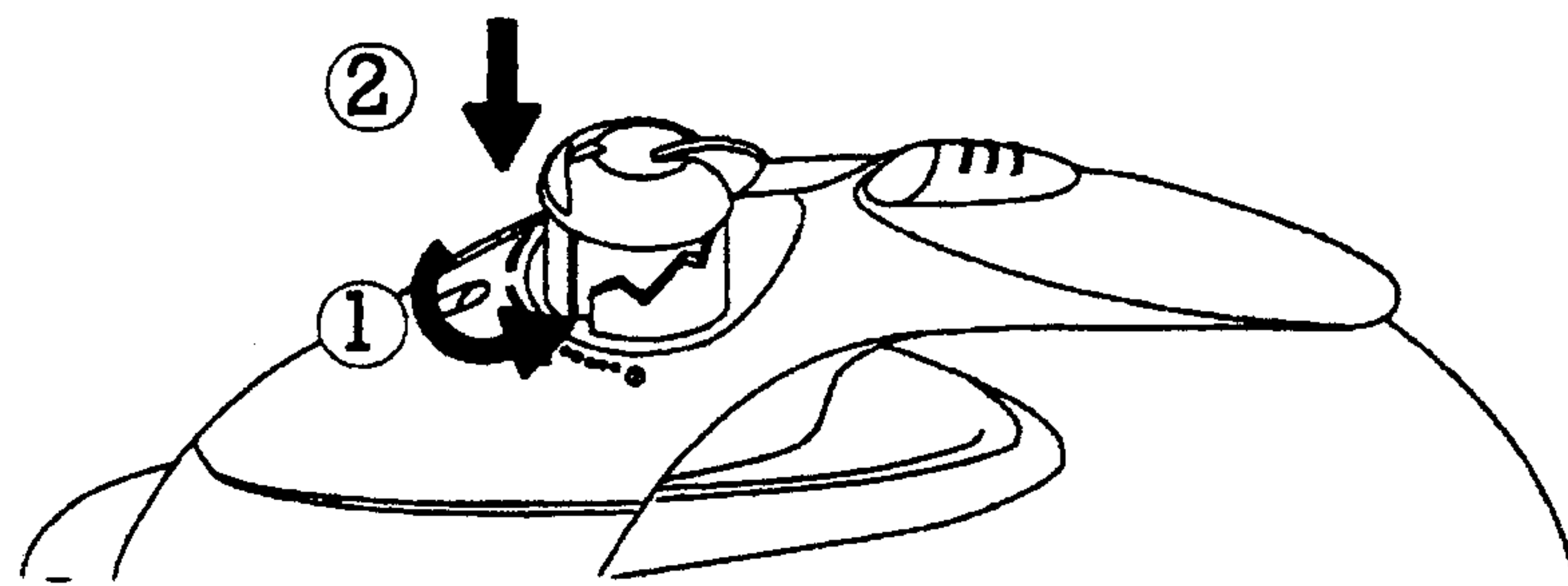


Fig 11

Extraer la válvula y limpiar el orificio con agua a presión.

En caso de que se active la válvula de seguridad se observa una evacuación de la sobrepresión en forma de haz de vapor continua por el lateral del mango de la tapa entonces se procederá a:

- Quitar el foco de calor
- Abrir la olla
- Verificar si el orificio de la válvula de funcionamiento se encuentra limpio. En caso de que se active en varias ocasiones, dirigirse al Centro de Asistencia más próximo.

CONSEJOS PRÁCTICOS

Si observa que :

No hay salida de vapor por la válvula de funcionamiento.

Es posible que:

- No haya suficiente cantidad de líquido en la olla.
- La junta de cierre esté sucia o deteriorada. Lávela o reemplácela
- El foco de calor no sea suficiente.
- La válvula de funcionamiento automática esté obstruida. (límpiela)

Existe escape de vapor por la válvula de funcionamiento:

Es posible que:

- El foco de calor sea excesivo. Entonces reduzca al mínimo o a un foco de calor menor.
- La válvula de funcionamiento esté en posición de descompresión. (Seleccione la No. 2.)

Escapa vapor por el borde de la tapa

Es posible que:

- La olla no esté correctamente cerrada. Entonces repita la operación de cierre.
- La junta de cierre esté desencajada o deteriorada. Sáquela de su posición y vuelva a encajarla o reemplácela.

Escapa vapor por el borde del asa superior:

Es posible que:

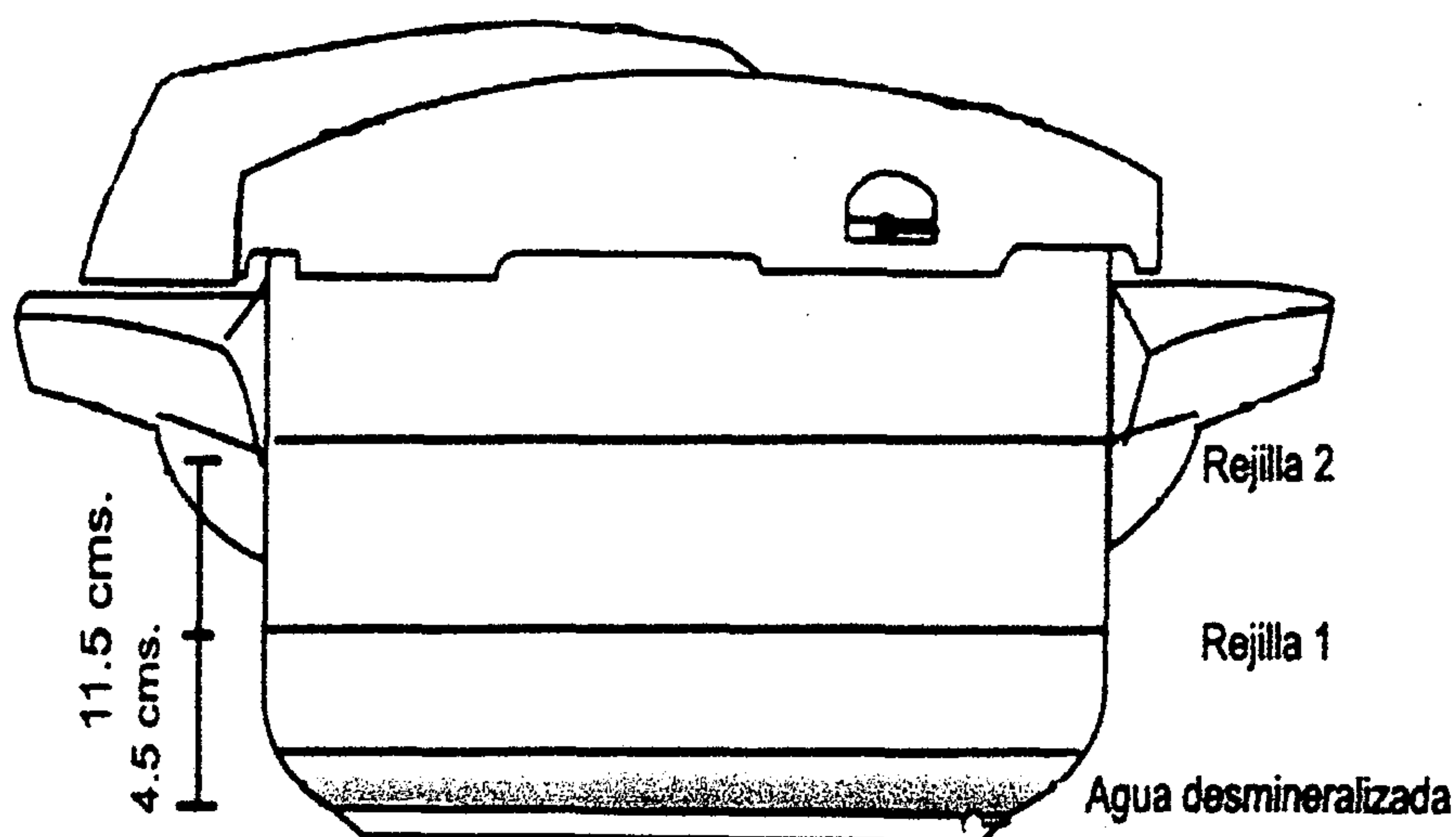
- El foco de calor no sea suficiente
- La olla no esté correctamente cerrada.

No se puede abrir:

Es posible que:

- No se haya realizado la descompresión.

DISPOSICIÓN DE LAS REJILLAS DENTRO DE LA OLLA DE PRESIÓN



LISTA DE PROVEEDORES DONDE PUEDE ADQUIRIR EL EQUIPO NECESARIO PARA REALIZAR LA MODIFICACIÓN DE LA OLLA DE PRESIÓN

Equipo	Cemaco	Coprín	Mainco	Tubalc	Redelsa	Metales Industriales	Orion	Lavisa
Olla de presión Fagor	X	—	—	—	—	—	—	—
Copla o acople NPT de 1/2"	—	—	X	X	X	—	X	—
Varilla de acero inoxidable 304 3-5mm	—	—	X	—	—	X	—	X
Manómetro de Uso General	—	X	X	X	X	—	X	—
Termómetro Bimetálico	—	X	X	X	X	—	X	—

Nota: Otra marca de olla de presión de acero inoxidable puede adquirirla en Sears y Cocinas Industriales. El manómetro puede adquirirse en lugares que tengan a su disposición equipos de medición, accesorios industriales, laboratorios.

TOMAR EN CUENTA LA LISTA DE EMPRESAS QUE PUEDEN INSTALAR Y ELABORAR EL EQUIPO NECESARIO PARA LA MODIFICACIÓN DE LA OLLA DE PRESIÓN

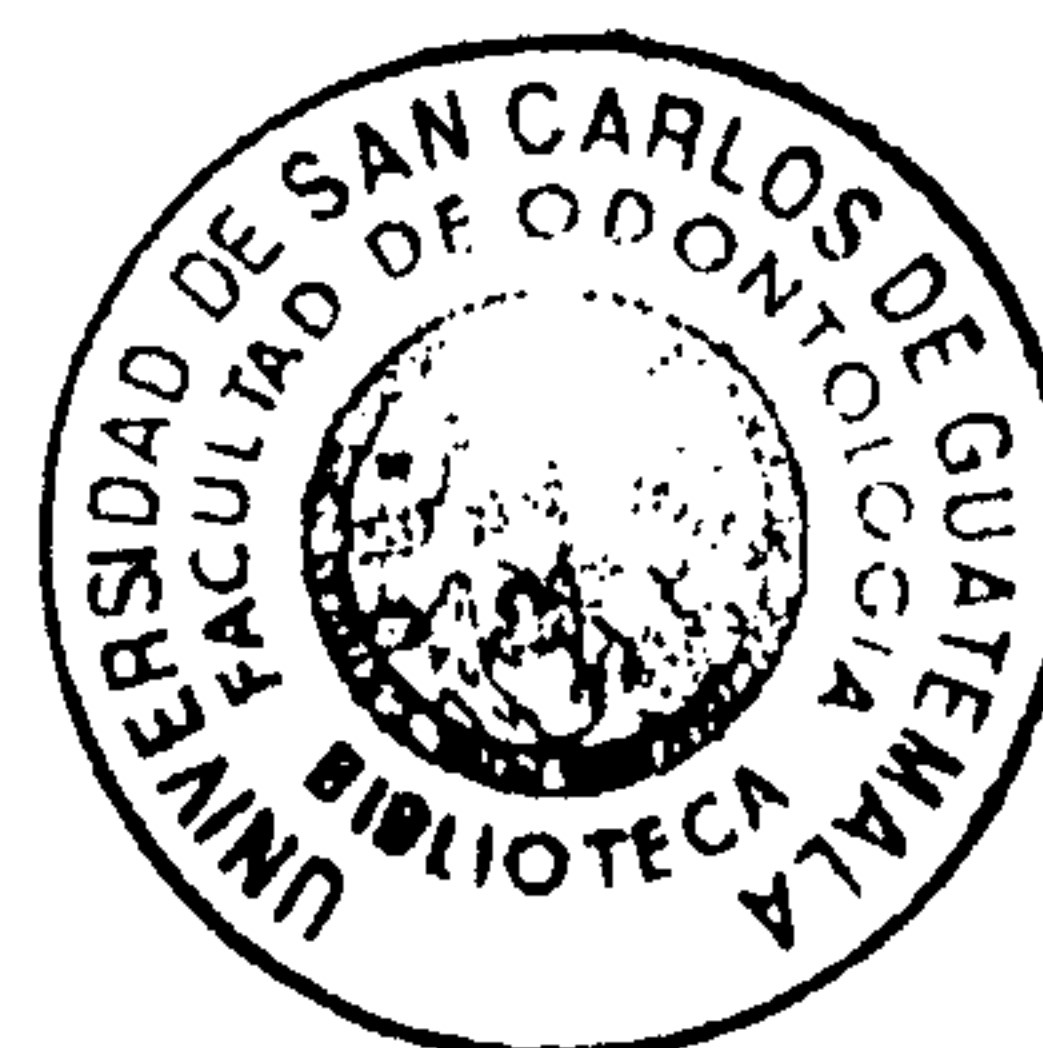
Instalación	Industrias Flama	Mainco	Proinox
Manómetro	X	X	—
Termómetro	X	X	—
Rejilla	X	X	X

Lugares que se dediquen al montaje y elaboración de equipo de acero inoxidable, cañería o tubería puede ser otra de las opciones pero debe de tomar en cuenta que dichas empresas deberá contar con la maquinaria mínima para dicha modificación como lo es:

- Soldadura de alta frecuencia (TIG) que utiliza el gas Argón como fundente.
- Punteadota que solda por fusión.
- Instrumento de taller: trenza, sierra, barreno, brocas, etc.

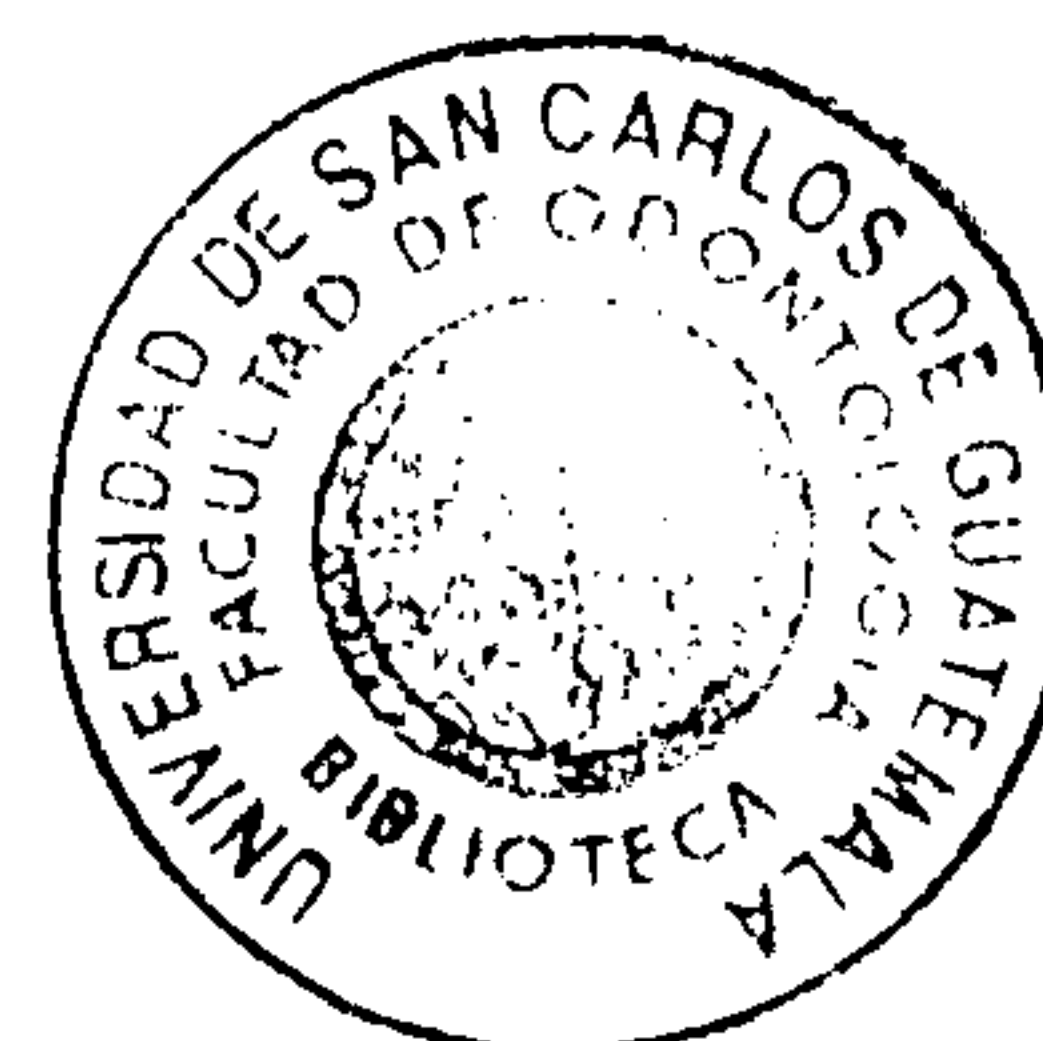
BIBLIOGRAFÍA

1. Avallone, A Eugene.-- Manual del ingeniero mecánico / Eugene A. Avallone, Theodore Baumeister ; trad. por Francisco G. Noriega, José Enrique de la Cera Alonso, María Teresa Aguilar Ortega.-- 9ª ed.-- México : Interamericana McGraw -Hill, 1998.-- pp. 6-89.
2. Bobman, Klaus.-- Medidas higiénicas en la clínica dental / Klaus Bobman. B. Heinenberg ; trad. por Javier Sarmientos Martínez.-- España : editorial Dogma, 1992.-- pp. 30-45.
3. Brock, D. Thomas.-- Microbiología / Thomas D. Brooks, Michael T. Mandigan ; trad. por María del Consuelo Hidalgo y Mondragon.-- 6ª ed.-- México : Interamericana McGraw-Hill, 1993.-- pp. 398-400.
4. Canoj Valladares, Allan Stuardo.-- Comparación entre la efectividad y tiempo de la esterilización entre radiación ultravioleta y el autoclave.-- Tesis (Cirujano Dentista) -- Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 2000.-- 82p.
5. Guandalini, Sergio Luis.-- Como controlar la infección en Odontología / Sergio Luis Guandalini, Norma Falcao, Eduardo de Peixoto.-- Brasil : Gnatus, 1997.-- pp. 20-45.



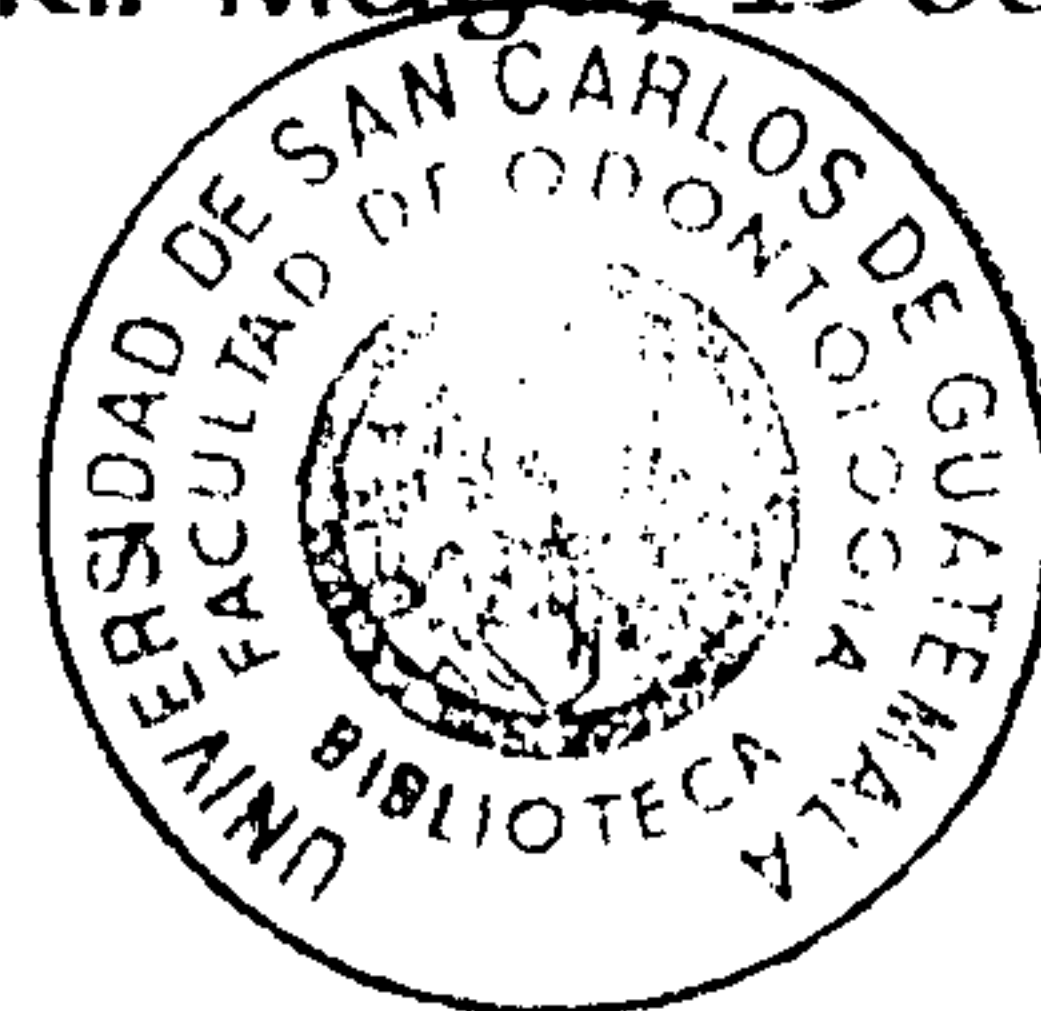
13 JUN. 2002

6. Hunter, Peter.-- General microbiology the student's text book.-- Saint Louis : Mosby Company, 1977.-- pp. 245,246.
7. Jablonsky, Stanley.-- Diccionario ilustrado odontológico / Stanley Jablonski ; Argentina : Ediciones Panamericana, 1992.-- pp. 145,850.
8. Jawest, Ernest.-- Review of medical microbiology / Jawest, Ernest ,Joseph Melnick, Edward A. Adelberg.-- 14th. ed.-- Los Altos California : Lange Medical Publication, 1980.-- pp. 186,187.
9. _____ Microbiología médica / Ernest Jawest, Joseph Melnick, Edward A. Adelberg ; trad. por Ma. Del Rosario Carsolio Pacheco.-- 13ª ed.-- México : El Manual Moderno, 1990.-- pp. 44,43.
10. Liébana Ureña J, Castillo Pérez A.M.,Quirós Roldán E.-- Introducción al estudio de la microbiología oral.-- pp. 527-532.-- En: Tratado de odontología / Antonio Bascones Martínez, Director Huésped.-- Madrid : Ediciones Avances Médico-Dentales, 1998.
11. Marroquín Rodríguez, Carlos Jacobo.-- Análisis cualitativo y descriptivo de los métodos de esterilización y desinfección en las clínicas dentales públicas y municipales del departamento de Guatemala.-- Tesis (Cirujano Dentista) -- Guatemala, Universidad de San Carlos, facultad de Odontología, 2000.-- pp. 10-20.



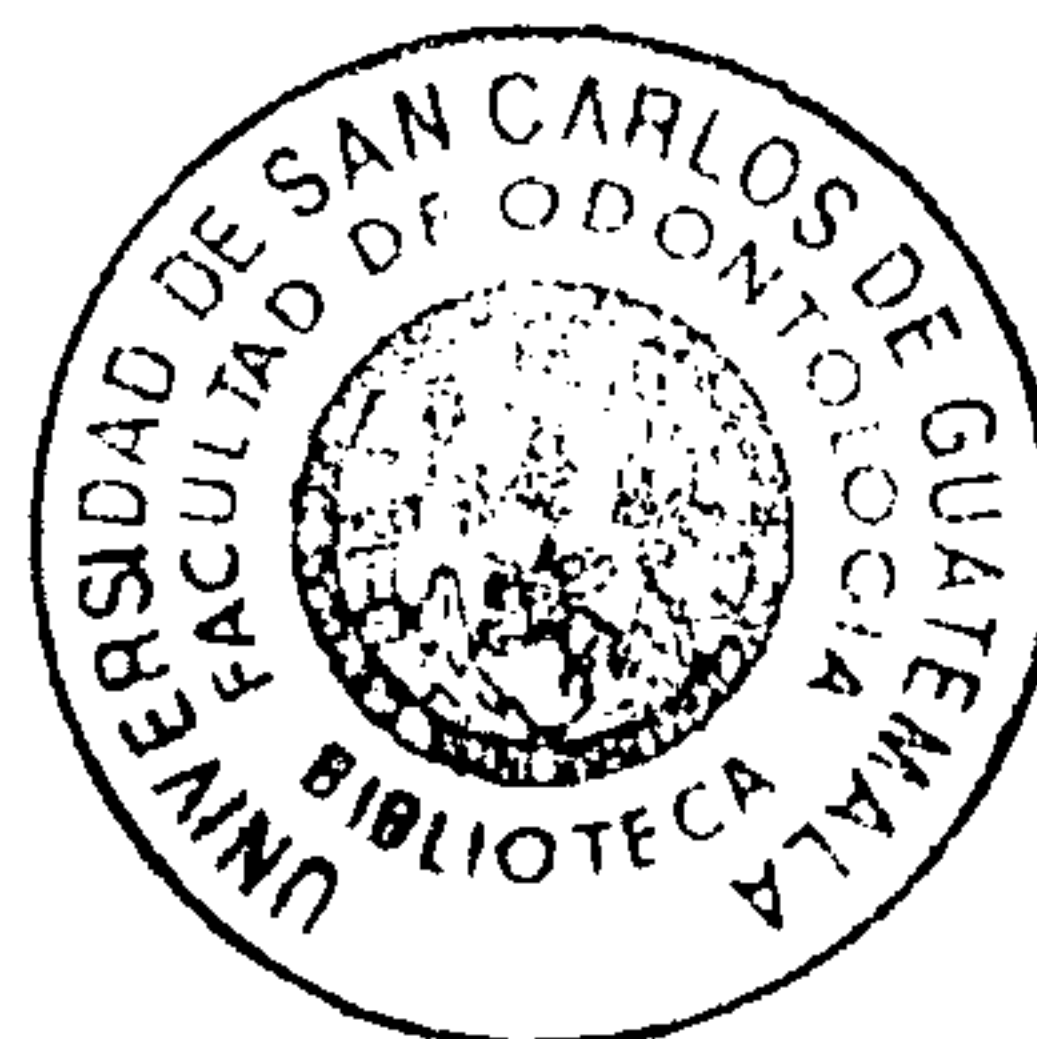
13 JUN. 2002

12. Miller, Chris H.-- Esterilización : control microbiano sistemático.-- pp. 339-355.-- En: Control de infecciones y seguridad en el consultorio / Robert R. Runnells, Director Huesped ; trad. por José A. Ramos Tercero.-- México : Interamericana McGraw-Hill, 1991.-- (Clínicas Odontológicas de Norteamérica Vol. 3)
13. Nolte A. William.-- Microbiología odontológica / William A. Nolte ; trad. por María Hernández Cazáres.-- 4º ed.-- México : Interamericana McGraw-Hill, 1985.-- pp. 59-71.
14. Odontología y Salud. En: Internet. www.diariomédico.com 12 de abril 2001.
15. Ollas de presión. En: Internet. www.fagor.com 29 de julio 2002.
16. ____En: Internet. www.oster.com 29 de julio 2002.
17. ____En: Internet. www.noticias.com 29 de julio 2002.
18. ____En: Internet. www.rochedo.com 29 de julio 2002.
19. ____En: Internet. www.mirro.com 29 de julio 2002.
20. Organización Panamericana de la Salud, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.-- Proyectos de instalación de equipo de hospitales operación y mantenimiento.-- Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería.-- Guatemala : Abril-Mayo, 1968.-- pp. 32-345.



13 JUN. 2002

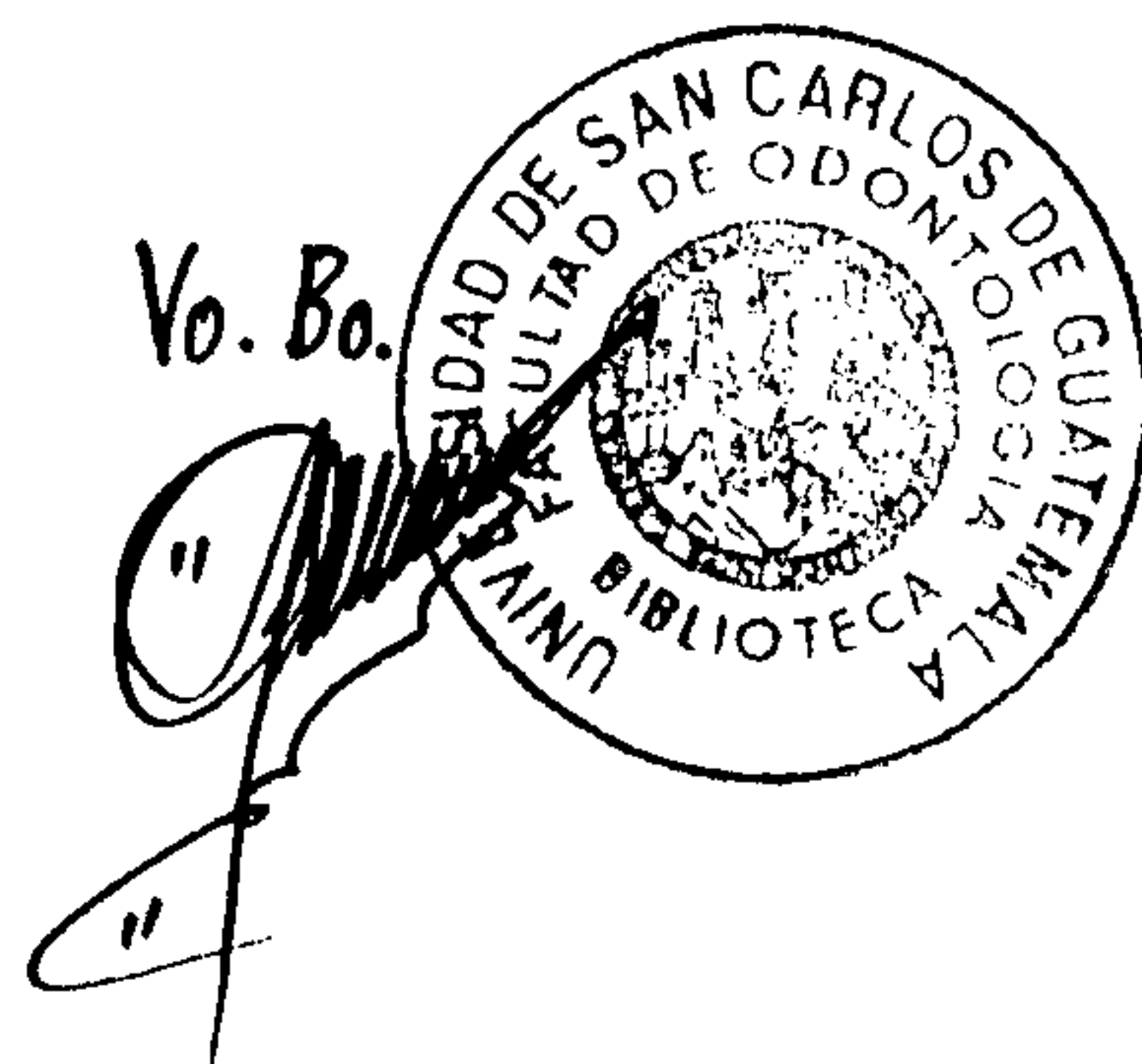
21. Reichert, Maríamargaret.-- Sterilization technology for the health care facility.-- 2nd. ed.-- Maryland : Aspen Publication, 1997.-- pp. 85-273.
22. Rodríguez González, Celeste Jazmína.-- Determinación e identificación de microorganismos aerobios y anaerobios facultativos presentes en el instrumental de mano de uso múltiple y cortante rotatorio previo a ser utilizado en procedimientos clínicos por los odontólogos practicantes en procedimientos en las clínicas de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.-- Tesis (Cirujano dentista) -- Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 2001.-- 91p.
23. Ross, W. Philip.-- Microbiología bucal y clínica / Philip W. Ross, W. Peter Holbrook ; trad. por Ma. Del Rosario Corsolio Pacheco.-- México : Editorial Científica, 1985.-- pp. 49-55.
24. Runnells, Robert.-- Control de infecciones en el consultorio.-- Robert Runnells.-- trad. por José A. Ramos Tercero.-- México : Editorial Interamericana, 1991.-- pp. 663-675.
25. Smith, Alice Lorraine.-- Microbiology and pathology / Alice Lorraine.-- 11th. ed.-- Saint Louis, the C.V. Mosby Company, 1976.-- pp. 140-143,164.



26. Wesley, A Volk.-- Microbiología básica / Volk A. Wesley ; trad. por Martha Castilleja Mendieta.-- 7ª ed.-- México : Editorial Industria, 1992.-- pp. 48-69,166-173,450-451.
27. Zeceña Gomar, Emilio Alfredo.-- Análisis cualitativo y descriptivo de los métodos de esterilización y desinfección usados en clínicas privadas de la ciudad de Guatemala.-- Tesis (Cirujano Dentista) -- Guatemala, Universidad Francisco Marroquín, Facultad de Odontología, 1989.-- pp. 10,14,39-40.

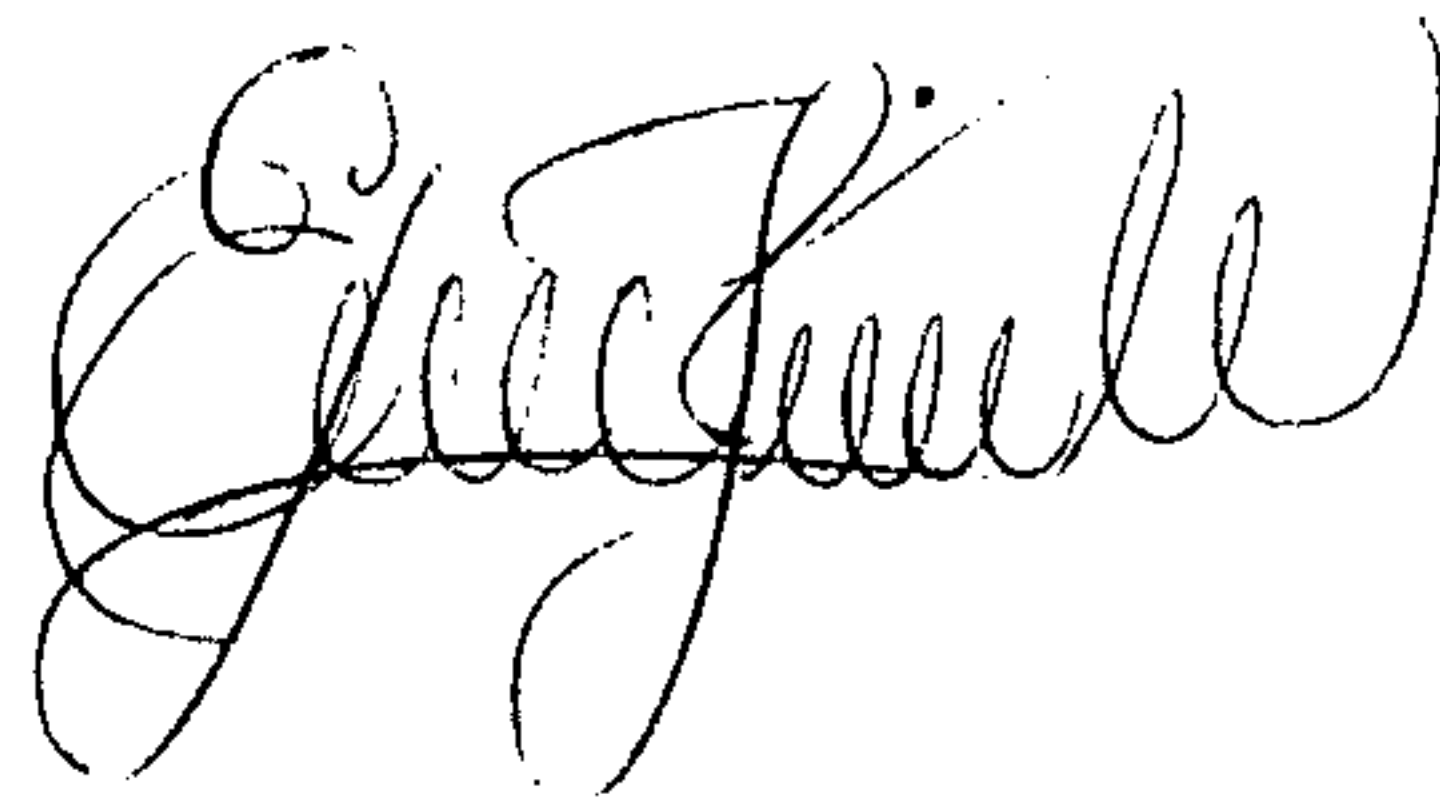
Referencias Personales

1. Bolaños, Juan José.-- Consulta personal sobre Monitores biológicos y químicos, esterilización.-- (Médico y Cirujano). 3M de Guatemala.-- 31 de enero, 5 de febrero, 27 febrero del 2002.
2. Gaitán, Otto Danilo.-- Consulta personal sobre Manómetros.-- (Promotor técnico de ventas). Coprin, S.A.-- 29 de julio 2002.

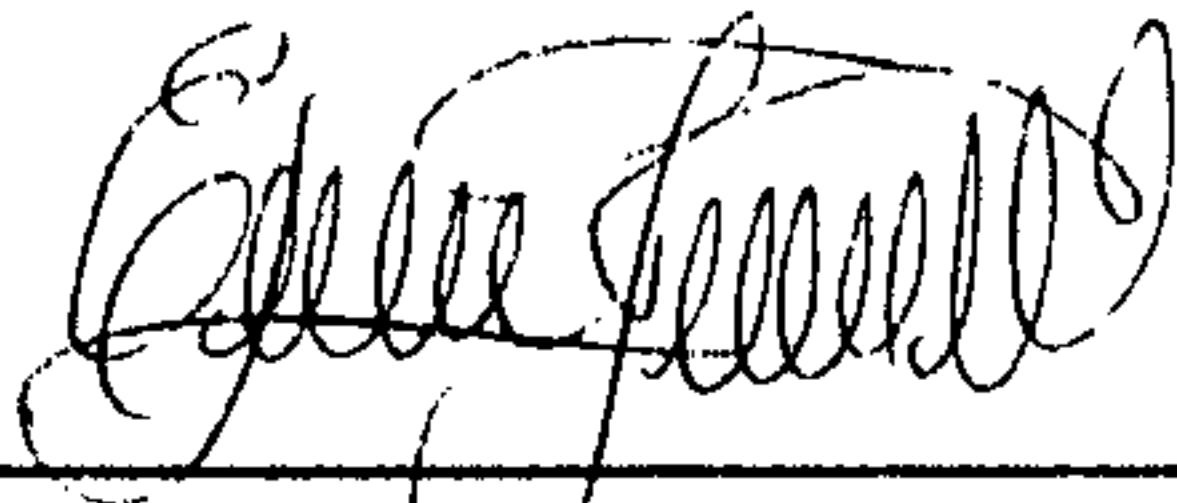


13 JUN. 2002

El contenido de esta Tesis es única y exclusiva
responsabilidad del Autor.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Evelyn Juárez Morataga', written in a cursive style.

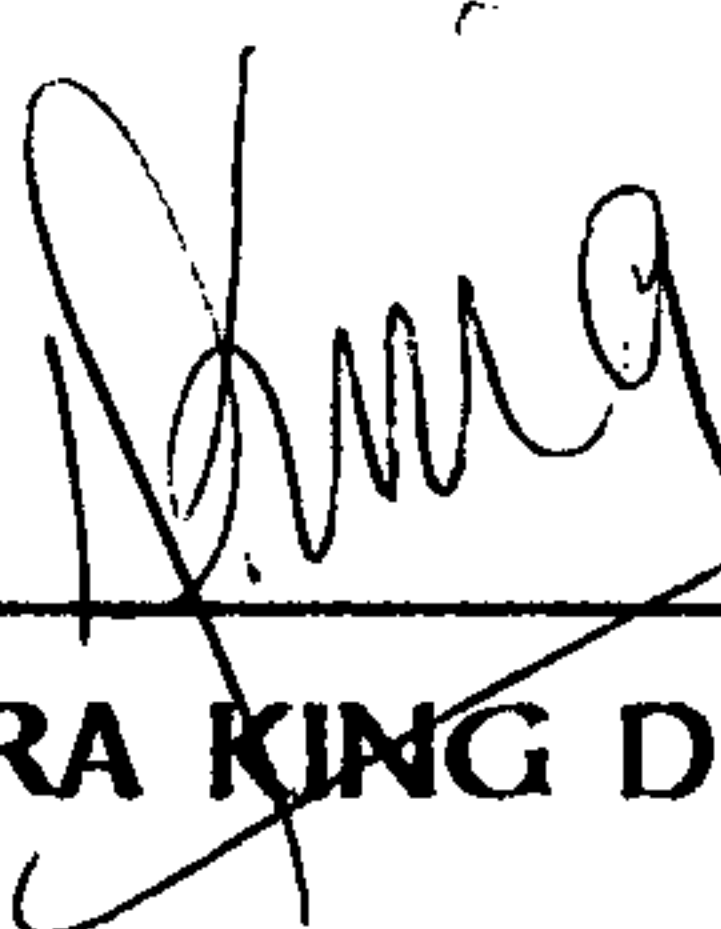
Evelyn Juárez Morataga



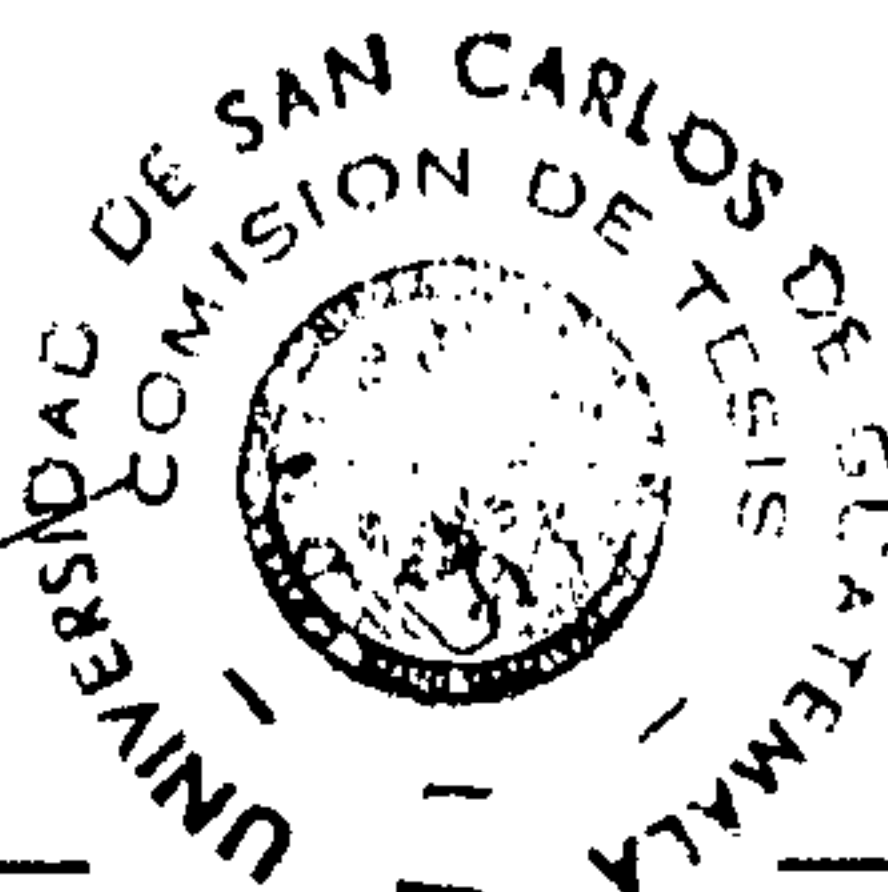
EVELYN JUÁREZ MORATAYA
SUSTENTANTE

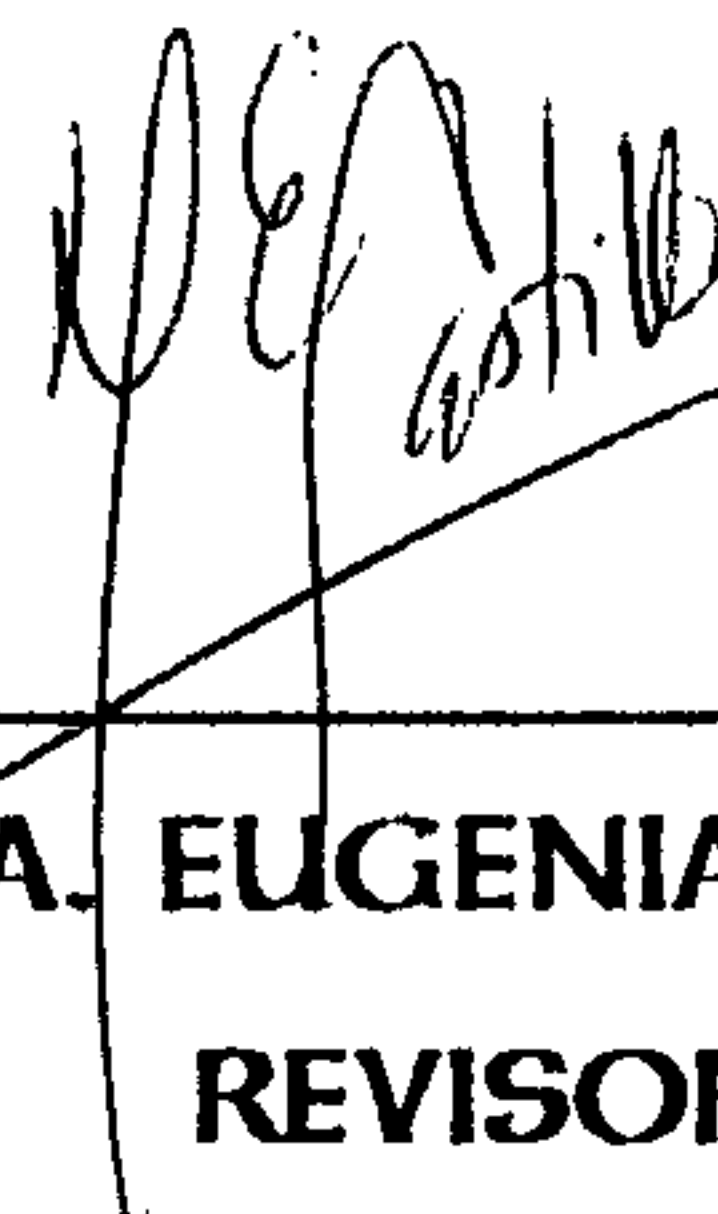


DR. ESTUARDO VAIDES GUZMÁN
ASESOR



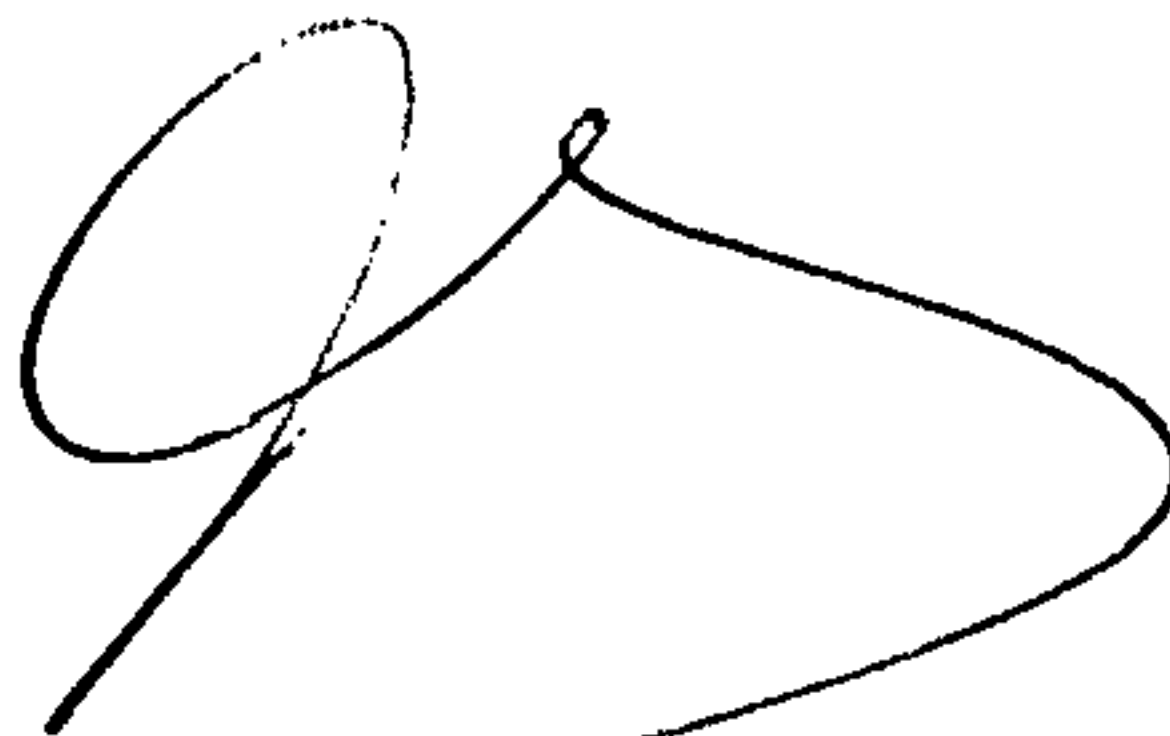
DRA. DORA KING DE GARCÍA
REVISORA
COMISIÓN DE TESIS





DRA. MA. EUGENIA CASTILLO
REVISORA
COMISIÓN DE TESIS

IMPRIMASE





DR. OTTO RAÚL TORRES BOLAÑOS
SECRETARIO