

01421
60



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**“TERMOGRAFÍA COMPARATIVA DE
TRES HORNOS DE CALOR SECO
CONVENCIONALES”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
CIRUJANO DENTISTA

P R E S E N T A :

ROBERTO CARLOS CASTREJÓN PÉREZ

TUTOR: DR. A. ENRIQUE ACOSTA GIO

ASESOR: C.D.M.O. TERESA LEONOR SÁNCHEZ PÉREZ

MÉXICO, D.F. MAYO 2003

A

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Agradecimientos.

Al Dr. A. Enrique Acosta Gio y la Dra. Teresa Leonor Sánchez Pérez, por su apoyo, paciencia y guía durante este proyecto

Dedicatoria.

A mi mamá, Mtra. Celia Pérez López, por su cariño, paciencia y enseñanzas que me han ayudado a llegar hasta donde estoy ahora, y que me llevarán más lejos.

A mi hermana, Celia Naivi Castrejón Pérez, por su irreverencia y compañía.

A mis tías, Isabel Rocha López, Ema Rocha López, Luz Pérez López, Ana María Cruz Vera, Mirta Pineda, por sus consejos y compañía en todo momento.

A mis tíos, Luis Rocha López, Aarón Arcos Arteaga, Amílcar Horita González, por su ejemplo y apoyo en todas las empresas realizadas.

A mi Coach, Andrzej Piotrowski, por ser un entrenador de la vida.

A mis compañeros, Mayra González, Oscar Juanz, Alejandro Cárdenas, Israel Benítez y Carlos Jiménez, por su ejemplo, apoyo y compañía.

A la Dra. Ma. De Lourdes Eriksen, por su amistado apoyo y confianza durante mi entrenamiento.

Al Dr. Luis A. Gaitán, por su guía y ejemplo en esta profesión.

A la Dra. Rebeca Cruz González Cárdenas, por au apoyo y paciencia durante mi preparación.

A la Dra. Amalia Ballesteros, por su apoyo, confianza y ejemplo.

Al Dr. Enrique Santos, por su amistad y apoyo durante mi preparación.

A la Dra. Sara Montaña, por su ejemplo, guía y confianza.

Al Dr. Carlos Morales y el Dr. Jaime González, por su amistad, apoyo y confianza.

A los Doctores que participaron en mi preparación y entrenamiento, por su paciencia, ejemplo y apoyo.

A Anita Torres, por su amistad, y apoyo durante esta carrera.

A la vida por ponerme en el camino.

A Dios por darme los recursos para este proyecto y los que siguen.

CONTENIDO.

1.	Resumen.	1
2.	Introducción.	2
3.	Antecedentes.	3
	3.1. Procedimientos para la esterilización.	3
	3.2. Métodos de esterilización.	4
4.	Planteamiento del problema	10
5.	Justificación.	10
6.	Hipótesis.	11
	6.1. Hipótesis de Trabajo.	11
	6.2. Hipótesis nula.	11
7.	Objetivos.	12
	7.1. Generales.	12
	7.2. Particulares.	12
8.	Materiales y método.	13
	8.1. Tipo de estudio.	13
	8.2. Material.	13
	8.3. Características físicas de los hornos.	14
	8.4. Carga.	21
	8.5. Termografía.	21
	8.6. Análisis estadístico.	22

9. Resultados.	25
9.1. Velocidad de arranque.	25
9.2. Estabilidad.	30
9.3. Estratificación.	33
10. Discusión.	35
10.1. Velocidad de arranque.	35
10.2. Estabilidad.	36
10.3. Estratificación.	37
11. Conclusiones.	47
11.1. Velocidad de arranque.	47
11.2. Estabilidad.	47
11.3. Estratificación.	48
12. Recomendaciones.	52
13. Referencias.	54

1. RESUMEN.

La esterilización es importante para el control de infecciones, el calor seco es un medio eficiente para lograrlo.

Los hornos de calor seco son los equipos de esterilización más ampliamente empleados en los consultorios dentales en México, por lo que su funcionamiento debe ajustarse a las condiciones descritas en la Farmacopea de los Estados Unidos, por la Asociación Dental Americana y por la Secretaría de Salud de México.

El objetivo de este estudio es analizar el efecto de la carga en el comportamiento de tres hornos de calor seco, para tal efecto se grabaron las temperaturas cada tres minutos, se analizaron los datos obtenidos para medir el tiempo de arranque, la estabilidad y la estratificación.

Entre los resultados observamos que hay hornos que no mantienen la temperatura de esterilización el tiempo que debe durar, y que la carga tiene influencia en la estratificación de la temperatura.

2. INTRODUCCIÓN.

La esterilización es la eliminación de todo tipo de vida microbiana, incluyendo a las esporas bacterianas más resistentes.

La esterilización de los instrumentos dentales y médicos es importante para el control de infecciones en sitios de atención a la salud. Las técnicas para la transferencia de calor proporcionan los métodos de esterilización más confiables y más ampliamente empleados.

En México la gran mayoría de los cirujanos dentistas adquieren y usan un horno eléctrico para la esterilización de sus instrumentos mediante calor seco. En los hornos de calor seco la esterilización se logra cuando se mantienen los instrumentos a 170°C por una hora o a 160°C por dos horas (estos tiempos no incluyen tiempo de calentamiento ni enfriamiento).

La carga puede estratificar la temperatura, así como modificar el tiempo de calentamiento del horno.

El objetivo de este estudio es comprobar si la carga influencia la estratificación o altera el tiempo de calentamiento en el horno.

3. ANTECEDENTES.

3.1. Procedimientos para la esterilización.

El cirujano dentista debe seguir un protocolo para la esterilización y así evitar la posible transmisión de enfermedades con el instrumental. Los pasos que se recomienda seguir son:

Pre-Limpieza: eliminación de residuos del instrumental a procesar, facilita en gran medida la esterilización.

Empaquetamiento: el instrumental al ser empaquetado es protegido de la recontaminación, facilitando su transporte y almacenamiento.

Esterilización: algunos de los métodos con los que obtendremos la esterilización son el horno de calor seco, el autoclave (vapor a presión), y el Chemiclave™ (vapor químico a presión).

Monitoreo: consiste en verificar el correcto funcionamiento de los procesos de esterilización, existen tres medios: físico, químico (integradores de proceso) y biológico (IB). Los dos primeros solamente sirven para verificar el funcionamiento del método de esterilización, el biológico es el único que sirve para verificar que la esterilización se realice.

3.2. Métodos de esterilización.

Las tres formas de conducción del calor son: conducción, radiación y convección; la conducción ocurre entre objetos en contacto físico directo. La transferencia de calor por radiación puede ocurrir mediante ondas infrarrojas, microondas, radiación ultravioleta u ondas de radio.

La convección involucra la transferencia de calor mediante un fluido o gas en movimiento. El vapor a presión y el calor seco se basan en la transmisión de calor por convección.

Las técnicas para la transferencia de calor proporcionan los métodos de esterilización más ampliamente empleados: el vapor de agua a presión (autoclave), el vapor químico saturado (Chemiclave TM) y el horno de calor seco (el método de esterilización más usado en los consultorios dentales en México ^{1,2,3}).

Es importante saber que los ciclos de esterilización son falibles y que muchas de estas fallas son provocadas por error humano, debido a no tener suficientes conocimientos sobre la correcta aplicación y las limitaciones del proceso de esterilización (Tabla 1).

Los métodos más utilizados en odontología que logran la destrucción de todas las formas de vida microbiana, incluyendo esporas son:

El vapor de agua a presión (AUTOCLAVE): Este equipo funciona mediante vapor de agua, el cual se expone en todas las superficies de los instrumentos facilitando la destrucción de los microorganismos.

El vapor químico saturado (CHEMICLAVE™): Este método es muy similar al autoclave pero, en vez de emplear agua, utiliza una solución química de alcohol, formaldehído, acetona, y agua para producir el vapor esterilizante.

Existen otros medios de esterilización como son el óxido de etileno y el plasma ionizante, sin embargo no son de uso común en odontología.

Los parámetros con los cuales trabajan los equipos de esterilización son establecidos para su óptimo funcionamiento (Tabla 2).

Cualquier ciclo de esterilización tiene tres fases: calentamiento o tiempo desde el arranque hasta que se alcanza la temperatura de esterilización en **TODA** la cámara. Esterilización, la cual se logra sólo cuando se mantienen los instrumentos a 170°C por una hora o a 160°C durante dos horas (en un horno de calor seco). Enfriamiento, es el tiempo que transcurre desde el final de la esterilización hasta que el usuario puede retirar y emplear o almacenar los instrumentos sin riesgo de sufrir quemaduras.

Tabla 1. Principales causas de falla en los ciclos de esterilización ⁵.

LAVADO INADECUADO DEL INSTRUMENTAL
<ul style="list-style-type: none">✓ Los materiales biológicos como sangre, saliva y tejidos, así como los restos de materiales dentales pueden aislar y proteger a los microorganismos.
MALA ENVOLTURA DEL INSTRUMENTAL
<ul style="list-style-type: none">✓ Material de envoltura inadecuado: evita la penetración del agente esterilizante.✓ Envoltura excesiva: retarda la penetración del esterilizante.✓ Envoltura en tela: inadecuada para Chemiclave ^{MR}, absorbe los productos químicos y evita su vaporización.✓ Contenedores herméticos en vapor a presión: evita el contacto directo con el agente esterilizante.
CARGA INADECUADA DEL EQUIPO
<ul style="list-style-type: none">✓ Sobrellenado: aumenta el tiempo de calentamiento y retarda la penetración del agente esterilizante al centro de la carga.✓ Mala colocación de los paquetes de instrumentos: el espacio entre los paquetes no permite la circulación uniforme del agente esterilizante.
TIEMPO INSUFICIENTE A TEMPERATURA REQUERIDA
<ul style="list-style-type: none">✓ Programación incorrecta del equipo.✓ Contar el "calentamiento" como parte del "tiempo de esterilización".✓ Abrir la puerta del equipo una vez que ha iniciado el ciclo.✓ Mal funcionamiento del contador del tiempo.✓ Interrupción inadvertida del suministro eléctrico.
TEMPERATURA INSUFICIENTE
<ul style="list-style-type: none">✓ Programación incorrecta del equipo.✓ Mal funcionamiento del equipo: fugas de calor o presión por empaques defectuosos.✓ Mal funcionamiento de los manómetros: las lecturas no representan las condiciones internas del equipo.

Tabla 2. Parámetros establecidos para la esterilización.

METODO	TEMPERATURA	TIEMPO	PRESIÓN
Calor seco	160°C = 320 °F 170°C = 340°F	2 horas 1 hora	
Vapor de agua a presión	121°C = 250°F 134°C = 273 °F	15-20 min. 3-5 min.	15 psi 30 psi
Vapor químico a presión	137°C = 270 °F	30 min	20 psi

Los ciclos de esterilización pueden variar de acuerdo al tamaño de la carga, la envoltura y la naturaleza de los materiales a esterilizar ⁴.

Los datos aportados no incluyen un periodo de calentamiento.

El calor seco en México es el método de esterilización más usado en los consultorios dentales^{1,2,3}, la gran mayoría de los cirujanos dentistas adquieren y usan un horno eléctrico para la esterilización de sus instrumentos^{1,2}.

Los hornos de calor seco más comunes consisten en cámaras metálicas que contienen resistencias eléctricas las cuales generan calor y un termostato que controla la temperatura, el aire caliente se transmite a los instrumentos causando la muerte de los microorganismos. Los controles son ajuste de temperatura y tiempo.

La esterilización mediante calor seco es un método eficaz si su uso se ajusta a las Normas Oficiales vigentes⁶ en el territorio nacional de acuerdo con las condiciones descritas en la Farmacopea de los Estados Unidos⁷ y por la Asociación Dental Americana⁸.

Al revisar los modelos disponibles comercialmente se puede encontrar que los hornos carecen de un instructivo.

Como todos los equipos los hornos de calor seco tienen sus limitaciones sobre los materiales que se pueden esterilizar y las condiciones de operación⁹, por ejemplo, en el consultorio dental el calor seco no es aplicable a la esterilización de las piezas de mano de alta o baja velocidad, tampoco logra esterilizar textiles o líquidos e instrumentos inmersos en líquidos.

Mal uso y abuso. Independientemente de la información provista por el fabricante o distribuidor, el personal del consultorio puede alterar el funcionamiento de estos aparatos para ajustarlo arbitrariamente a sus hábitos de trabajo. Son tantas las variables que posiblemente la mayoría de los ciclos empleados **NO** logran la esterilización de todo el instrumental.

Al realizar encuestas sobre conocimientos y procedimientos para el control de infecciones se puede encontrar que muchos de nuestros colegas ignoran las temperaturas y tiempos necesarios para lograr la esterilización en los hornos de calor seco ¹.

Existen dos tipos de hornos de calor seco: los hornos eléctricos, en los que el sensor térmico es análogo y el termostato manda señales de encendido y apagado a la resistencia; y los hornos electrónicos, de reciente introducción en el mercado, que emplean un microprocesador para el control digitalizado de su funcionamiento, el termostato es sustituido por un termopar y la activación de la resistencia se logra mediante impulsos.

Los ciclos de esterilización pueden ser modificados por el tamaño de la carga, la envoltura y la naturaleza de los materiales a esterilizar ¹⁰.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El calor seco usado correctamente es un medio efectivo para la esterilización, por eso es importante saber si los hornos de calor seco funcionan según las normas establecidas^{8,9}.

5. JUSTIFICACIÓN.

Al conocer el perfil termográfico se puede recomendar modificaciones al horno e instrucciones al usuario que optimicen el funcionamiento y el uso del equipo, así como favorecer al éxito de los ciclos de esterilización.

6. HIPÓTESIS.

6.1. Hipótesis de Trabajo.

H_{1,0} El calor no se estratifica.

H_{2,0} Los hornos alcanzan y no mantienen la temperatura de 170°C durante la esterilización.

H_{3,1} La carga produce variaciones de temperatura en el horno.

6.2. Hipótesis Nula

H_{1,1} El calor se estratifica.

H_{2,1} Los hornos alcanzan y mantienen la temperatura de 170°C durante la esterilización.

H_{2,0,1} Los hornos no alcanzan y no mantienen la temperatura de 170°C durante la esterilización.

H_{3,0} La carga no produce variaciones de temperatura en el horno.

7. OBJETIVOS.

7.1. Generales.

El objetivo del estudio es conocer la velocidad de arranque y la estabilidad de la temperatura de tres hornos tanto vacíos como con 1.0 y 2.5 Kg de instrumental odontológico.

7.2. Particulares.

1. Conocer si los equipos de esterilización por calor seco alcanzan la temperatura de 170°C.
2. Conocer cuanto tiempo se tarda cada equipo en alcanzar la temperatura de 170°C.
3. Conocer la estabilidad de los hornos en 170°C durante el tiempo de esterilización.
4. Conocer el tamaño de las variaciones de temperatura en el interior de la cámara de esterilización.
5. Conocer la diferencia de temperatura entre las dos charolas inferiores de cada horno.

8. MATERIALES Y MÉTODO.

8.1. Tipo de estudio.

Este es un estudio de tipo observacional y analítico.

8.2. Material.

Se evaluaron tres hornos:

- 1) Horno eléctrico con control análogo (Horno Esterimatic 1227, grupo industrial ECA México, CAISA), su funcionamiento está controlado por un termostato y una resistencia en la base del interior del horno.
- 2) Horno electrónico con control digital (horno Esterilizador Electrónico, grupo LORMA, México), su funcionamiento es programado mediante un microprocesador que regula la temperatura mediante amplitud de impulsos.
- 3) Horno eléctrico con control análogo (Horno Eléctrico Modelo EUROPEO, casa ZEYCO, Fabricantes de Equipos Dentales México), su funcionamiento está controlado por un termostato en la base del interior del horno y dos resistencias, una en cada pared lateral de la cámara.

8.3. Características físicas de los hornos (Tabla 3)

CAISA

Por su pared externa derecha tiene cuatro ranuras (cejas) de 8 cm de largo, localizadas a 9 cm de las caras posterior y anterior, la superior está a una distancia de 6.5 cm de la pared superior, y cada una está separada por 4 cm de la otra, la inferior se encuentra a una distancia de 11 cm de la base del horno y tienen una abertura de 7 mm cada una.

La puerta del horno mide 34.2 por 22 cm y se abre hacia abajo.

Los controles son dos perillas de control análogo, ambas se giran, una para disponer la temperatura de 0 a 200°C en incrementos de 5°, y la otra para el tiempo, que marca hasta 60 minutos en cronómetro en progresión (0-60 min.). Las perillas carecen de precisión para programar adecuadamente el horno a temperatura y tiempo.

Arriba de cada perilla hay una luz que indica su estado (encendido / apagado), la luz que indica el control de temperatura se mantiene encendida mientras el horno se encuentra en calentamiento, y cuando alcanza la temperatura de 170°C o la supera se apaga y se enciende la del control del tiempo. La luz indicadora de la temperatura también se enciende cuando esta ha disminuido y se está elevando.

La base de las charolas se encuentran separadas por 5.5 cm una de la otra, la base inferior se localiza a 2.0 cm del piso de la cabina, y la superior a 9.0 cm del techo de la cabina.

La cabina tiene un doble fondo que cubre la totalidad de la pared posterior, se localiza a 2.0 cm de la pared posterior "real" y se prolonga hacia el techo y el piso de la cámara de manera curva, en la parte superior termina separada 1.8 cm del techo, en la parte inferior la parte terminal curva sirve de base sobre la que descansa una lámina que forma el piso de la cabina, que se eleva a 5.3 cm del fondo real del horno, mide 17 x 31 cm y tiene 140 perforaciones, está sujeta al frente por un remache.

En la cabina no se puede observar la fuente de calor ni el termostato o dispositivo para medir la temperatura dentro.

Son tres charolas que miden 30.1 cm por 20.2 con 140 perforaciones.

LORMA

El horno por todas sus caras externas se encuentra completamente cerrado.

La puerta del horno mide 32.5 por 22 cm y se abre hacia la izquierda.

Los controles del horno son electrónicos, tiene una pantalla digital en la que se puede observar la temperatura y el tiempo programados de manera individual, también se puede verificar la temperatura del interior de la cabina cuando está funcionando.

El operador puede modificar la programación del horno en factores tiempo y temperatura. La temperatura máxima es de 180°C y el tiempo máximo de 99 minutos.

Entre sus funciones tiene una alarma que indica el fin del ciclo de esterilización o si se ha registrado algún error durante el ciclo, lo cual detiene el ciclo y avisa por medio de su pantalla digital la advertencia de "error".

Los controles electrónicos permiten una mayor certeza en la programación del horno, aunque que el operador tenga acceso a modificarlos es un riesgo.

Cada base para las charolas esta separadas por 5.5 cm entre sí, la base de la charola inferior se encuentra a 1.5 cm del piso de la cabina, y la base de la charola superior se encuentra a 5.4 cm del techo.

Tiene doble pared posterior a 3.3 cm de la pared posterior "real", este doble fondo tiene una ceja inferior a 0.8 cm del piso. Esta primer pared posterior presenta dos perforaciones separadas 5.7 cm entre sí, a una altura de 8.7 cm del techo, la perforación izquierda está a 12.5 cm de la pared izquierda, la derecha a 12.8 cm de la pared derecha y a 7.7 cm de la ceja inferior de la pared doble.

La pared doble está separada de la pared izquierda a 2.3 cm, del techo por 3.7 cm y a 3.1 cm de la pared posterior real, protege la fuente de calor.

Son tres charolas que miden 30.2 x 18.5 cm con 160 perforaciones.

ZEYCO.

El horno por todas sus caras externas se encuentra completamente cerrado.

La puerta del horno mide 32cm de largo por 20 cm de alto y se abre a la izquierda.

Los controles son dos perillas análogas, uno para la temperatura de 50 a 300°C en incrementos de 10°, y la otra para tiempo, que marca hasta 60 minutos de cronómetro en regresión (60-0 min.). Las perillas carecen de precisión para programar adecuadamente el horno a temperatura y tiempo.

Al frente del horno, junto a los controles, hay un foco que indica el estado del horno, se enciende en verde cuando está en fase de calentamiento y cuando se ha alcanzado la temperatura programada se cambia a rojo, momento en que comienza a correr el cronómetro.

Cuando la temperatura interna del horno disminuye el foco se vuelve a encender en verde, indicando que se está aumentando la temperatura, en cuanto vuelve a alcanzar la temperatura programada se vuelve a encender en rojo.

Las bases de las charolas se encuentran dispuestas de manera irregular, la inferior se localiza a 5.0 cm del piso de la cabina, la segunda se encuentra a 5.5 cm de la inferior, y la tercera base a 5.2 cm de la segunda y a 7.6 cm del techo.

El termostato se localiza en el techo de la cabina, saliendo a 6.5 cm de la pared lateral derecha, a 8 cm de la pared posterior y a 8 cm de la puerta, con una longitud de 24.2 cm.

Las resistencias se localizan en las paredes laterales con una forma de "zig-zag" entre las charolas, emergen desde la pared posterior a 3.0 cm del techo y a 4.5 cm del piso, donde entran de nuevo en la pared posterior, llegan hasta 20.1 cm de la pared posterior en su parte más anterior.

Son tres charolas de 28.9 x 21.2 cm, que cuentan con 160 orificios.

TABLA 3. Características de los tres hornos a analizar.

Característica		Calsa	Lorma	Zeyco
Medidas	Altura (cm)	29.5	26.9	30.5
	Ancho (cm)	27.0	30.3	30.0
	Largo (cm)	51.0	51.7	51.5
Cabina	Profundidad (cm)	23.0	19.4	22.5
	Largo (cm)	31.3	31.1	30.8
	Alto (cm)	17.8	17.5	23.7
Puerta	Alto (cm)	22.0	22.0	20.0
	Largo (cm)	34.2	32.5	32.0
Bases para charola	Piso a charola inferior (cm)	2.0	1.5	5.0
	Charola inferior a media (cm)	5.5	5.5	5.5
	Charola media a superior (cm)	5.5	5.5	5.2
	Charola superior a techo (cm)	9.0	5.4	7.6
Charolas	Peso (g)	159	170	190
	Largo externo (cm)	30.1	30.2	28.9
	Largo interno (cm)	29.9	29.8	28.6
	Ancho externo (cm)	20.2	18.5	21.2
	Ancho interno (cm)	19.9	18.2	20.9
	Perforaciones	140	160	160
Consumo de energía	Voltaje	127	127	120
	Frecuencia (Hz)	60	60	60
	Corriente (A)	5	7	6.6
	Potencia (W)	550	700	800

8.4. Carga.

Las cargas de instrumental odontológico fueron pesadas en una báscula EKS con capacidad máxima de 5.0 Kg.

8.5. Termografía.

Se grabó la temperatura del aire a intervalos de 3 minutos desde el arranque (a temperatura ambiente) hasta el enfriamiento, para ello se colocaron sensores térmicos (termopares tipo "K", Fluke Co. Everett, WA) en las charolas media (charola 1) e inferior (charola 2) del horno y conectadas a un termómetro digital Fluke modelo 54 -2, programado para grabar la temperatura cada 3 minutos. Las mediciones fueron descargadas del termómetro digital al CPU y tabuladas en hojas de Microsoft Excel.

Se corrieron los ciclos de esterilización por quintuplicado (15 ciclos en cada horno), cinco ciclos vacío, cinco ciclos con 1.0 Kg (Tabla 4), y cinco ciclos con 2.5 Kg (Tabla 5).

8.6. Análisis estadístico.

Los datos fueron sometidos al análisis de varianza múltiple, mediante la aplicación de pruebas para mediciones repetidas. Se utilizó el paquete estadístico JMP del instituto SAS (Carey, Carolina del Norte).

Tabla 4. Instrumental empleado para la carga de 1.0 Kg.

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Charola superior (izq. – der.) <ul style="list-style-type: none"> ✓ Elevador recto mediano. ✓ Elevador recto grande. ✓ Elevador de bandera. ✓ Elevador de bandera. ✓ Fórceps 69. ➤ Charola media (izq. – der.). <ul style="list-style-type: none"> ✓ Jeringa para anestesia (carpulle). ✓ Recortador de amalgama. ✓ Bruñidor en forma de huevo. ✓ 2 CK6. ✓ Recortador de gutapercha. ✓ Explorador de conductos. ✓ Porta amalgama doble. ✓ 3 Mortonson. ✓ 3 Wescot. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Charola inferior (izq. – der.) <ul style="list-style-type: none"> ✓ Espejo. ✓ Cucharilla. ✓ Explorador. ✓ Pinzas de curación. ✓ Espátula de curación. ✓ Condensador lateral MA57. ✓ Espátula de curación. ✓ Explorador. ✓ Condensador lateral D11T. ✓ Pinzas de curación. ✓ Explorador. ✓ Cucharilla. ✓ Espejo.
---	---

Tabla 5. Instrumental empleado para la carga de 2.5 Kg.

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Charola superior (izq.-der.) <ul style="list-style-type: none"> ✓ Elevador de bandera. ✓ Fórceps 210S. ✓ Fórceps 18R. ✓ Fórceps 222. ✓ Fórceps 69. ✓ Fórceps 23. ✓ Fórceps 23. ✓ Fórceps 151S. ✓ Elevador de bandera. ✓ Elevador recto M. ✓ Elevador recto G. ✓ Mango de bisturí. ✓ Aplicador de Dical. ➤ Charola media (izq.-der.) <ul style="list-style-type: none"> ✓ Tijeras para encía. ✓ Pinzas de mosco. ✓ Pinzas de mosco. ✓ Pinzas para sutura. (arriba-abajo) ✓ Porta-amalgamas doble. ✓ Porta-amalgamas doble. ✓ Espátula W-31. ✓ 4 espátulas para curación. ✓ Jeringa para anestesia. ✓ Porta grapas. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Charola inferior (izq.-der.) <ul style="list-style-type: none"> ✓ Espejo. ✓ Cucharilla. ✓ Explorador. ✓ Pinzas de curación. ✓ 3 CK6. ✓ Condensador lateral MA57. ✓ Explorador de conductos. ✓ 3 Wescot. ✓ Bruñidor de huevo. ✓ Pinzas de curación. ✓ Explorador. ✓ Cucharilla. ✓ Espejo. ✓ Mortonson. ✓ Explorador. ✓ Recortador de amalgama. ✓ Mortonson. ✓ Condensador lateral D11T. ✓ Recortador de gutapercha. ✓ Mortonson. ✓ Pinzas de curación. ✓ Cucharilla. ✓ Explorador. ✓ Espejo.
--	--

9. RESULTADOS.

9.1. Velocidad de arranque.

El arranque de cada horno es distinto con cada diferente carga (Tabla 9).

HORNO CAISA.

En los ciclos vacío alcanzó la temperatura programada (170°C) en 18 minutos. En las pruebas con 1.0 Kg el horno alcanzó la temperatura programada a los 27 minutos, aunque el cronómetro corrió a los 21 minutos, cuando la temperatura era 160°C. En las pruebas con 2.5 Kg el horno alcanzó la temperatura a los 36 minutos, y el cronómetro corrió al minuto 21 a 134°C.

HORNO LORMA.

En los ciclos vacío alcanzó la temperatura de esterilización al minuto 9. En las pruebas con 1.0 Kg alcanzó la temperatura e inició el cronómetro al minuto 33. En las pruebas con 2.5 Kg alcanzó la temperatura al minuto 41.

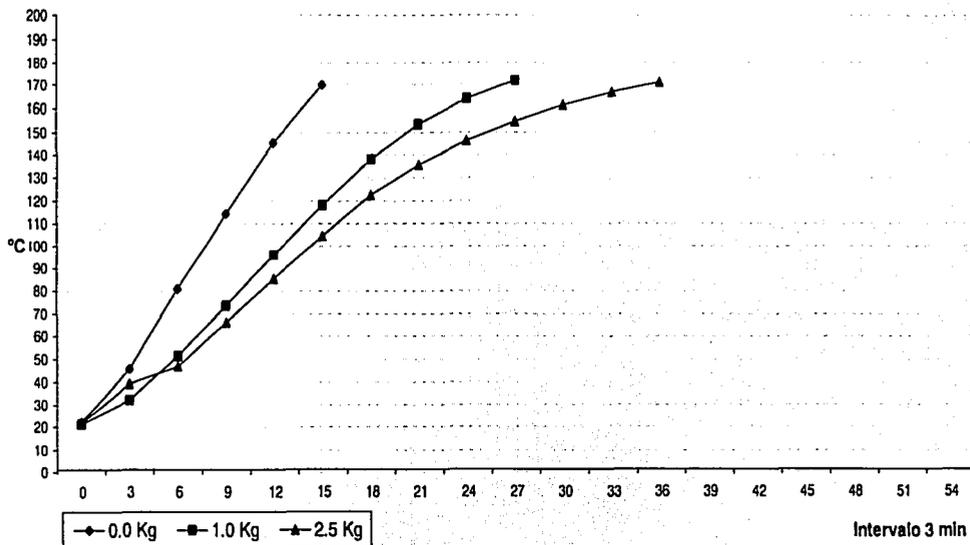
HORNO ZEYCO.

En las pruebas vacío superó la temperatura al minuto 9. Durante las pruebas con 1.0 Kg alcanzó la temperatura al minuto 9. En las pruebas con 2.5 Kg alcanzó la temperatura al minuto 18.

Tabla 6 y Gráfica 1. Arranque Caisa

Tempo (min.) Peso (Kg)	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36
0.0	22	45,96	80,82	114,3	145,42	169,6							
1.0	21,2	32,15	51,35	73,5	96,1	117,85	137,95	153,35	163,9	171,75			
2.5	21,92	39,34	46,84	66,26	85,52	104,54	122,46	135,58	146,12	154,52	161,18	166,66	170,92

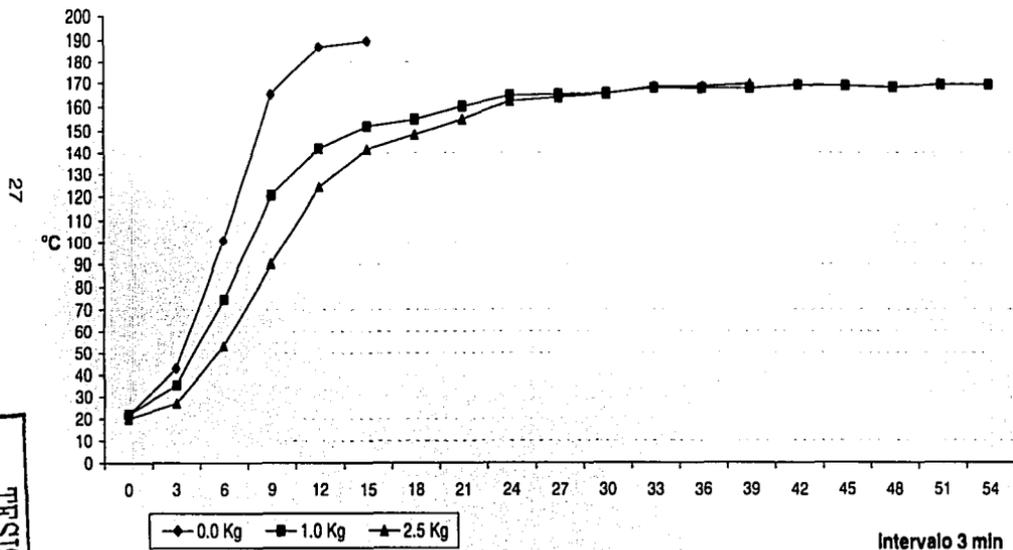
26



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 7 y Gráfica 2. Arranque Lorma

Tempo (min.) Peso (Kg)	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	
0.0	21,74	43,2	100,88	164,88	186,86	189,46														
1.0	22,24	35,4	74,32	120,52	141,84	151,6	154,64	159,88	164,32	165,04	165,48	167,82	167,58	167,54	168,98	168,68	168,26	169,22	169,38	
2.5	20	27,22	53,22	90,4	124,26	141,6	148,2	154,55	162,08	163,73	165,15	168,48	168,45	169,2						



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 8 y Gráfica 3. Arranque Zeyco

Peso (Kg) \ Tiempo (min.)	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27
0.0	22,34	85,56	163,18	182,1	174,56					
1.0	20,98	70,58	126,04	166,34	154,54	161,8	168,76	169,38	166,18	172
2.5	22,88	74,26	120,72	151,34	152,8	161,86	169,52	167,12	166,72	173,3

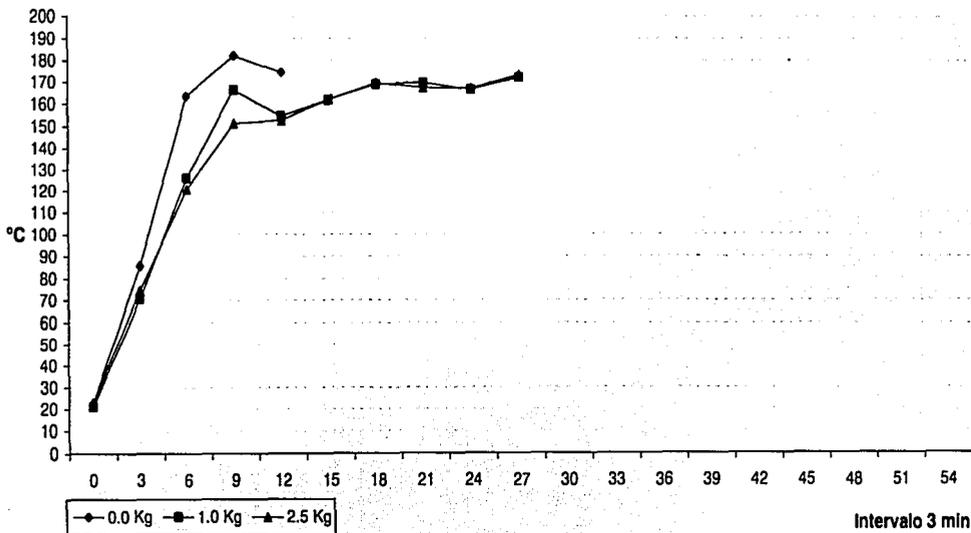


TABLA 9. Tiempo (minutos) que tarda cada horno en alcanzar la temperatura de esterilización.

Horno	0.0 Kg	1.0 Kg	2.5 Kg
Caisa	18	27	36*
Lorma	9	33	42
Zeyco	9	21	18

* En esta carga el horno Caisa alcanza los 170°C hasta después de iniciado el cronómetro del ciclo a 130°C.

9.2. Estabilidad.

La estabilidad se refiere a la menor variación de la temperatura dentro de la cámara de esterilización una vez alcanzados los 170°C durante el tiempo que debe durar la esterilización. En la tabla 10 se puede observar el tiempo que duraron los hornos arriba o alrededor de 170°C.

Durante las pruebas vacío alcanzó la temperatura de esterilización al minuto 18 de iniciado el calentamiento, la temperatura continuó ascendiendo hasta 187°C al minuto 42, después desciende paulatinamente hasta el minuto 71 (184°C), y al minuto 74 inicia el enfriamiento.

Con 1.0 Kg después de alcanzar la temperatura de esterilización al minuto 27, continúa ascendiendo la temperatura hasta 192.4°C al minuto 66, después la temperatura desciende paulatinamente y al minuto 78 a 190°C comenzó el enfriamiento.

Con 2.5 Kg el horno alcanzó la temperatura de esterilización al minuto 36, después de que alcanzó la temperatura de esterilización continúa ascendiendo hasta 187°C al minuto 75, al minuto 87 con 173°C inicial el enfriamiento.

El horno Lorma vacío alcanzó la temperatura de esterilización al minuto 9, al minuto 15 registró 189°C, la más alta registrada durante la esterilización, después la temperatura disminuye para mantenerse alrededor de los 170°C hasta el minuto 84 (170°C) y comienza el enfriamiento. Con 1.0 Kg al minuto 33 registró una temperatura de 167.82°C e inició el cronómetro, al minuto 60 registró 167.7°C, iniciando al minuto 63 (163.7°C) el enfriamiento. Con 2.5 Kg alcanzó la temperatura al minuto 42, el cronómetro comenzó a correr al minuto 33 con 168°C, una vez con la temperatura de esterilización (minuto 42) la temperatura se mantiene con pocas variaciones, registró una temperatura máxima de 174°C y una mínima de 170°C. Al minuto 99 comenzó el enfriamiento.

El horno Zeyco vacío alcanzó la temperatura de esterilización al minuto 9 (182°C), se enfrió hasta 169°C al minuto 15, al minuto 63 con 169°C comenzó el enfriamiento. En las pruebas con 1.0 Kg el cronómetro corrió al minuto 9 (166°C), al minuto 66 (160°C) comenzó el enfriamiento. Con 2.5 Kg el cronómetro inició al minuto 9 con 152°C, la temperatura continuó ascendiendo hasta 169°C al minuto 18, al minuto 63 con 170°C comenzó el enfriamiento.

Tabla 10. Tiempo (minutos) que duró cada horno alrededor o por arriba de 170°C.

HORNO	0.0 Kg	1.0 Kg	2.5 Kg
CAISA	60	54	51
LORMA	81	72	72
ZEYCO	60	60	54

9.3. Estratificación.

En el horno Caisa durante los ciclos vacío las variaciones fueron de 6°C, la charola media fue la más caliente.

Durante los ciclos con 1.0 Kg al iniciar el calentamiento se observaron diferencias de hasta 16°C, pero durante la esterilización las diferencias fueron de 8°C, la charola media fue la más caliente.

En los ciclos con 2.5 Kg la diferencia de la temperatura entre las charolas fue de 2°C.

En el horno Lorma con los ciclos vacío durante el calentamiento presentó diferencias de hasta 10°C, en la esterilización la diferencia de temperaturas se fue de 2°C.

Durante las pruebas con 1.0 Kg en el calentamiento la charola inferior se mantuvo más caliente 15°C, pero una vez iniciada la esterilización la diferencia disminuyó a 6°C. Durante la esterilización la charola media registró la mayor temperatura.

En las pruebas con 2.5 Kg la diferencia de temperatura en el calentamiento fue de hasta 11°C siendo más caliente la charola inferior, al alcanzar la temperatura de esterilización fue de 7°C, la charola media fue la más caliente.

En el horno Zeyco durante los ciclos vacío en el calentamiento la diferencia fue de 11°C, y en la esterilización de 13°C, registrando la mayor temperatura en la charola media.

Con 1.0 Kg la diferencia de temperatura entre las dos charolas durante la esterilización fue de 7°C, la charola media fue la más caliente.

En las pruebas con 2.5 Kg la diferencia de temperatura fue de 8°C durante el calentamiento y en la esterilización la diferencia fue de hasta 8°C, la charola media se mantuvo más caliente.

10. DISCUSIÓN.

10.1. Velocidad de arranque.

Es importante conocer el tiempo en que los hornos alcanzan la temperatura de esterilización desde la temperatura ambiente, ya que este tiempo deberá ser sumado a los 60 minutos que tarda la esterilización a 170°C o a los 120 minutos que tarda a 160°C en los hornos de calor seco, aumentando así el tiempo del proceso de esterilización (gráficas 13-15).

En las tablas 6, 7 y 8 y en las gráficas 1, 2 y 3 se pueden observar los tiempos que tardó cada horno en alcanzar la temperatura de esterilización y como fue aumentando con cada carga.

El horno Zeyco mostró las menores variaciones en el arranque en las pruebas realizadas, lo cual se puede traducir en menor tiempo de procesamiento del instrumental.

El horno Caisa en las pruebas realizadas con 1.0 y 2.5 Kg el cronómetro corrió a los 21 minutos, a pesar de que en ese momento no se había alcanzado la temperatura programada para la esterilización.

10.2. Estabilidad.

El comportamiento del horno del horno Caisa en las tres condiciones es similar (gráficas 4, 5 y 6), pero al aumentar la carga tarda más en alcanzar la temperatura de esterilización. Aunque las gráficas muestran pocas variaciones durante la esterilización, la temperatura registrada al comenzar a correr el cronómetro en las pruebas con 1.0 y 2.5 Kg es inferior a 170°C.

El horno Lorma presentó más variaciones de temperatura vacío que en las pruebas con 1.0 o 2.5 Kg (gráficas 7, 8 y 9), registrando al iniciar el ciclo un aumento de temperatura hasta de 20°C arriba de la temperatura programada, y en las pruebas realizadas con 1.0 y con 2.5 Kg se registran variaciones de más/menos 4°C.

El horno Zeyco vacío también inició con un aumento de temperatura 15°C por arriba de la temperatura programada, pero después disminuyó para mantenerse alrededor de los 170°C. En las pruebas con 1.0 y 2.5 Kg las variaciones fueron de más/menos 5°C (gráficas 10, 11 y 12).

El comportamiento de los hornos Lorma y Zeyco durante la esterilización no fue afectado tan notoriamente como el horno Caisa por la carga (1.0 y 2.5 Kg), alcanzando siempre la temperatura de esterilización antes de que corra el cronómetro.

10.3. Estratificación.

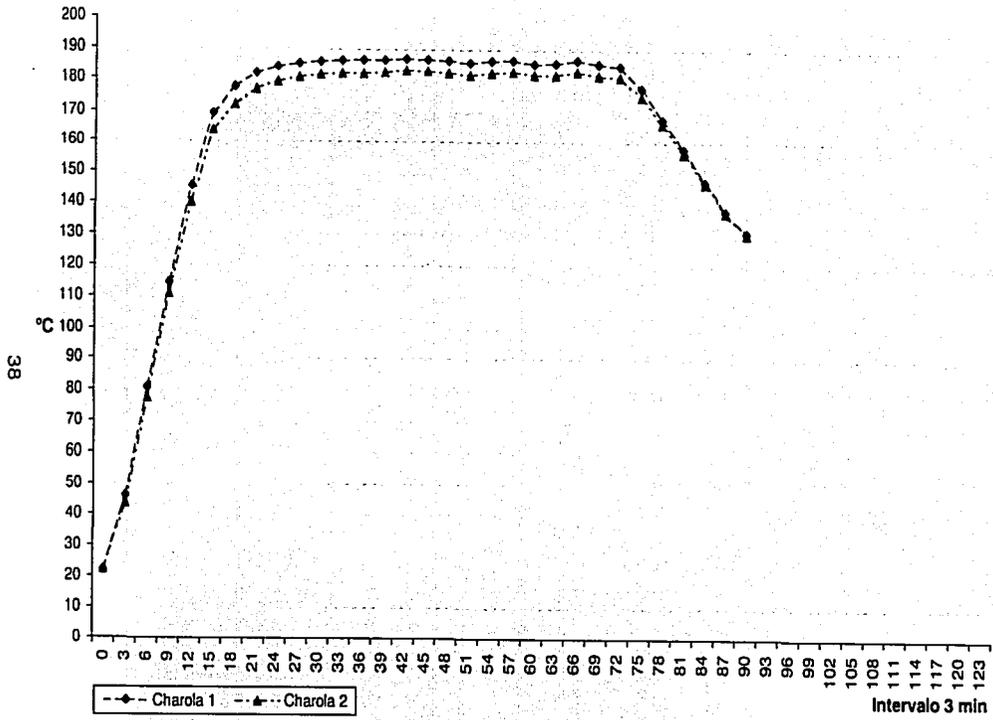
Se refiere a la diferencia de la temperatura entre los diferentes niveles del interior de la cabina, esta puede ser influenciada por la carga haciéndola mayor o menor y así comprometer la esterilidad del instrumental, a pesar de ser procesados en el mismo horno y el mismo ciclo.

El horno Caisa mostró la menor estratificación entre sus dos charolas inferiores en las pruebas con 1.0 y 2.5 Kg, siendo este el horno que mantiene la temperatura más uniforme en la totalidad de la cabina, cabe mencionar que mantiene el calentamiento constante.

El horno Lorma en las pruebas con 1.0 y 2.5 Kg la estratificación de las charolas inferiores fue de 5°C.

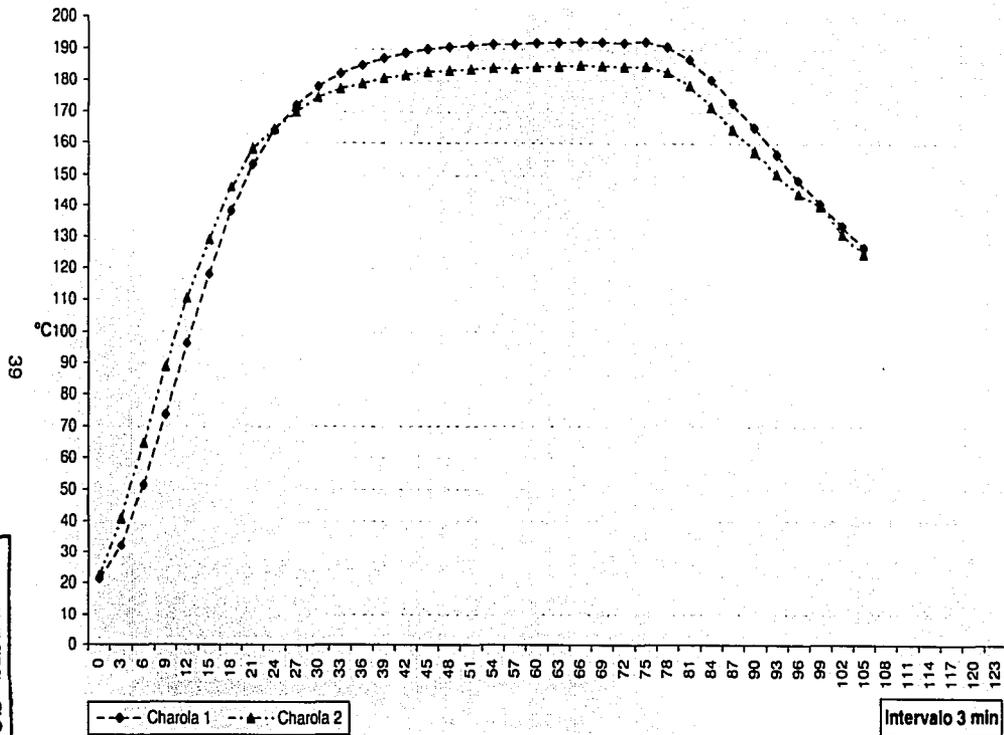
El horno Zeyco vacío registró estratificación de 10 a 13°C y en las pruebas con 1.0 y 2.5 Kg la estratificación fue de 6°C.

Gráfica 4. Ciclo completo horno Caisa 0.0 Kg.



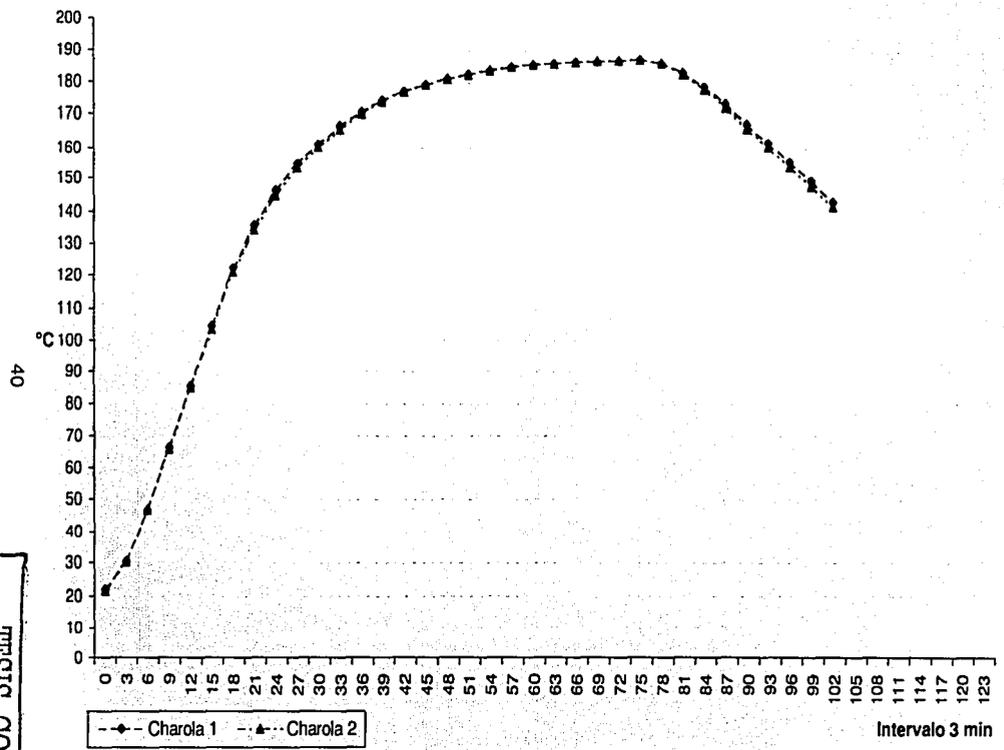
TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

Gráfica 5. Ciclo completo horno Caisa 1.0 Kg.

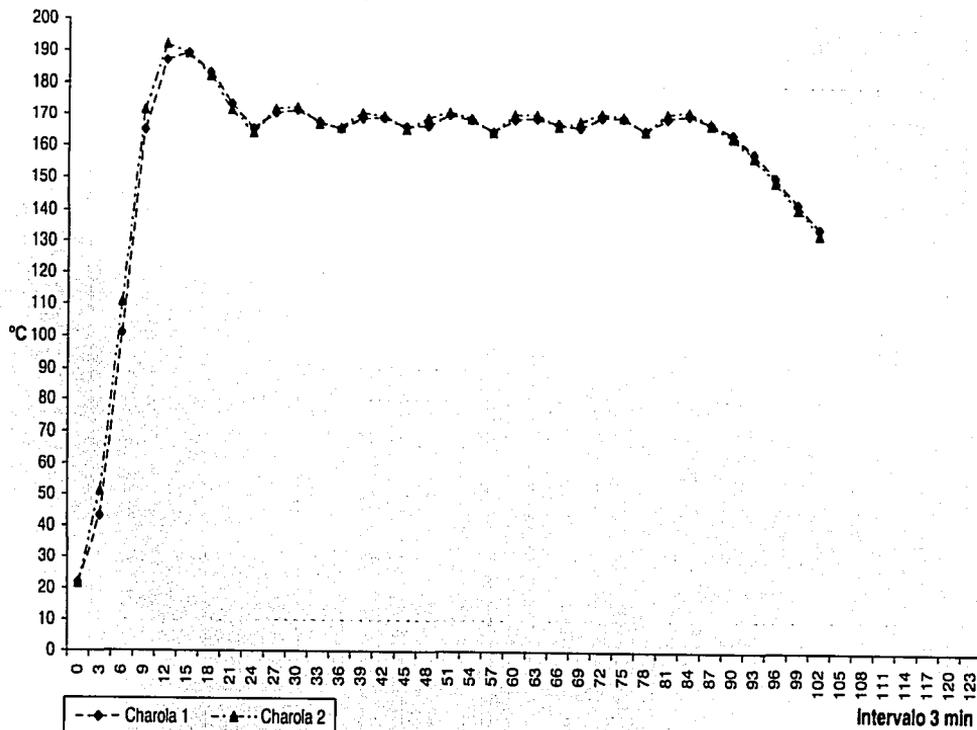


TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Gráfica 6. Ciclo completo horno Caisa 2.5 Kg.



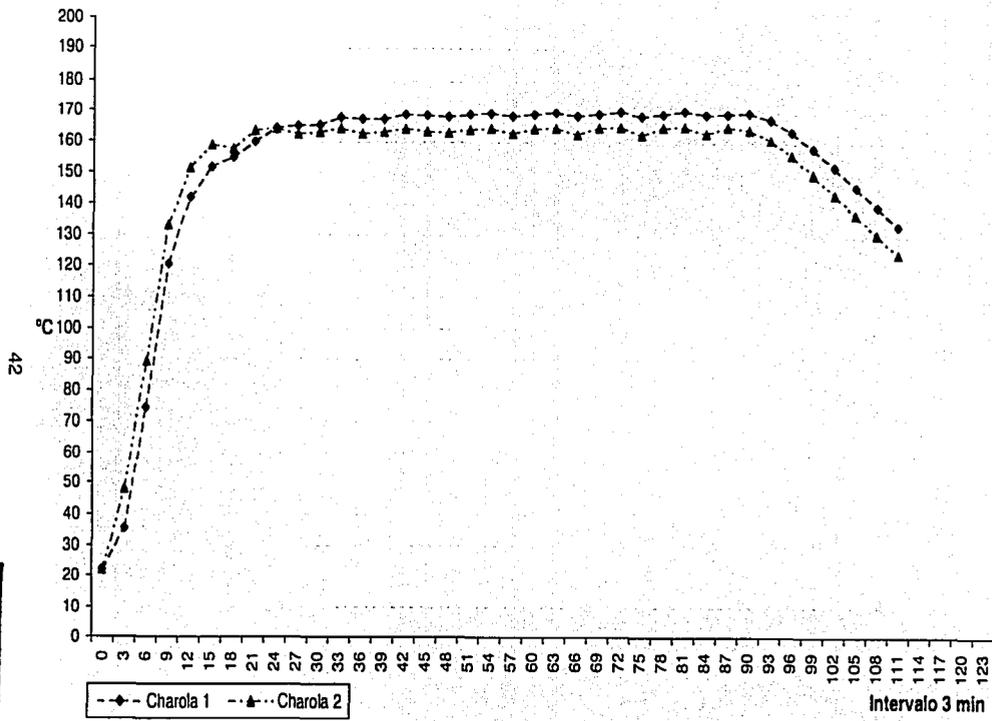
Gráfica 7. Ciclo completo horno Lorma 0.0 Kg.



41

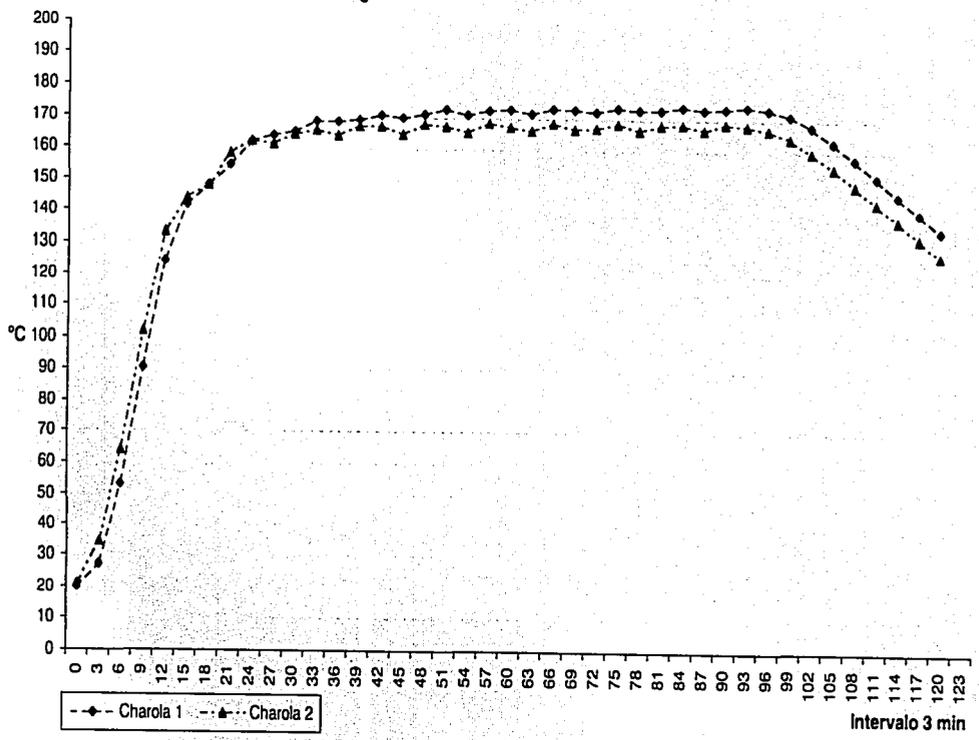
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Gráfica 8. Ciclo completo horno Lorma 1.0 Kg.



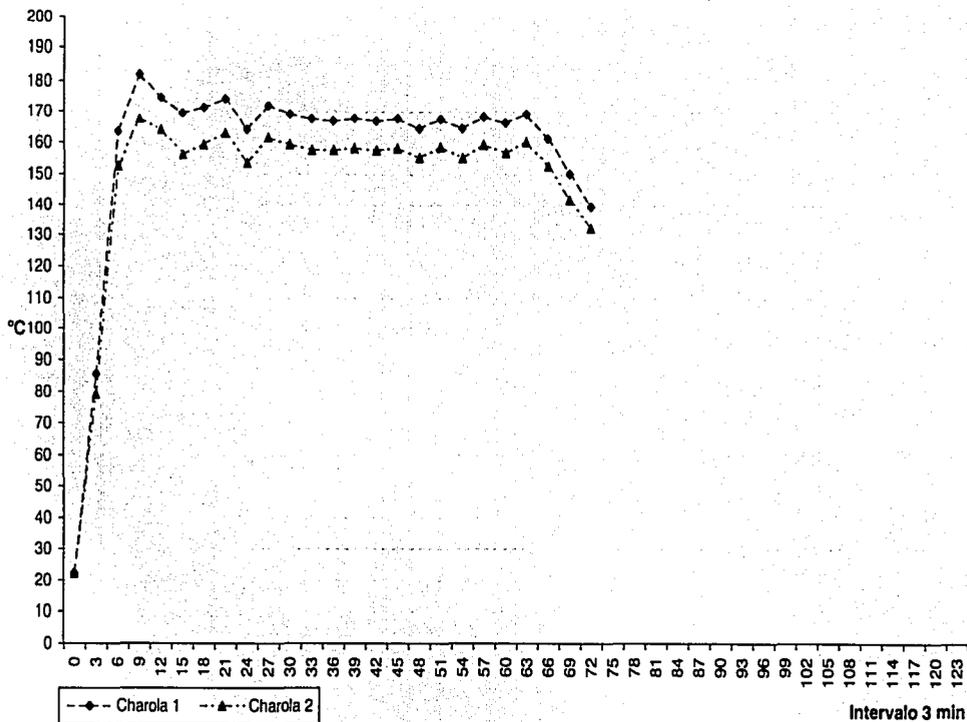
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Gráfica 9. Ciclo completo horno Lorma 2.5 Kg.

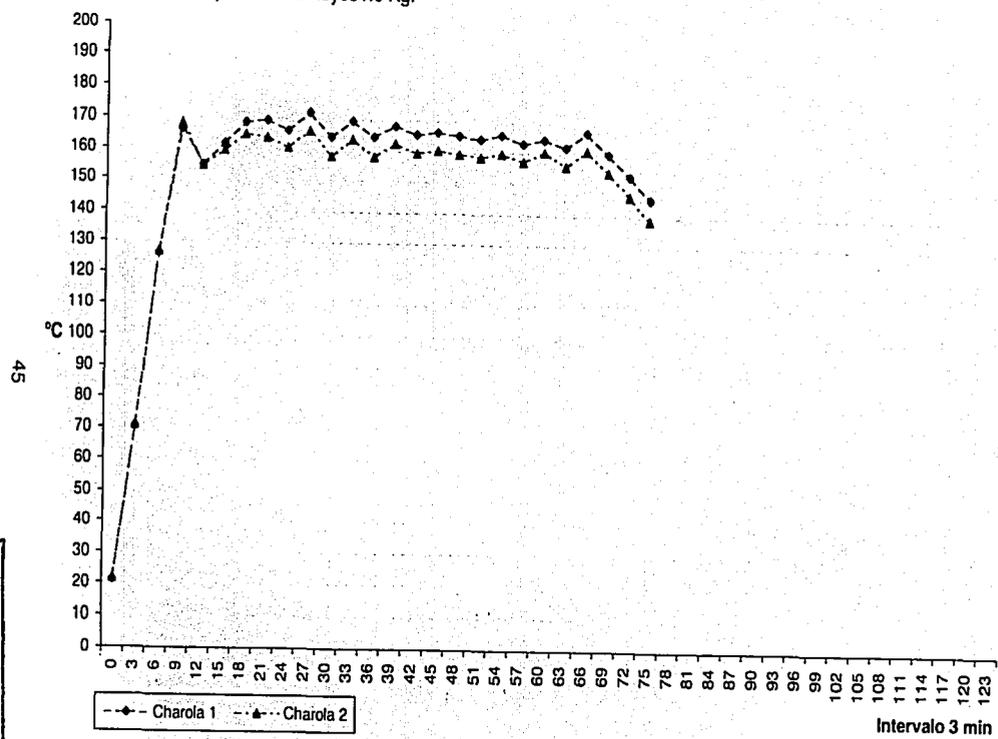


Intervalo 3 min

Gráfica 10. Ciclo completo horno Zeyco 0.0 Kg.



Gráfica 11. Ciclo completo horno Zeyco 1.0 Kg.

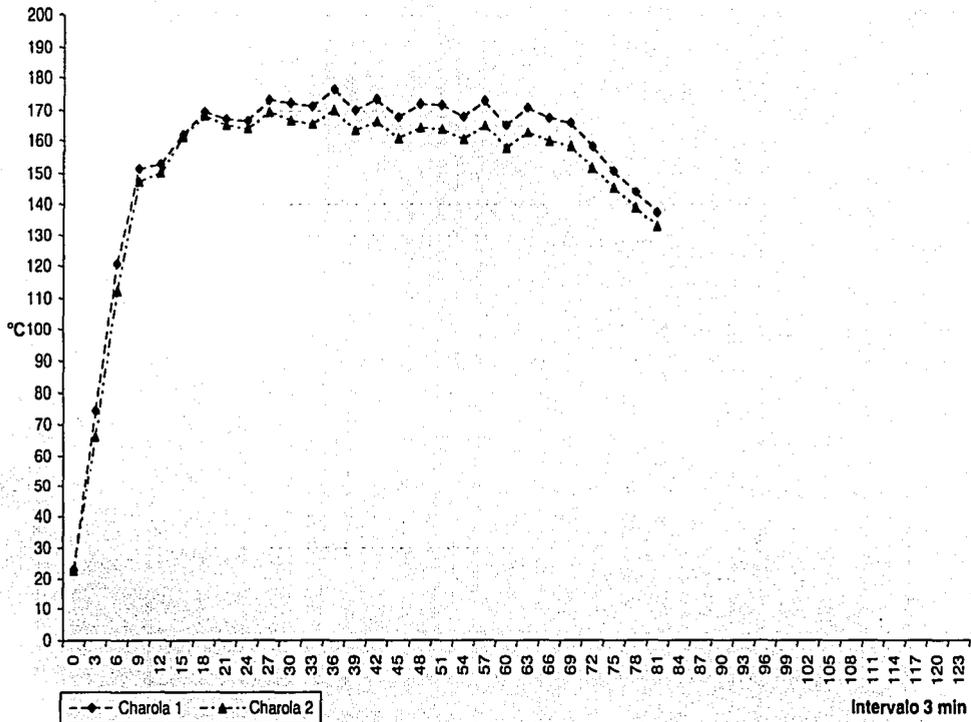


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

45

Intervalo 3 min

Gráfica 12. Ciclo completo horno Zeyco 2.5 Kg.



11. CONCLUSIONES.

11.1. Velocidad de arranque.

La velocidad de arranque es una parte importante en el tiempo total del proceso de esterilización usando un horno de calor seco, e indudablemente mientras más rápido un horno de calor seco alcance la temperatura de esterilización, menor será el tiempo que dure el proceso del instrumental. Para esto podemos recomendar sistemas de calentamiento de mayor potencia (tiempo que tarda en ir de temperatura ambiente a 170°C).

11.2. Estabilidad.

La estabilidad es una de las partes más importantes en la esterilización, ya que esta puede ser crucial, si encontramos hornos que presenten variaciones de temperatura muy amplias durante la esterilización, esta podría estar comprometida, e incluso no realizarse. Podemos recomendar controles electrónicos, que permiten la menor variación posible sin llevar la temperatura más allá de la temperatura recomendada para la esterilización.

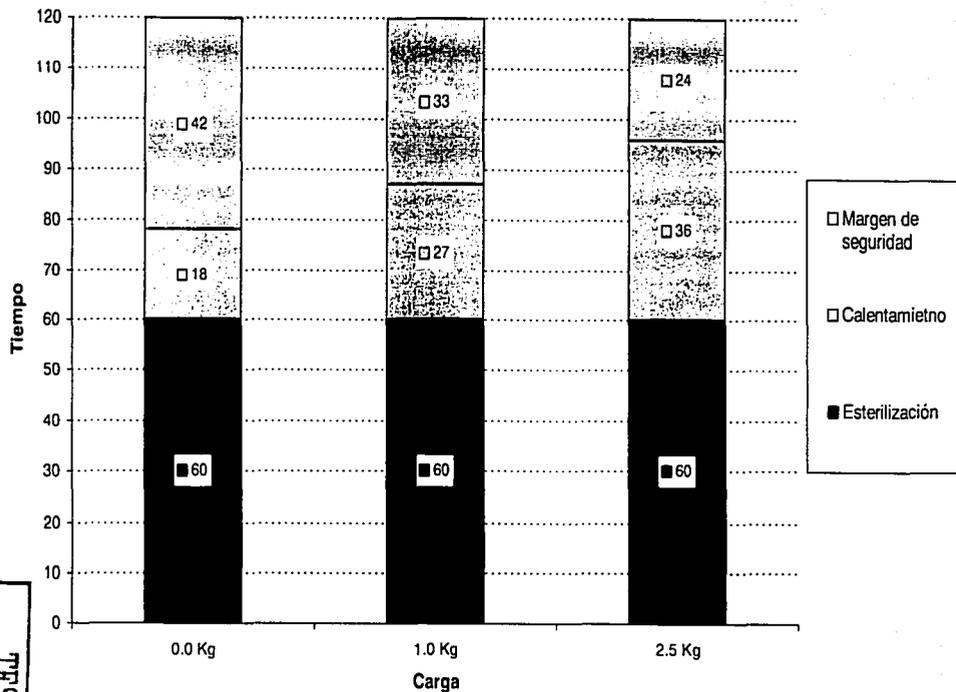
Uno de los hornos mostró que durante todo el tiempo está aumentando la temperatura y puede llevar la temperatura de la cámara más allá de 200°C, habiéndose programado solamente 170°C, este efecto dio como resultado una aparente estabilidad en la temperatura.

11.3. Estratificación.

Definitivamente que mientras la diferencia de temperatura entre las charolas del horno sea menor, más seguros podremos estar de que la esterilización se está realizando con el mayor éxito, pero el funcionamiento de un horno de calor seco es la convección, y esta hace que la temperatura se estratifique en algún grado dentro de la cámara de esterilización.

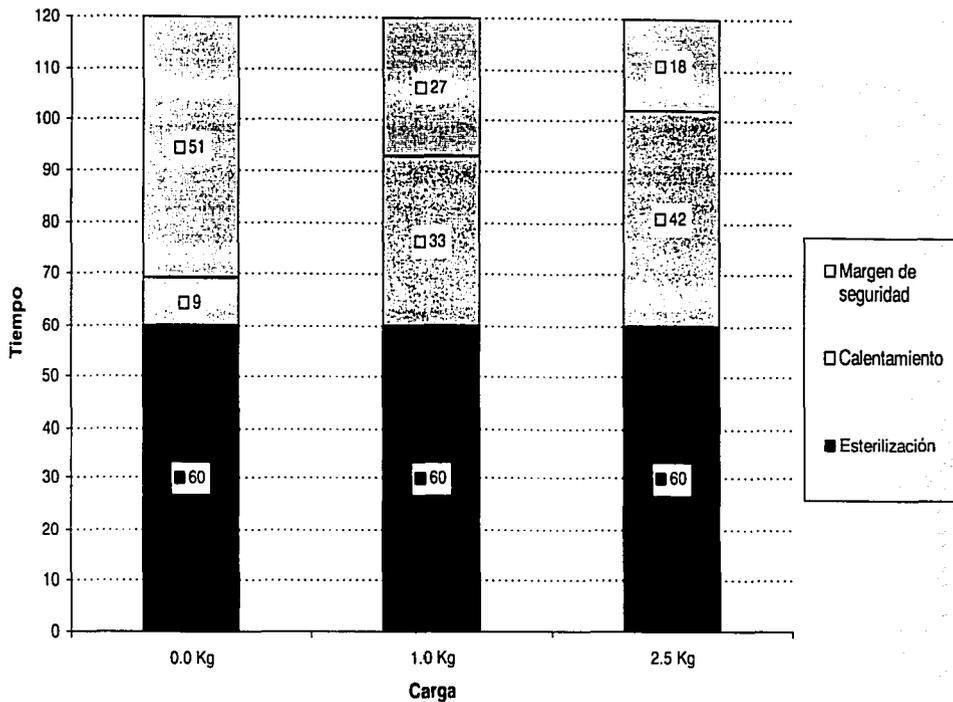
Las graficas 13 a 15 muestran el tiempo de esterilización (60 min.) más 60 minutos de calentamiento, para estabilizar la temperatura a 170°C. Las barras muestran también el margen de seguridad con las diferentes cargas, y se puede observar que a mayor carga menor margen de seguridad.

Gráfica 13. Tiempo total de procesamiento horno Caisa.



TESIS por
FALLA DE CARGEN

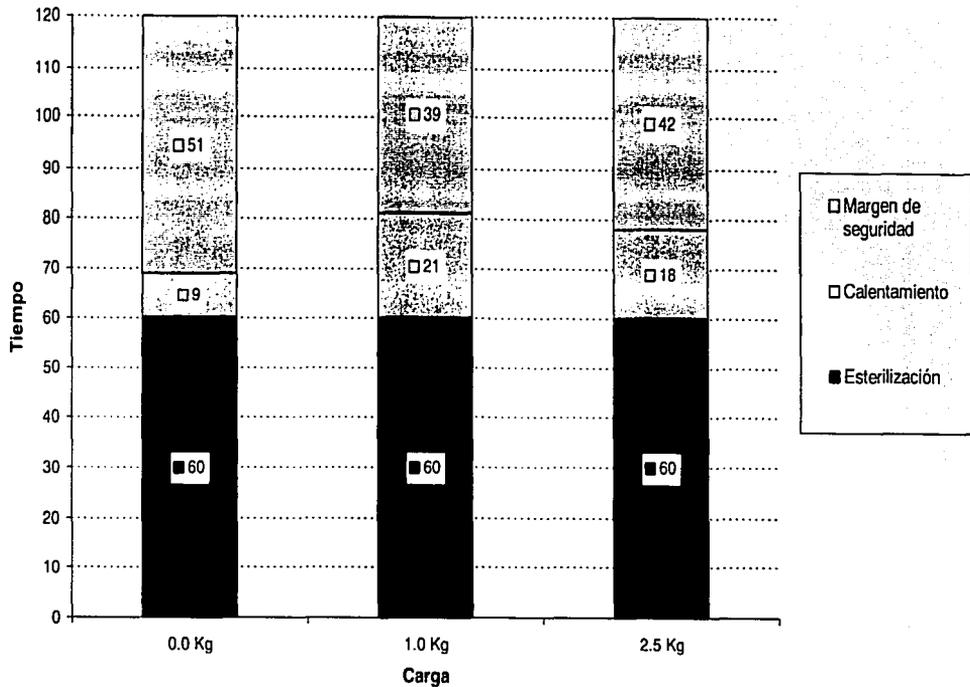
Grafica 14. Tiempo total de procesamiento horno Lorma.



50

TESIS CON
FALTA DE CUBIEN

Grafica 15. Tiempo total de procesamiento horno Zeyco.



12. RECOMENDACIONES.

Después de haber realizado este estudio podemos recomendar a los fabricantes de hornos de calor seco:

- ✓ Incluir un manual en los equipos.
- ✓ Programar ciclos de esterilización para que el usuario no los modifique y así no ponga el riesgo el éxito del procedimiento.
- ✓ Mencionar los riesgos de modificar los ciclos de esterilización de manera arbitraria.
- ✓ Añadir a los equipos termómetro externo, para que el usuario verifique la temperatura en el interior del horno.
- ✓ Controles que permitan una mejor programación del equipo.
- ✓ Que los modelos tengan un diseño que disminuya la estratificación.
- ✓ Un mejor sellado de los equipos para ayudar a la menor estratificación.

Al Cirujano Dentista, reiterando que el calor seco es un método eficiente para la esterilización, le podemos recomendar:

- ✓ Que el tamaño de las cargas del horno de calor seco no sean mayores a 1.0 Kg para optimizar el uso del equipo y minimizar el tiempo de procesado.
- ✓ Que distribuya la carga dentro del horno de manera uniforme, evitando la obstrucción de las perforaciones de las charolas.
- ✓ El uso de pruebas biológicas para verificar el correcto funcionamiento del equipo de esterilización.

13. REFERENCIAS

1. Maupomé G., Acosta E., Borges A., Díez de Bonilla F. Infection Control Knowledge and Perceptions Among Dental Practitioners in Mexico City. *Am J Infect Control* 28(1):21-24, 2000.
2. Irigoyen M., Zepeda M., López-Cámara V. Factors associated with Mexico city dentists willingness to treat AIDS/HIV-positive patients. *Oral Surg Med Pathol Oral Radiol Endod* 86:169-74, 1998.
3. Loyola J. P, Patiño N, Solórzano J. A, Santos M. A. Verificación del funcionamiento de esterilizadores para uso odontológico en San Luis Potosí, México. *Revista ADM*; LV 6:177-282, 1998.
4. Molinari J. Rosen S. Runnells R. Heat Sterilization and Monitoring. *Practical Infection Control in Dentistry*. Ed. Williams and Wilkins. Pp 149-160, 1996 .
5. Miller C. H. Update on Heat Sterilization and Desinfection: Basics of microbial killing for infection control. *JADA*, vol. 124, january 1993.
6. Norma Oficial Mexicana NOM-013-SSA2-1994 "Para la Prevención y Control de Enfermedades Bucales", Secretaría de Salud. *Diario Oficial de la Federación*. Enero 21 1999.
7. United States Pharmacopeia Rockville, Maryland. United States Pharmacopeial Convention, Inc. 1995.
8. American Dental Association. *Dental Therapeutics*, 40th ed. Chicago, 1984.

9. Acosta E. y Aguirre A. Esterilización mediante calor seco. *Revista Práctica Odontológica* 16(7):10-14, 1995.
10. Molinari J., Rosen S., Runnells R. Heat Sterilization and Monitoring. *Practical Infection Control in Dentistry*. Ed. Williams and Wilkins. Pp. 149-160, 1996.