



6
2 ej.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

**“DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA DESINFESTADORA DE SUELO POR
MEDIO DE MICROONDAS, PARA USO EN VIVEROS E INVERNADEROS”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A N
PEDRO NARCISO AVILA PEREZ
GENARO ESCAMILLA BELTRAN

DIRECTOR DE TESIS
ING. GREGORIO ARELLANO OSTOA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

1980

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 está 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.

I N D I C E

	PÁG.
INDICE DE LÁMINAS.	iv
INDICE DE CUADROS.	v
INDICE DE FIGURAS.	vi
INTRODUCCIÓN.	1
ANTECEDENTES.	5
1. REVISIÓN DE LITERATURA.	7
1.1 DESINFESTACIÓN.	7
1.1.2 GENERALIDADES.	7
1.1.3 DESINFESTACIÓN BIOLÓGICA.	8
1.1.3.1 AMENSALISMO.	9
1.1.3.2 COMPETENCIA.	9
1.1.3.3 PREDACIÓN.	10
1.1.4 DESINFESTACIÓN QUÍMICA.	10
1.1.4.1 FUMIGANTES.	11
1.1.4.2 NO FUMIGANTES.	13
1.1.5 DESINFESTACIÓN FÍSICA.	14
1.1.5.1 DESINFESTACIÓN CON VAPOR.	15
1.1.5.2 DESINFESTACIÓN CON ELECTRICIDAD.	16
1.1.5.3 DESINFESTACIÓN CON AGUA CALIENTE.	18
1.1.5.4 DESINFESTACIÓN POR INUNDACIÓN.	18
1.1.5.5 DESINFESTACIÓN CON CALOR ENDÓGENO.	19
1.1.5.6 DESINFESTACIÓN CON CALOR SECO.	19
1.2 MICROONDAS.	20
1.2.1 CARACTERÍSTICAS.	20
1.2.2 GENERADOR DE MICROONDAS.	23
1.2.3 APLICACIÓN DE LAS MICROONDAS.	26
1.2.4 HORNO DE MICROONDAS.	28
1.2.4.1 COMPONENTES DEL HORNO DE MICROONDAS.	29
1.2.4.1.1 MAGNETRÓN.	29
1.2.4.1.2 TRANSFORMADOR.	30
1.2.4.1.3 VENTILADOR.	30
1.2.4.1.4 CIRCUITO DE CONTROL.	30

	PÁG.
1.2.4.1.5 COMPONENTES DE TRANSMISIÓN DE LA ENERGÍA DE MICROONDAS.	31
1.2.4.1.6 COMPONENTES DEL COMPARTIMIENTO.	33
2. CONCLUSIONES DE LA REVISIÓN DE LITERATURA.	35
3. INGENIERÍA DEL PROYECTO.	37
3.1 INGENIERÍA BÁSICA.	37
3.1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.	37
3.1.2 RECURSOS.	38
3.1.2.1 RECURSOS HUMANOS.	38
3.1.3 GENERALIDADES TÉCNICAS.	38
3.1.3.1 LOS HORNOS.	39
3.1.3.1.1 COMPONENTES ELEMENTALES DEL HORNO	39
3.1.3.2 FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL - DISEÑO DE UN HORNO.	42
3.1.3.3 FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL - DISEÑO DE UN HORNO DE MICROONDAS	43
3.1.4 TOMA DE DECISIONES.	44
3.1.5 DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES Y SU FUNCIONAMIENTO.	48
3.2 INGENIERÍA DE DETALLE.	55
3.2.1 CUBIERTA EMISORA.	55
3.2.1.1 SOPORTE.	55
3.2.1.2 GUÍA DE ONDAS.	55
3.2.1.3 GUÍA DE AIRE.	58
3.2.1.4 TAPA.	58
3.2.1.5 DISPERSOR DE ONDAS.	58
3.2.1.6 TAPA PROTECTORA DEL EQUIPO ELÉCTRICO.	64
3.2.1.7 SELLO METÁLICO.	66
3.2.1.8 CIRCUITO ELÉCTRICO.	69
3.2.2 CAJA DEL TRANSFORMADOR.	69
3.2.3 CÁMARA DE PROCESO.	69
4. PRESUPUESTO.	75
4.1 MATERIALES.	75

	PÁG.
4.2 MANO DE OBRA.	78
4.3 COSTO MAQUILA.	78
4.4 COSTO TOTAL.	78
5. CONSTRUCCIÓN.	80
5.1 TALLER.	80
5.2 HERRAMIENTAS UTILIZADAS.	80
5.3 SUSTITUCIÓN DE MATERIALES.	81
5.4 ARMADO.	82
5.5 COSTO DE CONSTRUCCIÓN.	82
5.6 PRODUCTO TERMINADO.	86
5.6.1 ESPECIFICACIONES.	86
6. CONCLUSIONES.	89
7. RECOMENDACIONES.	92
8. APÉNDICE.	94
8.1 EJEMPLOS DE COMPETENCIA Y PREDACIÓN DE PATÓGENOS.	95
8.1.1 EJEMPLOS DE COMPETENCIA EXITOSA CONTRA PATÓGENOS DEL SUELO.	95
8.1.2 EJEMPLOS DE PREDACIÓN DE PATÓGENOS DEL SUELO POR MICROORGANISMOS.	96
8.2 EFICIENCIA DE UN HORNO DE MICROONDAS CON RESPECTO AL VOLUMEN DE LA CAVIDAD.	97
8.3 PRUEBAS DE CALENTAMIENTO EN MUESTRAS DE SUELO.	100
8.4 MEMORIA DE CÁLCULO.	104
8.4.1 POTENCIA.	104
8.4.2 VOLUMEN.	105
8.4.3 RESISTENCIA DE LOS MATERIALES.	108
8.5 INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN.	103
9. LITERATURA CITADA.	116

INDICE DE LAMINAS

	PÁG.
LÁM. 1 PARTES DEL MAGNETRÓN	24
LÁM. 2 GEOMETRÍA DE LOS CAMPOS ESTÁTICOS QUE ACTÚAN DENTRO DEL MAGNETRÓN.	25
LÁM. 3 UN HORNO TÍPICO DE COMBUSTIÓN.	40
LÁM. 4 DESINFESTADORA CON SUS TRES COMPONENTES BÁ- SICOS.	47
LÁM. 5 VISTA EN CORTE DE CUBIERTA EMISORA.	50
LÁM. 6 SISTEMA DE EMISIÓN Y DISPERSIÓN DE LAS MICRO ONDAS.	51
LÁM. 7 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.	52
LÁM. 8 SISTEMA DE SEGURIDAD.	54
LÁM. 9 CÁMARA DE PROCESO.	56
LÁM. 10 VISTA SUPERIOR Y LATERALES DEL SOPORTE.	57
LÁM. 11 VISTA INFERIOR E IZOMÉTRICO DE LA GUÍA DE -- ONDAS.	59
LÁM. 12 PARTE "A" DE LA GUÍA DE AIRE.	60
LÁM. 13 PARTE "B" DE LA GUÍA DE AIRE.	61
LÁM. 14 VISTA SUPERIOR E IZOMÉTRICO DE LA UNIÓN DE- LAS PARTES "A" Y "B" DE LA GUÍA DE AIRE.	62
LÁM. 15 VISTA SUPERIOR Y CORTE TRANSVERSAL DE LA TA- PA DE LA CUBIERTA EMISORA.	63
LÁM. 16 TAPA PROTECTORA DE EQUIPO ELÉCTRICO.	65
LÁM. 17 DIAGRAMA DEL CIRCUITO ELÉCTRICO.	67
LÁM. 18 CAJA DEL TRANSFORMADOR.	70
LÁM. 19 CAJA DEL TRANSFORMADOR (ARMADO).	71
LÁM. 20 DIMENSIONES Y MATERIALES DE LA CÁMARA DE -- PROCESO.	73
LÁM. 21 DOBLADO DE LA LÁMINA Y ROLADO PARA ARMAR EL ARO.	74
LÁM. 22 ESQUEMA DEL CILINDRO (TAMBO) DE 100 LTS. - UTILIZADO PARA LA FABRICACIÓN DE LA CUBIERTA EMISORA.	83
LÁM. 23 ESQUEMA DEL ARMADO DE LA DESINFESTADORA.	84
LÁM. 24 ESQUEMA DE LA DESINFESTADORA DE SUELO TERMI- NADA.	88
LÁM. 25 TODAS LAS FORMAS DE DESINFESTACIÓN DEL SUELO INCLUYENDO EL NUEVO MÉTODO.	90

INDICE DE CUADROS

	PÁg.
CUADRO 1. COMPONENTES DEL CIRCUITO ELÉCTRICO.	68
CUADRO 2. MATERIALES DE IMPORTACIÓN.	76
CUADRO 3. MATERIALES DE FABRICACIÓN NACIONAL.	77
CUADRO 4. COSTO TOTAL.	79
CUADRO 5. COSTO DE CONSTRUCCIÓN.	

CUADROS DEL APENDICE

CUADRO A. EJEMPLOS DE COMPETENCIA EXITOSA CONTRA PATÓGENOS DEL SUELO.	94
CUADRO B. EJEMPLOS DE PREDACIÓN DE PATÓGENOS DEL SUELO POR MICROORGANISMOS.	95
CUADRO C. RESULTADOS EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA DE 125 ML. DE AGUA.	97
CUADRO D. RESULTADOS EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA DE 1000 ML. DE AGUA.	97
CUADRO E. RESULTADOS OBTENIDOS EN EL INCREMENTO DE LA TEMPERATURA DE 3 TIPOS DE SUELO CON 3 PERÍODOS DE EXPOSICIÓN.	100
CUADRO F. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE CALENTAMIENTO EN ESTUFA.	101
CUADRO G. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE CALENTAMIENTO EN LA DESINFESTADORA DE MICROONDAS.	101
CUADRO H. CONDICIÓN DE EXTREMOS CON SUS RESPECTIVOS VALORES DE "K".	108
CUADRO I. ESFUERZO DE LAS UNIONES Y OTRAS PIEZAS UTILIZADAS EN EL ARMADO DE LA CUBIERTA EMISORA.	111

INDICE DE FIGURAS

	PÁG.
FIG. 1 TEMPERATURAS DEL SUELO NECESARIAS PARA MATAR SEMILLAS, INSECTOS Y DIVERSOS ORGANISMOS PATÓGENOS DE LAS PLANTAS.	17
FIG. 2 ESPECTRO DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS. . .	21

INTRODUCCION

LOS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN SON LOS INSTRUMENTOS CLAVE DEL DESARROLLO, Y TANTO EN NUESTRO PAÍS COMO EN TODOS LOS LLAMADOS SUBDESARROLLADOS O DEL TERCER MUNDO, SE CARECE - DE UN PLAN CONCRETO Y CONSECUENTE PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA Y, CONSIDERANDO TAMBIÉN QUE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO DEBE ESTAR VINCULADA CON LA PROBLEMÁTICA DEL PAÍS, CREEMOS QUE ES IMPORTANTE COLABORAR EN ESTE SENTIDO CON UN PROYECTO TÉCNICAMENTE BIEN FUNDAMENTADO Y ECONÓMICAMENTE VIABLE.

SABEMOS ADEMÁS QUE, DEBIDO A LA DIFÍCIL SITUACIÓN ECONÓMICA QUE IMPERA ACTUALMENTE EN EL PAÍS, NUESTRA UNIVERSIDAD CARECE DE MUCHOS MATERIALES Y EQUIPO NECESARIOS PARA LAS LABORES DOCENTES Y DE INVESTIGACIÓN, POR LO QUE HEMOS EMPRENDIDO LA TAREA DE PROYECTAR EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO DE DESINFESTACIÓN DEL SUELO PARA SER UTILIZADO EN EL INVERNADERO DE ESTA ESCUELA, INCLUYENDO EN EL PROYECTO LOS CRITERIOS DE ECONOMÍA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA QUE CONLLEVEN AL ABATIMIENTO FORZOSO DE LOS COSTOS Y AL INCREMENTO DE LA FACTIBILIDAD PARA SU CONSTRUCCIÓN.

CON LA PRODUCCIÓN INTENSIVA DE PLANTAS EN INVERNADEROS Y VIVEROS PARA SU POSTERIOR ESTABLECIMIENTO EN CAMPOS AGRÍCOLAS, SE CORRE UN ALTO RIESGO EN LA DISEMINACIÓN DE PLA-

GAS; CONSCIENTES DE ELLO, LOS AGRICULTORES DE LOS PAÍSES DESARROLLADOS HAN INCLUIDO EN EL PROCESO DE PROPAGACIÓN - DE PLANTAS, LA TÉCNICA DE DESINFESTACIÓN DEL SUELO COMO - UNA MEDIDA NECESARIA PARA LA OBTENCIÓN DE PLANTAS SANAS.

EXISTEN EN LO GENERAL TRES FORMAS PARA DESINFESTAR EL SUELO: LA DESINFESTACIÓN BIOLÓGICA, LA QUÍMICA Y LA FÍSICA, EN MÉXICO ACTUALMENTE, SE PRACTICAN SÓLO LAS DOS ÚLTIMAS, SIENDO LA DESINFESTACIÓN QUÍMICA LA DE MAYOR ACEPTACIÓN - POR LOS VIVERISTAS Y PRODUCTORES EN INVERNADEROS, QUIENES ENCUENTRAN EN ÉSTA ALGUNAS VENTAJAS DE APLICACIÓN, ASÍ COMO DE CARÁCTER ECONÓMICO.

LAS DESVENTAJAS MÁS IMPORTANTES QUE SE ENCUENTRAN EN LA - APLICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS PARA DESINFESTAR EL SUELO SON: EL RIESGO PARA LOS TRABAJADORES, LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Y EL COSTO DE LOS PRODUCTOS COMERCIALES, QUE EN LOS ÚLTIMOS AÑOS SE HA INCREMENTADO CONSIDERABLEMENTE.

EN EL PRESENTE TRABAJO SE CITA DE MANERA GENERAL CADA UNA DE LAS FORMAS DE DESINFESTACIÓN QUE SE PRACTICAN ACTUALMENTE A NIVEL MUNDIAL Y SE PROPONE UNA TÉCNICA DIFERENTE. ESTA NUEVA FORMA DE DESINFESTACIÓN FÍSICA POR CALENTAMIENTO, SE HACE MEDIANTE LA EXPOSICIÓN DEL SUSTRATO A UN CAMPO DE RADIACIONES CON MICROONDAS, RAZÓN POR LA QUE SE DENOMINARÁ *Desinfestación Electromagnética*.

LA UTILIZACIÓN DE LAS MICROONDAS SE HA DESARROLLADO AMPLIAMENTE EN LOS ÚLTIMOS AÑOS EN MUCHAS RAMAS DEL SECTOR INDUSTRIAL; EN CUANTO A SU APLICACIÓN EN LA AGRICULTURA, SE REALIZAN ESTUDIOS EN ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMÉRICA SOBRE EL TRATAMIENTO DE GRANOS ALMACENADOS, SEMILLAS Y SUELO, PERO HASTA LA FECHA SE DESCONOCEN RESULTADOS CONCRETOS. EN MÉXICO NO EXISTEN REPORTES AL RESPECTO.

ES IMPORTANTE MENCIONAR QUE SE ELIGIÓ EL SISTEMA DE CALENTAMIENTO POR MICROONDAS, DEBIDO A QUE PRESENTA CIERTAS VENTAJAS CON RELACIÓN A LOS OTROS SISTEMAS TRADICIONALES, Y AUNQUE NO SE HIZO UNA EVALUACIÓN COMPLETA DEL EQUIPO -POR NO ESTAR COMPRENDIDA ÉSTA DENTRO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO- SE PUEDE AFIRMAR QUE TEÓRICAMENTE LA DESINFESTACIÓN POR MICROONDAS ES POSIBLE, DADO QUE CON ESTE SISTEMA SE ALCANZAN FÁCILMENTE LAS TEMPERATURAS RECOMENDADAS PARA EL TRATAMIENTO DEL SUELO CON CALOR HÚMEDO, REPORTADAS EN LA BIBLIOGRAFÍA.

EL OBJETIVO DE ESTE TRABAJO FUE EL DE DISEÑAR Y CONSTRUIR UNA DESINFESTADORA DE SUELO QUE CUBRA LOS REQUERIMIENTOS DEL INVERNADERO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA, CONSIDERANDO PRIMORDIALMENTE LOS SIGUIENTES PUNTOS;

1. SELECCIÓN DE MATERIALES ECONÓMICOS Y DE FÁCIL ACCESO.
2. EFICIENCIA DE TRABAJO IGUAL O SUPERIOR A LOS MÉTODOS TRADICIONALES.
3. MANEJO FÁCIL, Y
4. SEGURIDAD AL OPERADOR.

ANTECEDENTES

EN EL TRANCURSO DEL ESTUDIO DEL TEMA, LOS DIFERENTES AUTORES UTILIZAN MUY VARIADOS TÉRMINOS PARA REFERIRSE AL MISMO PROCESO —“LA DESTRUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE MICROORGANISMOS Y ORGANISMOS QUE SE ENCUENTRAN EN EL SUELO, QUE SON PERJUDICIALES PARA LAS PLANTAS”—, SIENDO LOS TÉRMINOS MÁS COMUNTE USADOS: ESTERILIZACIÓN, PASTEURIZACIÓN, DESINFECCIÓN Y DESINFESTACIÓN. EL USO ARBITRARIO QUE ENCONTRAMOS EN LA APLICACIÓN DE ESTAS PALABRAS NOS LLEVAN A DEFINIR CADA UNA DE ELLAS:

ESTERILIZACIÓN. SE ENTIENDE POR ESTERILIZACIÓN A LA ACCIÓN DE DESTRUIR TODA MATERIA VIVA DE UN MEDIO, USANDO PARA ELLO FORMAS FÍSICAS (CALOR A ALTAS TEMPERATURAS) O QUÍMICAS (DIFERENTES SOLUCIONES COMERCIALES EXISTENTES — COMO EL ALCOHOL, FORMOL, ETC.).

PASTEURIZACIÓN. LA PASTEURIZACIÓN ES UN PROCEDIMIENTO — INVENTADO POR PASTEUR QUE CONSISTE EN SOMETER LOS PRODUCTOS ALIMENTICIOS A TEMPERATURAS DEL ORDEN DE LOS SETENTA GRADOS CENTÍGRADOS Y SU POSTERIOR ENFRIAMIENTO, CON EL FIN DE ELIMINAR ALGUNOS MICROORGANISMOS PERJUDICIALES, OBTENIENDO UNA ESTABILIDAD BIOLÓGICA Y ENZIMÁTICA SIN MODIFICAR LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PRODUCTO.

DESINFECCIÓN. DESINFECTAR O DESINFICIONAR ES LA DESTRUCCIÓN DE TODOS LOS MICROORGANISMOS U OTRO TIPO DE AGENTES QUE PROVOCAN LA INFECCIÓN DE UN MEDIO. GENERALMENTE SE UTILIZA ESTA PALABRA PARA MENCIONAR LA ERRADICACIÓN DE UN MICROORGANISMO PARÁSITO ESPECÍFICO (SANAR LAS INFECCIONES ESTOMACALES, PULMONARES, ETC. DE LOS ANIMALES), O BIEN PARA PREVENIR LA ENTRADA DE ÉSTOS (DESINFECCIÓN DE HERIDAS).

DESINFESTACIÓN. EN LOS DICCIONARIOS SE ENCUENTRA ESTA PALABRA CON SIGNIFICADOS DIVERSOS, PERO PRINCIPALMENTE COMO DESAPESTAR, AHUYENTAR LO PESTILENTE, DESTRUIR EL INFESTO (INFESTO: DAÑOSO, PERJUDICIAL). DESINFESTAR ES LA DESTRUCCIÓN DE ANIMALES, MICROORGANISMOS Y PLANTAS ADVENEDIZAS - QUE CAUSAN DAÑO Y ESTRAGOS EN LOS CAMPOS CULTIVADOS Y AÚN EN LAS CASAS.

DE LO ANTERIOR SE DESPRENDE QUE LA PALABRA CORRECTA PARA REFERIRSE A LA DESTRUCCIÓN, ERRADICACIÓN O INHIBICIÓN DE LOS ORGANISMOS Y MICROORGANISMOS EXISTENTES EN EL SUELO Y QUE SON PERJUDICIALES A LAS PLANTAS ES *desinfestación*.

1. REVISION DE LITERATURA

1.1 DESINFESTACIÓN

1.1.2 GENERALIDADES

LA DESINFESTACIÓN DEL SUELO AGRÍCOLA Y DE LAS DIFERENTES MEZCLAS UTILIZADAS EN INVERNADEROS Y VIVEROS SE HACE CON EL PROPÓSITO DE ERRADICAR SEMILLAS DE MALEZA, INSECTOS, HUEVECILLOS, HONGOS Y BACTERIAS FITOPATÓGENAS (CALDERÓN, 1977; MULDER, 1979 Y BOODLEY, 1981). ESTA PRÁCTICA ADQUIERE MAYOR IMPORTANCIA A MEDIDA QUE LA AGRICULTURA SE HACE MÁS INTENSIVA, Y SE BASA PARA ELLO EN EL CONOCIMIENTO DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL AMBIENTE Y QUE SON CAPACES DE INCREMENTAR O INHIBIR EL DESARROLLO, TANTO DE LA PLANTA HOSPEDERA COMO EL DE LOS MICROORGANISMOS PARÁSITOS.

ARMENTA (1970) MENCIONA COMO PRINCIPALES FACTORES, *la humedad, la temperatura, la fertilidad, la reacción de ph y el contenido de gases en el suelo*. BOODLEY (1981) INCLUYE UN FACTOR MÁS: *el antagonismo*. LA ALTERACIÓN DE ÉSTOS MODIFICA LA POBLACIÓN DE LOS ORGANISMOS QUE AFECTAN A LAS PLANTAS CULTIVADAS, - DEBIDO A ELLOS SE HAN DESARROLLADO DIFERENTES MÉTODOS PARA CONTROLAR Y ERRADICAR DEL SUELO DICHOS ORGANISMOS PATÓGENOS.

LAS DIFERENTES FORMAS DE DESINFESTACIÓN DEL SUELO QUE SE PRACTICAN EN LA ACTUALIDAD, SE ENGBAN EN TRES GRUPOS: -

La desinfestación biológica, la física y la química (MULDER, 1979).
A CONTINUACIÓN SE DESCRIBE CADA UNA DE ELLAS.

1.1.3 DESINFESTACIÓN BIOLÓGICA

LA DESINFESTACIÓN BIOLÓGICA DE SUELOS ESTÁ DEFINIDA COMO CONTROL BIOLÓGICO O BIOCONTROL DE LOS MICROORGANISMOS PARÁSITOS DE LAS PLANTAS (MULDER, 1979). EL BIOCONTROL DE ORGANISMOS PATÓGENOS DEL SUELO ES UN TEMA RELATIVAMENTE NUEVO; BAKER Y COOK, CITADOS POR MULDER (1979), MENCIONAN AMPLIAMENTE LOS ADELANTOS OBTENIDOS DENTRO DEL CONTROL BIOLÓGICO EN LOS ÚLTIMOS VEINTE AÑOS, TIEMPO EN EL QUE SE HA DESARROLLADO CONSIDERABLEMENTE EL TEMA.

LA MAYORÍA DE LOS MECANISMOS CONOCIDOS DENTRO DEL BIOCONTROL ESTÁN INTERACTUANDO ESTRECHAMENTE Y NINGUNO DE ELLOS ACTÚA INDIVIDUALMENTE EN LA NATURALEZA. EL TÉRMINO QUE ABARCA TODOS ESOS MECANISMOS ES LLAMADO *antagonismo*, EL CUAL INCLUYE TODAS LAS RELACIONES DESFAVORABLES ENTRE LOS ORGANISMOS QUE HABITAN EL MEDIO. EXISTEN TRES FORMAS POR MEDIO DE LAS CUALES LOS ORGANISMOS VIVOS EJERCEN EFECTOS ANTAGÓNICOS CONTRA LOS PATÓGENOS DEL SUELO: *amensalismo*, *competencia* y *predación* (BOODLEY, 1981; MULDER, 1977 Y THOMAS, 1975).

- AMENSALISMO:
- A) PRODUCCIÓN DE COMPUESTOS ANTIMICROBIOS POR LOS TEJIDOS DE LAS PLANTAS.
 - B) PRODUCCIÓN DE COMPUESTOS ANTIMICROBIOS POR MICROORGANISMOS (ANTIBIÓTICOS).
 - C) PRODUCCIÓN DE SUSTANCIAS LÍTICAS.

COMPETENCIA: A) POR NUTRIENTES, INCLUYENDO OXÍGENO.
B) POR ESPACIO Y AGUA.

PREDACIÓN: A) HIPERPARÁSITOS.
B) ANIMALES MICÓFAGOS.
C) HONGOS NEMATÓFAGOS.
D) BACTERIÓFAGOS Y OTROS.

1.1.3.1 AMENSALISMO

AMENSALISMO SE DEFINE COMO LA SITUACIÓN DONDE UN METABOLITO PRODUCIDO POR UN ORGANISMO 'A' INHIBE EL DESARROLLO DEL ORGANISMO 'B', MIENTRAS QUE EL ORGANISMO 'A' NO ES AFECTADO; ESTOS ANTIMICROBIOS SON PRODUCIDOS EN LAS RAÍCES DE LAS PLANTAS (MULDER, 1979).

1.1.3.2 COMPETENCIA

EN LA COMPETENCIA POR NUTRIENTES, OXÍGENO Y ESPACIO QUE DESARROLLAN LOS ORGANISMOS VIVOS, SE HAN BASADO MUCHOS AUTORES PARA DESARROLLAR EL BIOCONTROL DE LAS PLAGAS DEL SUELO EN LOS ÚLTIMOS AÑOS.

CLARK (1965), CARRET (1970-1975), GRIFFIN (1972), BAKER Y COOK (1974) CITADOS POR MULDER (1979), DAN UNA GRAN CANTIDAD DE INFORMACIÓN SOBRE LA HABILIDAD DE COLONIZACIÓN SA-

PROFÍTICA EN PLANTAS PATÓGENAS, ASÍ COMO VARIOS EJEMPLOS DE COMPETENCIA BAJO LA INFLUENCIA DE CIERTOS FACTORES AMBIENTALES. EN EL APÉNDICE I SE PRESENTAN ALGUNOS EJEMPLOS DE COMPETENCIA, EN LA CUAL, LOS MICROORGANISMOS FUERON INTRODUCIDOS SOBRE EL SISTEMA RADICAL DE LAS PLANTAS, PARA COMPETIR CONTRA LOS PATÓGENOS SEÑALADOS.

1.1.3.3 PREDACIÓN

"LA PREDACIÓN ES UNA FORMA ESPECTACULAR DE ANTAGONISMO. ES LA SITUACIÓN DONDE UN MICROORGANISMO VIVIENTE ES ATACADO POR OTRO" (MULDER, 1979). LA PENETRACIÓN Y EL DESARROLLO EN EL HUESPED, GENERALMENTE PROVOCA DEBILITAMIENTO Y MUERTE, POR LO TANTO EL PREDADOR SE COMPORTA COMO UN PARÁSITO.

EN EL APÉNDICE I SE PRESENTAN VARIOS EJEMPLOS DE PREDACIÓN DE LOS PATÓGENOS DEL SUELO, ADEMÁS DE OTROS EJEMPLOS DE PREDACIÓN Y PARASITISMO EN HONGOS Y NEMÁTODOS. EL PAPEL DE LOS PREDADORES EN EL CONTROL BIOLÓGICO NATURAL ES DIFÍCIL DE ESTIMAR; SIN EMBARGO, LOS EJEMPLOS PRESENTADOS SE ORIGINARON EN SITUACIONES NATURALES (MULDER, 1979).

1.1.4 DESINFESTACIÓN QUÍMICA

LA DESINFESTACIÓN QUÍMICA DE LOS SUELOS ES PROBABLEMENTE

LA PRIMERA QUE UTILIZÓ EL HOMBRE PARA TRATAR DE CONTROLAR ALGUNAS ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS CULTIVADAS Y DATA DE FINES DEL SIGLO XIX (ARMENTA, 1970; RAMÍREZ, 1983).

WALQUER Y THOMPSON (1949), ARMENTA (1978) Y RAMÍREZ (1983) SOSTIENEN QUE ESTE MÉTODO SE BASA EN LA APLICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS COMERCIALES, INICIÁNDOSE CON EL USO DE DISULFURO DE CARBONO INYECTADO AL SUELO PARA EL COMBATE DE LA FILOXERA DE LA VID. POSTERIORMENTE THÉXTER (CITADO POR RAMÍREZ, 1983) APLICÓ AZUFRE AL SUELO PARA CONTROLAR NEMATODOS; TAMBIÉN SE HA EMPLEADO, A PARTIR DEL AÑO DE 1900, FORMALDEHÍDO PARA COMBATIR EL CARBÓN DE LA CEBOLLA. LOS PRODUCTOS QUE EN LA ACTUALIDAD SE EMPLEAN PARA EL TRATAMIENTO DEL SUELO SON LOS FUMIGANTES Y LOS NO FUMIGANTES, (RAMÍREZ, 1983).

1.1.4.1 FUMIGANTES

LOS FUMIGANTES SON SUSTANCIAS MUY VOLÁTILES A LA TEMPERATURA AMBIENTE, CUYA PRESIÓN Y CONCENTRACIÓN VARIAN DE ACUERDO AL TIPO Y TIENEN PROPIEDADES INSECTICIDAS, HERBICIDAS, NEMATICIDAS Y FUNGICIDAS (BOODLEY, 1981; RAMÍREZ, 1983). HAY FUMIGANTES LÍQUIDOS QUE AL INYECTARLOS EN EL SUELO SE GASIFICAN, TAMBIÉN LOS HAY SÓLIDOS CON SIMILARES CARACTERÍSTICAS Y POR SUPUESTO, EN ESTADO GASEOSO. DENTRO DE LOS FUMIGANTES MÁS UTILIZADOS PODEMOS ENCONTRAR A LA

CLOROPICRINA ($\text{CCl}_3 \text{NO}_2$), BROMURO DE METILO ($\text{CH}_3 \text{Br}$) Y FORMALDEHIDO. (HCHO).

LA CLOROPICRINA (TRICLORO NITROMETANO) CONOCIDA COMERCIALMENTE COMO PÍOFUME O LARVICIDE; ES UN PRODUCTO LÍQUIDO, INCOLORO O AMARILLO PÁLIDO, CON PUNTO DE EBULLICIÓN DE -112.4°C , NO COMBURENTE, CON DENSIDAD DE 1.7 A 0°C , INSOLUBLE EN AGUA, CAUSA DAÑOS SEVEROS EN LA PIEL, ADEMÁS DE PROVOCAR LAGRIMEO Y NÁUCEAS (ARMENTA, 1970).

LA CLOROPICRINA ASEGURA UNA BUENA ACCIÓN FUNGICIDA Y NEMATOCIDA EN UN ESPESOR DE TREINTA CENTÍMETROS DE SUELO, DESGRACIADAMENTE ESTE PRODUCTO ES MUY TÓXICO PARA EL HOMBRE, SE UTILIZÓ COMO GAS DE GUERRA EN LOS AÑOS 1914-1918 Y SU EMPLEO NO ESTÁ PERMITIDO EN ALGUNOS LUGARES (RAMÍREZ, - - 1983).

EL BROMURO DE METILO (BROMOETANO) SE CONOCE COMERCIALMENTE COMO DUMFUME MC-2, ISOBROME Y BROMEX. ES UN GAS INCOLORO A TEMPERATURA ORDINARIA, SU DENSIDAD A 0°C ES DE 1.732, NO ES COMBURENTE, ES LIGERAMENTE SOLUBLE EN AGUA, DE GRAN PENETRACIÓN, CARECE DE OLOR, POR ESTA RAZÓN SE LE AGREGA 2% DE CLOROPICRINA PARA SER DETECTADO (DE ONG, CITADO POR ARMENTA, 1970).

EL BROMURO DE METILO ES MUY TÓXICO CONTRA NEMATÓDOS E IN-

SECTOS Y EN DOSIS ALTAS ES EFECTIVO CONTRA HONGOS, BACTERIAS Y MALAS HIERBAS; ESTE FUMIGANTE ES PROBABLEMENTE EL MÁS UTILIZADO EN EL TRATAMIENTO DE SUELOS POR SER EL MÁS EFECTIVO DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS COMERCIALES (BOODLEY, 1981; ARMENTA, 1970). ES UN PRODUCTO MUY TÓXICO AL HOMBRE POR LO QUE SU APLICACIÓN SE DEBE HACER BAJO ESTRUCTAS NORMAS DE SEGURIDAD.

FORMALDEHIDO (FORMOL). ES UN GAS INCOLORO, DE OLOR FUERTE E IRRITANTE, CON PUNTO DE EBULLICIÓN MENOR DE 21°C, VOLÁTIL Y SOLUBLE EN AGUA; EL FORMOL COMERCIAL CONTIENE 38 A 40% DEL ALDEHIDO FÓRMICO; ES BUEN FUNGICIDA Y BACTERICIDA, PERO INEFECTIVO CONTRA NEMÁTODOS (ARMENTA, 1970).

1.1.4.2 NO FUMIGANTES

LOS PRODUCTOS QUÍMICOS UTILIZADOS PARA DESINFESTAR EL SUELO, QUE SE CLASIFICAN COMO NO FUMIGANTES, GENERALMENTE SON POLVOS SOLUBLES O INSOLUBLES EN AGUA; DENTRO DE LOS QUE PODEMOS MENCIONAR AL VAPAM (CH_3NHCSNa), PCNB (CaCl_2SNO) Y -CAPTAN (N-TRICLOROMETIL-MERCAPTO-4 CICLOEXANO 1, 2 DICARBOXIMIDA) (ARMENTA, 1970; RAMÍREZ, 1983).

VAPAM. ES DE COLOR BLANCO CRISTALINO, SOLUBLE EN AGUA, NO ES VOLÁTIL Y SE DESCOMPONE EN EL SUELO EN BIÓXIDOS VOLÁTILES, SE EMPLEA COMO FUNGICIDA, NEMATICIDA Y HERBICIDA. EL FACTOR LIMITANTE EN EL USO DE ESTE MATERIAL COMO DESINFES-

TANTE, ES SU FITOTOXICIDAD Y LA DIFICULTAD DE APLICACIÓN EN ÁREAS GRANDES. (KENDRIK CITADO POR ARMENTA, 1970) LO SEÑALA COMO EL FUNGICIDA MÁS EFECTIVO EN GENERAL.

PCNB (PENTA CLORO NITROBENCENO) CONOCIDO COMERCIALMENTE - COMO 'FELOSAN' O 'TERRACLOR', ES DE COLOR BLANCO GRISÁSEO, SE FORMULA COMO POLVO HUMECTANTE AL 75%. ESTE PRODUCTO ES ÚNICAMENTE FUNGICIDA DE ACCIÓN LIMITADA, (FUENTES CITADO POR ARMENTA, 1970; RAMÍREZ, 1983 Y MULDER, 1979).

CAPTAN. ES UN PRODUCTO QUE TIENE TOXICIDAD MUY BAJA PARA LOS ANIMALES DE SANGRE CALIENTE; ES UN FUNGICIDA CON AMPLIO ESPECTRO DE ACCIÓN, POR LO QUE SE PUEDE USAR EN DIFERENTES CULTIVOS (RAMÍREZ, 1983).

1.1.5 DESINFESTACIÓN FÍSICA

LOS MÉTODOS FÍSICOS PARA DESINFESTAR EL SUELO AGRÍCOLA, EN OCASIONES SUPERAN EN EFECTIVIDAD A LOS CITADOS ANTERIORMENTE (MULDER, 1979; WALKER, 1949; BOODLEY, 1981; GASSER, 1964). ÉSTOS MÉTODOS GENERALMENTE SON MÁS EFICIENTES POR SU RAPIDEZ, SON MÁS PRÁCTICOS, MENOS RIESGOZOS PARA EL HOMBRE Y EN MUCHAS OCASIONES LOGRAN UNA MEJOR DESTRUCCIÓN DE LOS PATÓGENOS (BOODLEY, 1981; RAMÍREZ, 1983).

PARA DESINFESTAR EL SUELO CON MÉTODOS FÍSICOS, SE UTILIZA

PRINCIPALMENTE LA FORMA MECÁNICA, EN LA QUE INTERVIENEN COMO FACTORES IMPORTANTES EL AGUA Y ALGUNAS MÁQUINAS SIMPLÉS, ENTRE LAS QUE DESTACAN LAS COMPRESORAS Y CALDERAS. LA ENERGÍA ÚTIL EN EL PROCESO ES EN FORMA DE ELECTRICIDAD O BIEN EN FORMA DE CALOR (MULDER, 1979). PARA LLEVAR A CABO LA DESINFESTACIÓN FÍSICA DEL SUELO EN LAS DIVERSAS FORMAS, GENERALMENTE SE UTILIZA VAPOR DE AGUA, CALOR ENDÓGENO, BAJAS TEMPERATURAS Y CALOR SECO.

1.1.5.1 DESINFESTACIÓN CON VAPOR

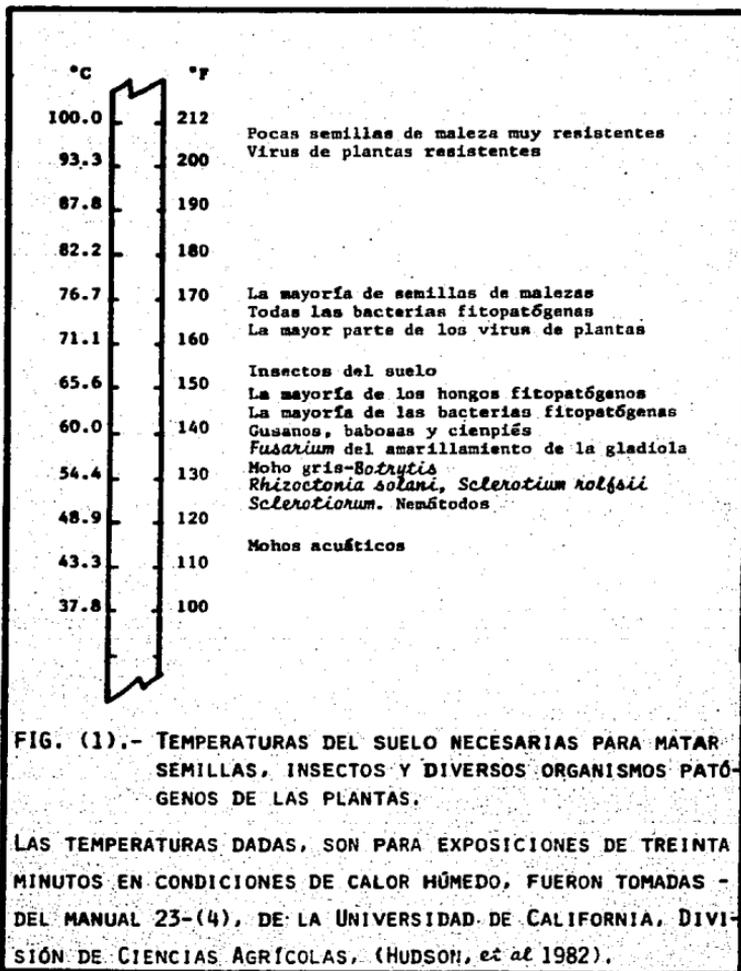
BOODLEY (1981) MENCIONA ESTE MÉTODO COMO EL DEL "SUELO - EVAPORIZADO", NOS DICE QUE ES UN MÉTODO DE APLICACIÓN DE CALOR HÚMEDO PARA LA DESTRUCCIÓN DE ORGANISMOS DAÑINOS; ES EL MÉTODO MÁS UTILIZADO POR SER EL QUE HA DEMOSTRADO MAYOR EFICACIA PARA EL TRATAMIENTO DE LOS SUSTRATOS EN INVERNADEROS, ADEMÁS DE SER MUY PRÁCTICO Y RÁPIDO; ES UN MÉTODO EN EL QUE SE DEBEN EXTREMAR LAS PRECAUCIONES DADO QUE LA TEMPERATURA DEL VAPOR CANDENTE ES DE 100°C, APROXIMADAMENTE, PUDIENDO ESTO CAUSAR SERIAS QUEMADURAS. SI BIEN EL VAPOR CANDENTE DEBE SER MANEJADO CON MUCHO CUIDADO, ÉSTE NO ES TÓXICO Y POR ESO SE CONSIDERA EL MÉTODO APROPIADO Y MÁS SEGURO PARA EL TRATAMIENTO DE SUELOS (GASSER, 1964; RAMÍREZ, 1983).

EL TIEMPO RECOMENDADO DE LA EVAPORIZACIÓN ES DE 30 MINU-

TOS CUANDO LA TEMPERATURA EN LA PARTE MÁS FRÍA DEL SUSTRATO SEA DE 84°C; ES IMPORTANTE MENCIONAR QUE UNA SOBREDOSIS DE VAPOR DA UN INCREMENTO DE TEMPERATURA HASTA DE 100°C EN LA PARTE MÁS FRÍA, SI SE MANTIENE ESTE NIVEL DE CALOR POR MÁS DE UNA HORA ES MUY PROBABLE QUE SE INCREMENTE LA CANTIDAD DE SUSTANCIAS TÓXICAS EN EL SUELO, POR EJEMPLO: EL MANGANESO ES UN MICRONUTRIENTE QUE NORMALMENTE LO UTILIZAN LAS PLANTAS EN MUY PEQUEÑAS CANTIDADES, LA SOBREEVAPORIZACIÓN OCASIONARÍA QUE SE LIBERE EL MANGANESO DEL SUELO EN CANTIDADES QUE RESULTAN TÓXICAS; TAMBIÉN LAS MEZCLAS DE SUELO CON ALTO CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA DESARROLLAN Y LIBERAN ALTOS CONTENIDOS DE SALES SOLUBLES COMO RESULTADO DE UNA SOBREEVAPORIZACIÓN (GASSER, 1964; MULDER, 1979; - BOODLEY, 1981). EN LA FIGURA (1) SE PRESENTAN GRÁFICAMENTE LAS TEMPERATURAS NECESARIAS PARA DESTRUIR DIVERSOS PATÓGENOS, MEDIANTE ESTE MÉTODO.

1.1.5.2 DESINFESTACIÓN CON ELECTRICIDAD

LA ELECTRICIDAD SE HA USADO TAMBIÉN EN TRATAMIENTO DE SUELOS, PRINCIPALMENTE EN LA PRODUCCIÓN DE CALOR; RECIENTEMENTE SE HAN HECHO EXPERIMENTOS CON EL USO DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA EN APLICACIONES DIRECTAS AL SUSTRATO, LOS RESULTADOS QUE SE HAN OBTENIDO NO HAN SIDO SATISFACTORIOS DEBIDO A QUE EN LA PRÁCTICA RESULTA DIFÍCIL ELECTROCUTAR MICROORGANISMOS; SIN EMBARGO, SE HA PODIDO COMPROBAR A NIVEL EX-



PERIMENTAL QUE EL EFECTO DE LA ELECTRICIDAD ES MORTAL, DEPENDIENDO DEL VOLTAJE QUE EXISTE ENTRE LA SUPERFICIE DE LOS ORGANISMOS Y EL FLUJO DE LA CORRIENTE (AMPERAJE) QUE PASA A TRAVÉS DE LOS MISMOS (ARMENTA, 1970; RAMÍREZ, 1983).

1.1.5.3 DESINFESTACIÓN CON AGUA CALIENTE

LA INMERSIÓN O LA SATURACIÓN DEL SUELO CON AGUA CALIENTE HA DADO ALGUNOS RESULTADOS BUENOS EN EL CONTROL DE NEMÁTODOS, PERO EXISTE EL PROBLEMA QUE AL PONERSE EN CONTACTO CON EL SUSTRATO EL AGUA SE ENFRÍA RÁPIDAMENTE, POR LO QUE SE REQUIEREN GRANDES CANTIDADES DE AGUA ADICIONALES PARA MANTENER EL CALOR NECESARIO DURANTE EL TIEMPO RECOMENDADO PARA DESTRUIR A LOS MICROORGANISMOS DAÑINOS, POR TAL MOTIVO EL TRATAMIENTO CON AGUA CALIENTE RESULTA IMPRÁCTICO (ARMEN- TA, 1983).

1.1.5.4 DESINFESTACIÓN POR INUNDACIÓN

LA INUNDACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS POR PERÍODOS PROLONGADOS DESTRUYE NEMÁTODOS Y CIERTOS HONGOS, ES MUY USADO CONTRA FUSARIUM OXYSPORUM Y F.CUBENSIS INUNDANDO POR PERÍODOS DE SEIS MESES A DOS AÑOS. ESTE MÉTODO PUEDE SER ÚTIL EN ALGUNOS TERRENOS AGRÍCOLAS QUE PRESENTEN PROBLEMAS FITOSANITARIOS, PERO EXISTE LA LIMITANTE DE LAS GRANDES CANTIDADES DE AGUA QUE SON NECESARIAS PARA DICHO FIN ADEMÁS, LOS PE-

RÍODOS TAN LARGOS SUELEN SER INOPERANTES (RAMÍREZ, 1983).

1.1.5.5 DESINFESTACIÓN CON CALOR ENDÓGENO

MUCHOS AUTORES NO CONSIDERAN EL CALOR ENDÓGENO COMO UN DESINFESTANTE DEL SUELO; SIN EMBARGO, ES IMPORTANTE MENCIONARLO E INCLUIRLO DENTRO DE LOS MÉTODOS FÍSICOS. RAMÍREZ (1983) LO DEFINE COMO EL CALOR QUE SE GENERA POR EFECTO DE LA DESCOMPOSICIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA, SI A UN TERRENO AGRÍCOLA SE LE INTRODUCE UNA CONSIDERABLE CANTIDAD DE MATERIA ORGÁNICA Y LA HUMEDAD SUFICIENTE, EL CALOR QUE SE DESPIDE EN ESTE PROCESO SERÁ SUFICIENTE PARA DESTRUIR ALGUNOS PATÓGENOS; ASÍ COMO MUCHAS SEMILLAS DE MALAS HIERBAS; SE DICE QUE EL CALOR GENERADO EN EL ESTIÉRCOL Y SILOS, ES SUFICIENTE PARA DESTRUIR MUCHOS DE LOS MICROORGANISMOS PARÁSITOS DE LAS PLANTAS, LA VARIACIÓN DEL CALOR PRODUCIDO DEPENDE PRINCIPALMENTE DE LA HUMEDAD Y DE LA CANTIDAD DE MATERIA ORGÁNICA.

1.1.5.6 DESINFESTACIÓN CON CALOR SECO

EL CALOR SECO PUEDE APLICARSE DE MANERA RÁPIDA Y EFECTIVA; POR EJEMPLO, CUANDO SE UTILIZA UN LANZALLAMAS PARA QUEMAR MALAS HIERBAS, ESTERILIZAR LAS MACETAS O LOS RECIPIENTES PARA MEZCLAR SUSTRATOS, EN ESTOS CASOS EL CALOR SE APLICA DIRECTAMENTE A LAS SUPERFICIES. PARA EL CASO DE TRATAMIENTOS

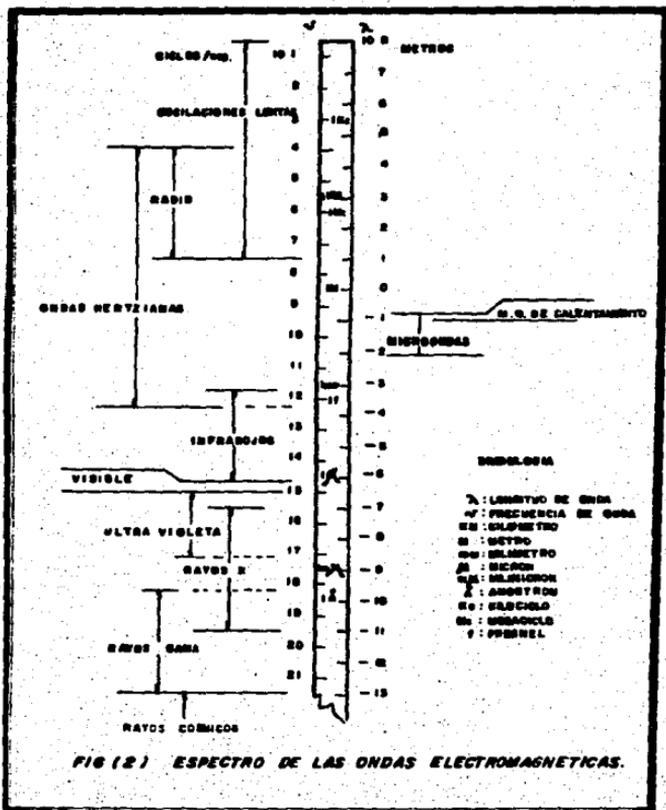
TO DE SUELOS CON ESTE SISTEMA, EL SUSTRATO ES COLOCADO EN PEQUEÑAS CANTIDADES EN CHAROLAS DE LÁMINA GALVANIZADA Y SE EXPONE A LA FLAMA DIRECTAMENTE HASTA QUE LA TEMPERATURA EN TODA LA MASA SEA DE 80°C, EL TIEMPO DE EXPOSICIÓN A ESTA TEMPERATURA ES DE 30 MINUTOS; ES CONVENIENTE REMOVER EL SUELO PERIÓDICAMENTE PARA EVITAR EL SOBRECALENTAMIENTO DE LA PARTE EXPUESTA A LA FLAMA O FUENTE. TAMBIÉN SE RECOMIENDA CUBRIRLO PARA EVITAR FUGAS DE HUMEDAD Y CALOR (MULLER, 1979; BOODLEY, 1981; RAMÍREZ, 1983).

OTRA FORMA DE APLICACIÓN DEL CALOR SECO ES CUANDO SE CALIENTA UNA MASA A CIERTA TEMPERATURA Y ÉSTA IRRADIA LA ENERGÍA CALORÍFICA A UN AMBIENTE GENERALMENTE CERRADO, ES EL CASO DE LOS HORNOS; ESTOS PUEDEN SER ALIMENTADOS CON ENERGÍA ELÉCTRICA, GAS, DIESEL, PETRÓLEO, ACEITE Y OTROS COMBUSTIBLES. HAY HORNOS QUE SE LES ADAPTA UN SISTEMA DE MOVIMIENTO PARA EFECTUAR FLUJO CONTÍNUO DE SUSTRATO Y EVITAR CON ELLO EL SOBRECALENTAMIENTO DE LA SUPERFICIE EXPUESTA (RAMÍREZ, 1983).

1.2 MICROONDAS

1.2.1 CARÁCTERÍSTICAS

LAS ONDAS DE ENERGÍA TIENEN LONGITUDES Y FRECUENCIAS DETERMINADAS, CUANDO LA FRECUENCIA AUMENTA LA LONGITUD DISMINUYE (VER FIGURA 2). ALGUNOS EJEMPLOS QUE NOS PERMITEN EN-



TENDER LAS DIFERENTES FRECUENCIAS UTILIZADAS, SON LOS SIGUIENTES: LA ENERGÍA ELÉCTRICA DE USO DOMÉSTICO TIENE UNA FRECUENCIA DE VIBRACIÓN DE 60 CICLOS POR SEGUNDO; EL CALOR, ES TAMBIÉN UNA FORMA DE ENERGÍA QUE VIBRA A FRECUENCIAS DEL ORDEN DE LOS 20.000.000 DE CICLOS POR SEGUNDO. UNA TRANSMISORA DE RADIO OPERA DE 500 A 1,500 KILOCÍCLOS; LA TELEVISIÓN UTILIZA ENERGÍA ELECTROMAGNÉTICA DE 50 A 200 MEGACÍCLOS; LA LUZ VISIBLE ES UNA CLASE DE ENERGÍA QUE SE ENCUENTRA AL FINAL DE LA ALTA FRECUENCIA DEL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO (FIGURA 2) CON FRECUENCIAS DEL ORDEN DE LOS 500 MEGACÍCLOS POR SEGUNDO (BARNEE, 1978).

LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS DENOMINADAS "MICROONDAS" SON AQUELLAS QUE SE LOCALIZAN EN EL ESPECTRO DE FRECUENCIAS - (FIGURA 2), ENTRE 1 GHZ (10^9 HZ) Y 30 GHZ, CON LONGITUDES DE 1 A 30 CM. (KREITH, 1965; MARINER, 1961). ESTAS ONDAS PRESENTAN ALGUNAS CARACTERÍSTICAS INTERESANTES QUE LAS HACEN ADECUADAS PARA DIVERSAS APLICACIONES.

BARNEE (1978) Y METAXES et al (1983) AFIRMAN QUE LAS MICROONDAS POSEEN CARACTERÍSTICAS SIMILARES A LAS ONDAS DE LUZ VISIBLE, DADO QUE:

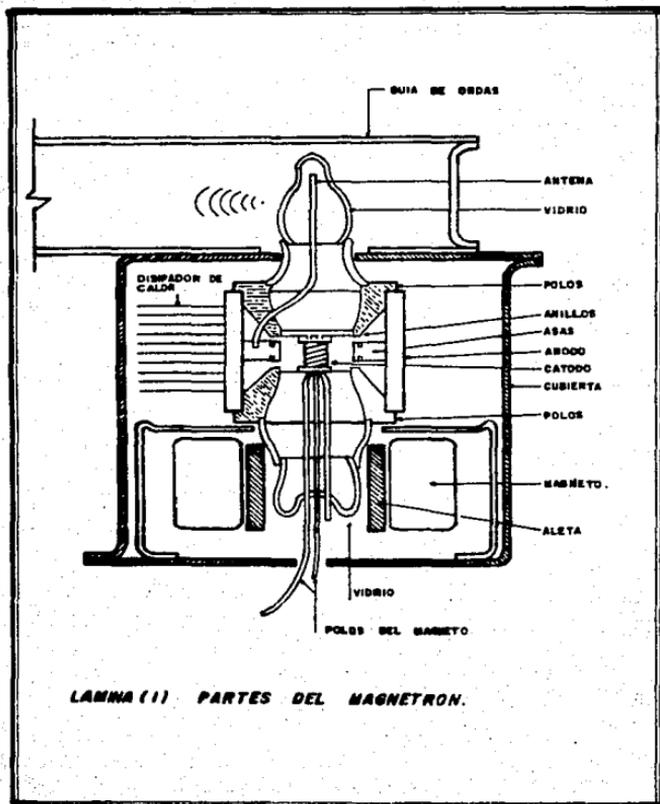
- A) VIAJAN EN LÍNEA RECTA,
- B) PUEDEN SER GENERADAS,
- C) PUEDEN SER REFLEJADAS, TRANSMITIDAS Y ABSORBIDAS.

LAS DIFERENCIAS BÁSICAS RADICAN EN SU GENERACIÓN, ASÍ COMO EN LOS MATERIALES QUE LAS REFLEJAN, TRANSMITEN O ABSORBEN.

1.2.2 GENERADOR DE MICROONDAS

EL GENERADOR PARA PRODUCIR LUZ ES UN BULBO LUMINOSO (FOCO), EL GENERADOR PARA PRODUCIR ENERGÍA POR MICROONDAS ES UN "MAGNETRÓN". EL MAGNETRÓN ES UN TUBO AL VACÍO QUE OPERA - COMO OSCILADOR, PRODUCIENDO ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS MUY CORTAS, EMPLEANDO PARA ELLO UNA FUERZA MAGNÉTICA MUY ALTA DE VARIOS MILES DE GAUSS. EN LA EMISIÓN DE IMPULSOS SE ALCANZAN VALORES INSTANTÁNEOS DEL ORDEN DE UN MEGA WATT (METAXES et al, 1983). EN LA LÁMINA (1) SE PRESENTAN LAS PARTES QUE COMPONEN AL MAGNETRÓN.

EL MECANISMO DE GENERACIÓN DE LAS MICROONDAS DENTRO DEL - MAGNETRÓN INCLUYE LA INTERACCIÓN DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS CON ELECTRONES QUE SE DESPLAZAN EN CAMPOS ELÉCTRICOS Y MAGNÉTICOS ESTÁTICOS PERPENDICULARES ENTRE SÍ. EN LA LÁMINA (2) SE MUESTRA LA GEOMETRÍA DE ESTOS CAMPOS. EN VIRTUD DEL VOLTAJE POSITIVO APLICADO AL ÁNODO, EL CAMPO ELÉCTRICO ESTÁTICO TIENE DIRECCIÓN RADIAL; EL CAMPO MAGNÉTICO POSEE DIRECCIÓN AXIAL (EN ÁNGULO RECTO RESPECTO A E). HAY TRES FUERZAS QUE ACTÚAN SOBRE UN ELECTRÓN UBICADO EN LA REGIÓN DE INTERACCIÓN DEL MAGNETRÓN: LA FUERZA DEBIDA AL CAMPO ELÉCTRICO $(-eE)$, LA DEL MAGNÉTICO $[-e(V \times B)]$ Y LA



CENTRÍFUGA ($\frac{M \cdot v^2}{R}$). CUANDO EL CAMPO MAGNÉTICO ES NULO, LA TRAYECTORIA ELECTRÓNICA SERÁ RADIAL, COMO SE MUESTRA MEDIANTE 'A', A MEDIDA QUE SE INCREMENTA LA FUERZA MAGNÉTICA, LA TRAYECTORIA ELECTRÓNICA SE CURVA COMO SE INDICA - CON 'B' Y 'D'.

1.2.3 APLICACIÓN DE LAS MICROONDAS

MARINER (1961) MENCIONA QUE EL USO DE LAS MICROONDAS PERMITIÓ EN UN PRINCIPIO EL DESARROLLO DEL RADAR COMO INSTRUMENTO MILITAR, DURANTE LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL; POSTERIORMENTE, EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN HA LLEVADO A ENCONTRAR APLICACIONES EN LAS COMUNICACIONES, LA FÍSICA, LA MEDICINA, LA INDUSTRIA Y RECIENTEMENTE EN EL CALENTAMIENTO PARA COCCIÓN Y DESECACIÓN DE ALIMENTOS (PÜSCHNER, 1966; METAXES *et al*, 1983).

BARNEE (1978) MENCIONA AMPLIAMENTE LAS DIFERENTES RAMAS DE LA INDUSTRIA, EN DONDE SE HA DESARROLLADO EL USO DE LAS MICROONDAS, A CONTINUACIÓN SE CITAN ALGUNOS EJEMPLOS:

- A) CALENTAMIENTO PARA LAMINADOS DE MADERA, LANA, ADHESIVOS, SELLADO TÉRMICO DE TUBOS DE PLÁSTICO Y ENGOMADO DE SILÍCIO.
- B) RADIACIÓN DIRECTA EN LA FUNDICIÓN DE GRASAS, FABRICACIÓN DE DIELECTRICOS Y REFRACTARIOS, ASÍ COMO EN EL -

DESENCERAMIENTO DE MOLDES.

- C) PASTEURIZACIÓN DE PAN, JAMÓN Y ALGUNAS BEBIDAS.
- D) COCCIÓN DE CARNES, CACAO, FRIJOL Y OTROS ALIMENTOS.
- E) ESTERILIZACIÓN DE MEDICAMENTOS, COSMÉTICOS, AGUA Y CONCENTRADOS DE PROTEÍNAS.

MÉTAXES (1983) REPORTA LA APLICACIÓN DE MICROONDAS EN LA AGRICULTURA PARA EL TRATAMIENTO DE ALGUNOS PRODUCTOS ALMACENADOS CON FRECUENCIAS DE RADIO; EN EL DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMÉRICA, LAS ÁREAS DE INVESTIGACIÓN HAN SIDO EL CONTROL DE INSECTOS EN ALMACENES, MEJORAMIENTO EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS Y SUS EFECTOS EN LA FERTILIDAD; A LA FECHA, NO HA HABIDO RESULTADOS SATISFACTORIOS SOBRE ESTOS ESTUDIOS.

EL MISMO AUTOR MENCIONA QUE LA UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA REALIZA INVESTIGACIONES EN LA DESINFESTACIÓN DE SUELOS CON LA APLICACIÓN DE ESTA TÉCNICA, LA REPORTA COMO "EL ESTUDIO DE LA INACTIVACIÓN SELECTIVA DE HONGOS", ASÍ COMO "LA REDUCCIÓN DE LA POBLACIÓN DE BACTERIAS EN EL MEDIO". LOS EXPERIMENTOS SE HAN REALIZADO A PEQUEÑA ESCALA, UTILIZANDO UNIDADES CONTÍNUAS DE 1 KW EN UN RANGO DE 0.01 KG/SEG., EL CUAL ES APLICABLE PARA EL USO EN INVERNADEROS.

ACTUALMENTE LA TÉCNICA DE CALENTAMIENTO POR MICROONDAS ES

AMPLIAMENTE CONOCIDA EN EL MUNDO DEBIDO, PRINCIPALMENTE, A LA GRAN ACEPTACIÓN QUE HAN TENIDO LOS HORNO DE MICROONDAS PARA COCINADO. ESTOS HORNO SON SUPERIORES A LOS ELÉCTRICOS CONVENCIONALES, TANTO EN RAPIDEZ, COMO EN EFICIENCIA Y HOMOGENEIDAD DE COCCIÓN (BARNEE, 1978; METAXES, 1983).

1.2.4 HORNO DE MICROONDAS

CASI TODOS LOS HORNO DE MICROONDAS FABRICADOS EN LA ACTUALIDAD, SE OPERAN A 2,450 MEGACICLOS Y LA LONGITUD NO MAYOR A 12.7 CM.; SU FABRICACIÓN ESTÁ REGULADA POR LA COMISIÓN DE COMUNICACIONES RESPECTIVA, A FIN DE LIMITAR Y CONTROLAR EL DISEÑO DE ESTOS APARATOS (METAXES *et al* 1983).

LA ENERGÍA DE LAS MICROONDAS NO ES CALOR, EL CALENTAMIENTO SE PRODUCE EN LOS ALIMENTOS DEBIDO A QUE ÉSTOS ESTÁN CONSTITUIDOS DE VARIOS MILLONES DE MOLÉCULAS POR cm^2 , DE TAL MANERA QUE CUANDO LOS ALIMENTOS SON INTRODUCIDOS EN UN HORNO DE MICROONDAS, SON EXPUESTOS A UN CAMPO EN EL CUAL MILLONES DE ELECTRONES EN FLUJO CONSTANTE CHOCAN CON LAS MOLÉCULAS SUPERFICIALES DEL ALIMENTO Y LAS HACEN OSCILAR A 180° DE SU POSICIÓN INICIAL, 2,450 MILLONES DE VECES POR SEGUIDO. ESTA CONSTANTE Y RÁPIDA ROTACIÓN DE LAS MOLÉCULAS HACE QUE LOS ALIMENTOS SE CALIENTEN POR LA ENORME FRICCIÓN MOLECULAR A LA QUE SON SOMETIDOS (BARNEE, 1978).

AL SOMETER UN ALIMENTO (MATERIAL O SUSTRATO) A UN CAMPO DE MICROONDAS, ÉSTE SE CALENTARÁ DE FORMA HOMOGÉNEA DEBIDO A QUE TODA SU SUPERFICIE SE ENCUENTRA EXPUESTA Y LA ENERGÍA PENETRA DESDE EL EXTERIOR A UNA GRAN VELOCIDAD, LOGRANDO UN RÁPIDO CALENTAMIENTO DE TODA LA MASA DEL MATERIAL. LAS MOLÉCULAS DE ALGUNOS MATERIALES SE EXITAN CON MAYOR FACILIDAD QUE LAS DE OTROS, Y EN ALGUNOS CASOS LOS MATERIALES NO ABSORBEN LA ENERGÍA, SINO QUE LA REFLEJAN O LA TRANSMITEN; ASÍ TENEMOS QUE EL VIDRIO Y LOS PLÁSTICOS PERMITEN EL PASO DE LAS MICROONDAS, MIENTRAS QUE EL ALUMINIO Y EL ACERO LAS REFLEJAN. TODOS LOS MATERIALES ORGÁNICOS ABSORBEN LA ENERGÍA POR MICROONDAS, INCLUYENDO A LA MAYORÍA DE LOS MINERALES; EL CARBÓN ES EL MATERIAL CON MAYOR CAPACIDAD DE ABSORCIÓN (PÜSCHNER, 1966; METAXES *et al* - 1983).

1.2.4.1 COMPONENTES DEL HORNO DE MICROONDAS

PÜSCHNER (1966) DESCRIBE DETALLADAMENTE CADA UNO DE LOS COMPONENTES DE UN HORNO DE MICROONDAS, A CONTINUACIÓN SE CITAN LOS COMPONENTES FUNDAMENTALES Y SUS FUNCIONES RESPECTIVAS.

1.2.4.1.1 MAGNETRÓN

LOS AUTORES COINCIDEN EN AFIRMAR QUE EL MAGNETRÓN ES EL -

'CORAZÓN' DEL HORNO, DADO QUE ES EL ENCARGADO DE GENERAR LAS MICROONDAS, ESTO ES, DE CONVERTIR LA ELECTRICIDAD DOMÉSTICA DE 60 CÍCLOS EN ENERGÍA DE 2,450 MEGACÍCLOS POR SEGUNDO, ANTERIORMENTE EXPLICADO EN LOS PUNTOS 1.2.2 Y 1.2.4 DE ESTE CAPÍTULO.

1.2.4.1.2 TRANSFORMADOR

EL TRANSFORMADOR ES EL MÁS PESADO DE LOS COMPONENTES, ESTÁ CONSTITUIDO DE ALAMBRE DE FIERRO Y COBRE; EL TRANSFORMADOR TIENE COMO FUNCIÓN LA DE CONVERTIR EL VOLTAJE DE LA CORRIENTE, EN ESTE CASO PRESENTA UNA SALIDA DOBLE: EN LA PRIMERA EL VOLTAJE DOMÉSTICO ESTÁNDAR DE 115 V, LO TRANSFORMA EN 3.1 V DE CORRIENTE ALTERNA (AC); Y LA SEGUNDA SALIDA ES DE APROXIMADAMENTE 4,000 V DE AC.

1.2.4.1.3 VENTILADOR

DADO QUE EL TRANSFORMADOR Y EL MAGNETRÓN GENERAN CONSIDERABLES CANTIDADES DE CALOR, SE REQUIERE DE UN VENTILADOR QUE LO DICIPE PARA EVITAR SOBRECALENTAMIENTOS QUE DAÑEN AL SISTEMA.

1.2.4.1.4 CIRCUITO DE CONTROL

EL CIRCUITO DE CONTROL ES EL ENCARGADO DE CONTROLAR EN SU

TOTALIDAD EL FUNCIONAMIENTO DEL HORNO, PARA ESTO SE REQUIERE DE UNA SERIE DE SWITCHES Y TOMADORES DE TIEMPO, LOS CUALES SE MENCIONAN A CONTINUACIÓN:

- A) TOMADOR DE TIEMPO ('TIMER'), CON EL TOMADOR DE TIEMPO SE DETERMINA EL PERÍODO DE COCINADO; ÉSTE CONSTA DE UN SISTEMA DE RELOJ Y DOS ESCALAS DE TIEMPO, LA PRIMERA ES DE 0 A 5 MINUTOS Y SIRVE PARA CALENTAMIENTO, LA SEGUNDA VA DE 0 A 30 O MÁS MINUTOS, SEGÚN SEA LA CAPACIDAD DEL HORNO, Y ESTÁ DESTINADA PARA LA COCCIÓN DE LOS ALIMENTOS.

- B) SWITCHES DE SEGURIDAD. EN AMBOS LADOS DE LA PUERTA - ESTÁ COLOCADO UN SWITCH DE SEGURIDAD, LA FUNCIÓN DE ÉSTOS ES LA DE INTERRUMPIR LA EMISIÓN DE MICROONDAS AL MOMENTO QUE EL HORNO SEA ABIERTO.

- C) SWITCH DE INICIO. EL HORNO NO EMPEZARÁ A OPERAR A MENOS QUE SE HAYA FIJADO EL TIEMPO Y SE OPRIMA EL SWITCH DE INICIO; ESTE SWITCH ESTÁ COLOCADO DE TAL FORMA QUE SI LA PUERTA SE ABRE, AUTOMÁTICAMENTE REGRESARÁ A LA POSICIÓN DE 'APAGADO'.

1.2.4.1.5 COMPONENTES DE TRANSMISIÓN DE LA ENERGÍA DE MICROONDAS

DESDE EL MAGNETRÓN, LAS MICROONDAS VAN DIRIGIDAS HACIA LOS

ALIMENTOS QUE SE VAN A CALENTAR; UNA DE LAS CONSIDERACIONES EN UN DISEÑO BÁSICO ES QUE EN CUANTO LA ENERGÍA LLEGA AL ALIMENTO O AL SUSTRATO, ÉSTE SE CALIENTA DE INMEDIATO. SE DEBE RECORDAR ADEMÁS, QUE LAS MICROONDAS SE COMPORTAN COMO LA LUZ, POR LO TANTO LOS COMPONENTES PARA SU TRANSMISIÓN SON SIMILARES; ESTOS SON, EN ORDEN DE IMPORTANCIA, LOS SIGUIENTES:

- A) GUÍA DE ONDA. EL MAGNETRÓN ESTÁ CONECTADO A LA GUÍA DE ONDA, ÉSTA ES UNA PIEZA RECTANGULAR DE LÁMINA DE ACERO DE 5 POR 10 CM.; UNO DE LOS EXTREMOS DE LA GUÍA ESTÁ ABIERTO Y SIRVE COMO ANTENA PARA RADIAR LA ENERGÍA AL INTERIOR DEL HORNO.

- B) AGITADOR. ENFRENTA DE LA ANTENA ESTÁ COLOCADO UN AGITADOR O DISPERSOR DE ONDAS, ÉSTE GENERALMENTE ES DE ALUMINIO Y TIENE FORMA DE VENTILADOR QUE GIRA A MUY LENTA VELOCIDAD (ENTRE 90 Y 100 RPM); SU FUNCIÓN ES LA DE REFLEJAR LA ENERGÍA EMITIDA, DISPERSÁNDOLA HACIA LAS PAREDES, AL TECHO Y A LA PARTE INFERIOR DEL HORNO, PROVOCÁNDOSE UN EFECTO DE REBOTE DE LAS MICROONDAS Y FACILITANDO LA PENETRACIÓN A LOS ALIMENTOS POR TODOS LOS LADOS.

- C) PLATO DE VIDRIO

LA MAYORÍA DE LOS HORNOS DE MICROONDAS ESTAN DOTADOS DE UN

PLATO DE VIDRIO COLOCADO EN LA PARTE INFERIOR DE LA CAVIDAD, SUSPENDIDO POR ENCIMA DEL PISO A UNA DISTANCIA DE - 2.54 CM. APROXIMADAMENTE, ESTO PERMITE QUE LA ENERGÍA PENETRE EN LOS ALIMENTOS AÚN POR DEBAJO DE ELLOS, HACIÉNDOSE MÁS EFICIENTE EL COCINADO.

1.2.4.1.6 COMPONENTES DEL COMPARTIMIENTO (CAVIDAD DEL HORNO)

UNA VEZ GENERADAS LAS MICROONDAS, DEBERÁN SER ABSORBIDAS ÚNICAMENTE POR EL ALIMENTO O SUSTRATO, LOS COMPONENTES DEL COMPARTIMIENTO ESTAN CONSTITUIDOS DE VARIOS MATERIALES, LOS CUALES REFLEJAN O TRANSMITEN LA ENERGÍA, DEPENDIENDO DE SUS FUNCIONES. LA CAVIDAD DE LOS HORNOS DE MICROONDAS SE COMPONE DE LO SIGUIENTE:

- A) PAREDES DEL HORNO. EL HORNO ESTÁ CONSTRUÍDO DE ACERO INOXIDABLE, QUE ES UN BUEN REFLEJANTE DE LAS MICROONDAS Y MUY FÁCIL DE LIMPIAR. EL ALUMINIO TAMBIÉN REFLEJA EFICIENTEMENTE LA ENERGÍA, PERO RESULTA POCO PRÁCTICO DEBIDO A QUE ES DIFÍCIL SU LIMPIEZA.
- B) SELLO PRIMARIO. EL SELLO PRIMARIO DE LAS MICROONDAS ES UN OBSTRUCTOR O TAPA QUE ESTÁ COLOCADO EN LA PERIFERIA DE LA PUERTA Y SE ADHIERE INTERNAMENTE A LA CAVIDAD DEL HORNO, SU FUNCIÓN ES LA DE IMPEDIR LA SALIDA DE LA ENERGÍA.

- C) SELLO SECUNDARIO. CUALQUIER ENERGÍA QUE PASE LA TAPA DEBE SER ABSORBIDA, ÉSTO SE LOGRA CON LA CUBIERTA DE LA MISMA QUE ES UNA CAPA DE VINYL TRATADO ESPECIALMENTE CON CARBÓN, LO QUE LA HACE ABSORBENTE; POR ELLO, LA ENERGÍA QUE HAYA PASADO LA TAPA ES ABSORBIDA FINALMENTE POR EL SELLO SECUNDARIO.

2. CONCLUSIONES DE LA REVISION DE LITERATURA

DE LOS MÉTODOS DE DESINFESTACIÓN ESTUDIADOS, EL QUÍMICO ES EL MÁS USUAL; SU GRAN ACEPTACIÓN EN EL MUNDO ENTERO SE DEBE A QUE RESULTA PRÁCTICO Y DE MENOR INVERSIÓN INICIAL, - ADEMÁS DE HABER DEMOSTRADO SER EFECTIVO EN EL COMBATE DE MUCHOS PATÓGENOS DE LAS PLANTAS. DENTRO DE SUS DESVENTAJAS SE MENCIONA COMO LA MÁS IMPORTANTE, QUE RESULTA SUMAMENTE PELIGROSO PARA LA SALUD YA QUE LA APLICACIÓN DE LA MAYORÍA DE SUS PRODUCTOS ES TÓXICA, ADEMÁS DE SER CONTAMINANTE DEL AMBIENTE.

EL MÉTODO BIOLÓGICO ES SIN DUDA MUY INTERESANTE, YA QUE - PRESENTA ALTERNATIVAS PARA SOLUCIONAR ALGUNOS PROBLEMAS - FITOSANITARIOS PERÓ DESGRACIADAMENTE NO SE LE HA DADO LA IMPORTANCIA DEBIDA Y SUS INVESTIGACIONES SE ENCUENTRAN AÚN REZAGADAS, ÉSTO PROVOCADO POR LO DIFÍCIL QUE RESULTA SU COMERCIALIZACIÓN.

EL DESARROLLO DE INVESTIGACIONES TENDIENTES A COMBATIR LOS ORGANISMOS FITOPATÓGENOS POR MÉTODOS BIOLÓGICOS, ES UN RENGLÓN QUE NO SE DEBE ABANDONAR YA QUE OFRECE VENTAJAS IMPORTANTES.

LA DESINFESTACIÓN FÍSICA HA RESULTADO SER, AL IGUAL QUE LA QUÍMICA, EFECTIVA EN EL COMBATE DE LAS ENFERMEDADES DE LAS

PLANTAS. DE LOS MÉTODOS FÍSICOS PARA LA DESINFESTACIÓN - DEL SUELO, EL QUE HA DEMOSTRADO MAYOR EFICIENCIA ES EL DE 'CALOR HÚMEDO', PERO SU USO SE RESTRINGE DEBIDO, PRINCIPALMENTE A LOS ALTOS COSTOS DEL EQUIPO Y SU INSTALACIÓN.

EL USO DE LAS MICROONDAS PARA CALENTAMIENTO SE HA INTENSIFICADO EN LOS ÚLTIMOS AÑOS, LA GRAN ACEPTACIÓN DE ESTE PROCESO, TANTO A NIVEL INDUSTRIAL COMO DOMÉSTICO, SE DEBE A QUE ES SUPERIOR A LOS TRADICIONALES EN:

- RAPIDEZ
- EFICIENCIA
- HOMOGENEIDAD
- MANEJO (COMODIDAD) Y
- BAJO RIESGO.

LA APLICACIÓN DE LAS MICROONDAS EN LA AGRICULTURA ES YA UN HECHO, EN ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMÉRICA SE REPORTAN INVESTIGACIONES PARA EL TRATAMIENTO DE GRANOS ALMACENADOS Y SEMILLAS; LA DESINFESTACIÓN DE SUELO CON ESTA TÉCNICA HA SIDO REPORTADA RECIENTEMENTE POR EL DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DEL MISMO PAÍS, QUIENES ESTÁN DESARROLLANDO UN RANGO DE UNA CENTÉSIMA DE KILOGRAMO DE SUELO POR SEGUNDO, ASEGURANDO QUE ES IMPORTANTE EL ESTUDIO DE ESTE MÉTODO, YA QUE PROMETE INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN LA DESINFESTACIÓN DE SUELO.

3. INGENIERIA DEL PROYECTO

3.1 INGENIERÍA BÁSICA

3.1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

SE REQUIERE CONSTRUIR UN DISPOSITIVO PARA DESINFESTAR MEZCLAS DE SUELO, QUE TENGA CAPACIDAD PARA CUBRIR LA DEMANDA DEL INVERNADERO UBICADO EN LAS INSTALACIONES DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES - CUAUTITLÁN, U.N.A.M.

CONSIDERANDO QUE LA JORNADA DE TRABAJO DEL INVERNADERO ES DE 6 A 8 HORAS, QUE ÉSTE CUENTA CON ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110 VOLTIOS, GAS BUTANO Y AGUA POTABLE, SE DEBE DISEÑAR LA DESINFESTADORA DE SUELO, TOMANDO EN CUENTA LOS SIGUIENTES PARÁMETROS:

- PRIMERO. TENER UNA CAPACIDAD DE DESINFESTACIÓN DE POR LO MENOS $200 \text{ DM}^3/\text{DÍA}$, YA QUE ÉSTA ES LA MÁXIMA DEMANDA DE SUELO REQUERIDO.
- SEGUNDO. LA DESINFESTACIÓN DEBERÁ SER HOMOGÉNEA Y CON UNA EFICIENCIA DE TRABAJO IGUAL O SUPERIOR A LA DE LOS APARATOS COMERCIALES.
- TERCERO. CONSTRUIRSE CON MATERIALES DE LO MÁS ECONÓMICO POSIBLE.

CUARTO. DEBE PRESENTAR SEGURIDAD AL OPERARIO.

QUINTO. EVITAR FORMAS VOLUMINOSAS.

SEXTO. QUE SEA DE FÁCIL MANEJO, Y

SÉPTIMO. QUE SEA RESISTENTE A LA CORROSIÓN Y A LOS MANEJOS BRUSCOS.

3.1.2 RECURSOS

3.1.2.1 RECURSOS HUMANOS

EL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN DE LA DESINFESTADORA DE SUELO FUE REALIZADA POR LOS AUTORES DE ESTE TRABAJO; LAS PRUEBAS Y EVALUACIONES PRELIMINARES DE DESINFESTACIÓN SE REALIZARON EN EL INVERNADERO POR ALUMNOS DE SEMESTRE DE CAMPO DE LA CARRERA DE INGENIERO AGRÍCOLA.

3.1.3 GENERALIDADES TÉCNICAS

PARA DESINFESTAR SUELO POR MEDIO DE CALOR SE REQUIEREN -- TEMPERATURAS DEL ORDEN DE LOS 60 A LOS 100°C, TEMPERATURAS QUE SE ALCANZAN FÁCILMENTE SI HABLAMOS DE CALOR SECO CON APARATOS COMERCIALES COMO SON LAS ESTUFAS Y LOS HORNOS CONVENCIONALES.

3.1.3.1 LOS HORNOS

LOS HORNOS SON CÁMARAS AISLADAS DEL MEDIO EN LAS QUE SE -
GENERAN Y APLICAN TEMPERATURAS ELEVADAS, EXISTE UNA GRAN
VARIEDAD DE HORNOS QUE SON DISEÑADOS PARA SATISFACER DIFE-
RENTES NECESIDADES, POR LO TANTO ES NECESARIO CLASIFICAR-
LOS PARA ABORDAR SU ESTUDIO Y ASÍ IDENTIFICAR CUAL DE LOS
TIPOS EXISTENTES REÚNE LAS CARACTERÍSTICAS APROPIADAS PA-
RA APLICARLO EN LA SOLUCIÓN DE ESTE PROBLEMA. SEGÚN KERN
(1984) LOS HORNOS SE CLASIFICAN POR:

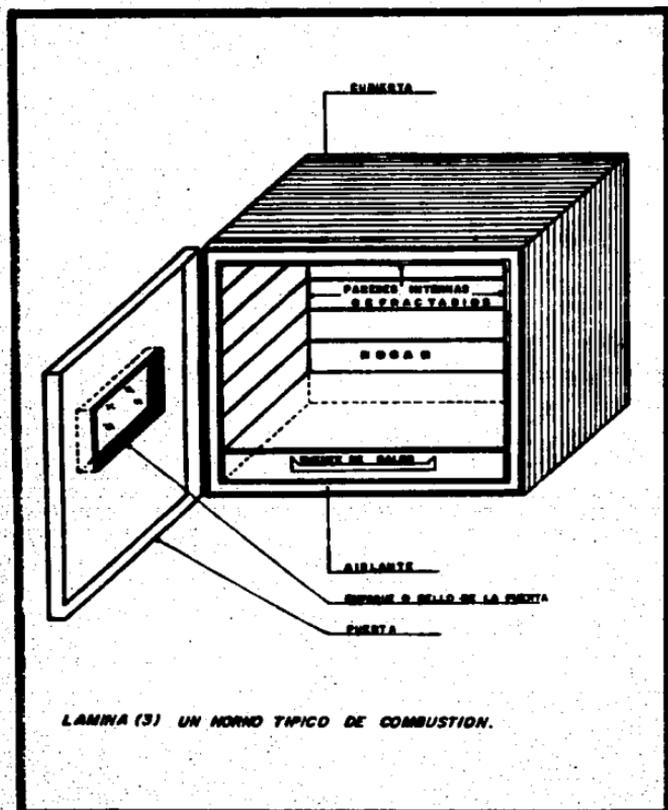
- A) EL NOMBRE
- B) EL USO
- C) EL MOVIMIENTO DE LA CARGA
- D) EL COMBUSTIBLE EMPLEADO U OTRA FUENTE DE CALOR
- E) EL MÉTODO EMPLEADO PARA ECONOMIZAR CALOR
- F) EL DISEÑO O LA FORMA, Y
- G) EL MÉTODO DE APLICACIÓN.

3.1.3.1.1 COMPONENTES ELEMENTALES DEL HORNO

KERN (1984) Y BUBBEL (1979) MENCIONAN COMO COMPONENTES -
ELEMENTALES DE UN HORNO TÍPICO (VER LÁMINA 3), LOS SIGUIEN-
TES:

1. HOGAR

ES LA CAVIDAD INTERIOR DEL HORNO, DONDE SE INTRODUCEN



MATERIALES U OBJETOS QUE SE DESEAN CALENTAR (HORNEAR). ESTA CÁMARA SE AISLA DEL EXTERIOR CON LO CUAL SE LOGRAN TEMPERATURAS ALTAS Y UN MEJOR APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA CALORÍFICA.

2. FUENTE DE CALOR

PUEDE SER UN QUEMADOR DE COMBUSTIBLE LÍQUIDO, SÓLIDO O GASEOSO. EN EL CASO DE LOS HORNOS ELÉCTRICOS, LA FUENTE DE CALOR ES UNA RESISTENCIA QUE SE ENCUENTRA DENTRO DEL HORNO.

3. PAREDES DEL HOGAR

LAS PAREDES INTERIORES DEL HORNO, GENERALMENTE SON METÁLICAS RECUBIERTAS DE ALGÚN MATERIAL REFRACTARIO COMO LA PORCELANA, ALUMINIO, ASBESTO, ENTRE OTROS. SU PRINCIPAL FUNCIÓN ES LA DE RETENER EL CALOR, REFLEJÁNDOLO HACIA EL INTERIOR.

4. AISLANTE

ENTRE LAS PAREDES INTERIORES Y LA CUBIERTA DEL HORNO SE ENCUENTRA UN ESPACIO QUE PODRÍA ESTAR VACÍO O BIEN OCUPADO POR ALGÚN MATERIAL AISLANTE TÉRMICO COMO LA FIBRA DE VIDRIO, SILICATO DE CALCIO O ASBESTO, ÉSTO CON OBJETO DE AISLAR EL HOGAR DEL MEDIO EXTERIOR; ENTRE MEJOR ES EL AISLANTE, MÁS EFICIENTE RESULTA EL HORNO.

5. CUBIERTA

LA CUBIERTA DE UN HORNO ES LA PARED EXTERIOR DEL MISMO, GENERALMENTE ES DE LÁMINA DE FIERRO Y SU CALIBRE DEPENDE DEL TAMAÑO Y USO DEL HORNO, SU FUNCIÓN ES LA DE COMPLEMENTAR EL AISLAMIENTO Y LA DE PROTEGER AL HORNO.

6. PUERTA

TODOS LOS HORNOS TIENEN UN ACCESO A SU CÁMARA DE HORNEADO QUE ES DE DIFERENTES FORMAS Y TAMAÑOS, DEPENDIENDO DEL DISEÑO Y USO DEL HORNO; ASIMISMO, LAS PUERTAS QUE CUBREN DICHO ACCESO SON VARIABLES EN SU FORMA Y TAMAÑO, PERO LA CONDICIÓN PRIMORDIAL ES LA DE SELLAR.

3.1.3.1.2 FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DISEÑO DE UN HORNO

EN LA ELECCIÓN DE HORNOS, EN SU DISEÑO O PROYECTO, ES NECESARIO TOMAR EN CUENTA ALGUNOS FACTORES QUE SON MUY IMPORTANTES PARA OBTENER RESULTADOS POSITIVOS, LOS FACTORES A CONSIDERAR SON LOS SIGUIENTES (PERRY, 1959):

- A) LA TEMPERATURA DESEADA,
- B) EL COMBUSTIBLE,
- C) LA DISTRIBUCIÓN DEL CALOR,
- D) EL FLUJO DE TRANSMISIÓN DEL CALOR,

- E) EL VOLUMEN DE COMBUSTIÓN,*
- F) EL TAMAÑO Y VELOCIDAD DE LA LLAMA,*
- G) LOS REFRACTARIOS,
- H) LA FORMA Y DIMENSIONES DEL HORNO,
- I) LOS CONDUCTOS DEL AIRE (VENTILACIÓN),
- J) LAS PUERTAS,
- K) LOS DETALLES O ENLACES DE LA CONSTRUCCIÓN, Y
- L) LA ECONOMÍA DEL SISTEMA (RECUPERACIÓN DEL CALOR DESPERDICADO).

3.1.3.1.3 FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DISEÑO DE UN HORNO DE MICROONDAS

EL HORNO DE MICROONDAS ESTÁ CONSIDERADO COMO UN DISPOSITIVO QUE SUMINISTRA CALOR POR MEDIO DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS ULTRA CORTAS, DIRIGIDAS HACIA UNA CAVIDAD CERRADA, CUYAS PAREDES IMPEDIRÁN LA SALIDA DE LA ENERGÍA; PARA PROYECTAR SU CONSTRUCCIÓN ES NECESARIO ESTABLECER LAS DIFERENCIAS QUE EXISTEN ENTRE ÉSTOS Y LOS HORNOS DE COMBUSTIÓN O ELÉCTRICOS.

EN MÉTODOS CONVENCIONALES DE CALENTAMIENTO, EL CALOR SE TRANSFIERE AL MATERIAL QUE VA A SER CALENTADO MEDIANTE CONDUCCIÓN, CONVECCIÓN Y RADIACIÓN; EN CONTRASTE, EN EL CA-

*Para los hornos de combustión con quemadores. En el caso de los hornos eléctricos, se debe considerar la forma y capacidad de la resistencia.

LENTAMIENTO POR MICROONDAS NO EXISTE UNA TRANSFERENCIA DE CALOR, ÉSTE ES GENERADO EN EL INTERIOR DEL MATERIAL; POR LO TANTO, SE OBTIENE UN INCREMENTO DE TEMPERATURA CON MAYOR RAPIDEZ Y HOMOGENEIDAD, COMPARADO CON EL CALENTAMIENTO DE LOS HORNOS CONVENCIONALES.

OTRAS CARACTERÍSTICAS DE LOS HORNOS DE MICROONDAS QUE LOS DIFERENCIAN DE LOS HORNOS CONVENCIONALES SON:

- A) NO EXISTE TRANSFERENCIA DE ENERGÍA CALORÍFICA HACIA EL MATERIAL EXPUESTO, LA ENERGÍA QUE FLUYE EN DIRECCIÓN AL MATERIAL SON ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS PRODUCIDAS - POR UN OSCILADOR ELECTRÓNICO (MAGNETRÓN).
- B) LA CÁMARA DE PROCESO O CAVIDAD NO ABSORBE ENERGÍA, - CONDICIÓN POR LA QUE ESTE TIPO DE HORNOS NO REQUIEREN DE AISLANTE TÉRMICO NI DE REFRACTARIOS.
- C) LA PUERTA DEL HORNO NO TIENE SELLADO HERMÉTICO, ESTO INDICA QUE EXISTE INTERCAMBIO DE GASÉS ENTRE LA CÁMARA DE PROCESO Y EL EXTERIOR; O BIEN, QUE EL HORNEADO SE EFECTÚA A LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA.

3.1.4 TOMA DE DECISIONES

LAS DIFERENTES IDEAS PRELIMINARES CONSIDERADAS DURANTE EL

DISEÑO, FUERON ANALIZADAS DE ACUERDO A SU FACTIBILIDAD, -- DE ESTE ANÁLISIS SURGIÓ UNA SELECCIÓN DE LAS QUE TANTO -- TÉCNICA COMO ECONÓMICAMENTE FUERAN VIABLES; LAS MEJORES IDEAS SE PERFECCIONARON Y SE COMPLEMENTARON, DANDO COMO RESULTADO UNA DESINFESTADORA QUE REUNIERA LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

1. FUENTE DE ENERGÍA

LA FUENTE DE ENERGÍA QUE SE APROVECHARÁ ES LA CORRIENTE ELÉCTRICA AC 110 V, 60 C. DADO QUE EL INVERNADERO CUENTA CON LA INSTALACIÓN DE ESTE TIPO, NO EXISTE LA POSIBILIDAD DE GASTOS EXTRAS PARA LA CONEXIÓN DEL EQUIPO DE DESINFESTACIÓN.

2. EL PROCESO DE DESINFESTACIÓN

LAS ESTUFAS NO SON RECOMENDABLES PARA EL TRATAMIENTO DE SUELO, PRINCIPALMENTE POR DOS RAZONES; LA PRIMERA CONSISTENTE EN QUE CALIENTAN SOLAMENTE UNA PARTE DEL SUSTRATO, PROVOCANDO QUE EL INCREMENTO DE LA TEMPERATURA SEA DEMASIADO HETEROGÉNEO, Y EN SEGUNDO TÉRMINO QUE EN LA PRÁCTICA RESULTAN SER DE BAJA EFICIENCIA EN EL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA CALORÍFICA. POR ESTOS MOTIVOS SE DECIDIÓ QUE EL PROCESO SE REALIZARÁ EN UN AMBIENTE CERRADO, CARACTERÍSTICA QUE DEFINE A LA DESINFESTADORA COMO 'HORNO', AUNQUE DEBIDO AL PROCESO DE CALENTAMIENTO PRESENTARÁ DIFERENCIAS SUSTANCIALES

CON RESPECTO A LOS HORNOS DOMÉSTICOS E INDUSTRIALES,
YA SEAN ELÉCTRICOS O DE COMBUSTIÓN.

SE DETERMINÓ QUE EL PROCESO DE CALENTAMIENTO DEL SUSTRATO
FUERA POR MICROONDAS, EN BASE A LAS PRUEBAS PRELIMINARES
DE TRATAMIENTO DE SUELO (VER APÉNDICE III), EN LAS QUE SE
OBSERVAN LOS RESULTADOS SIGUIENTES:

PRIMERO. EL CALENTAMIENTO DEL SUELO ES MÁS HOMOGÉNEO POR
ESTE MÉTODO, ASPECTO QUE RESULTA FUNDAMENTAL PA-
RA UNA BUENA DESINFESTACIÓN.

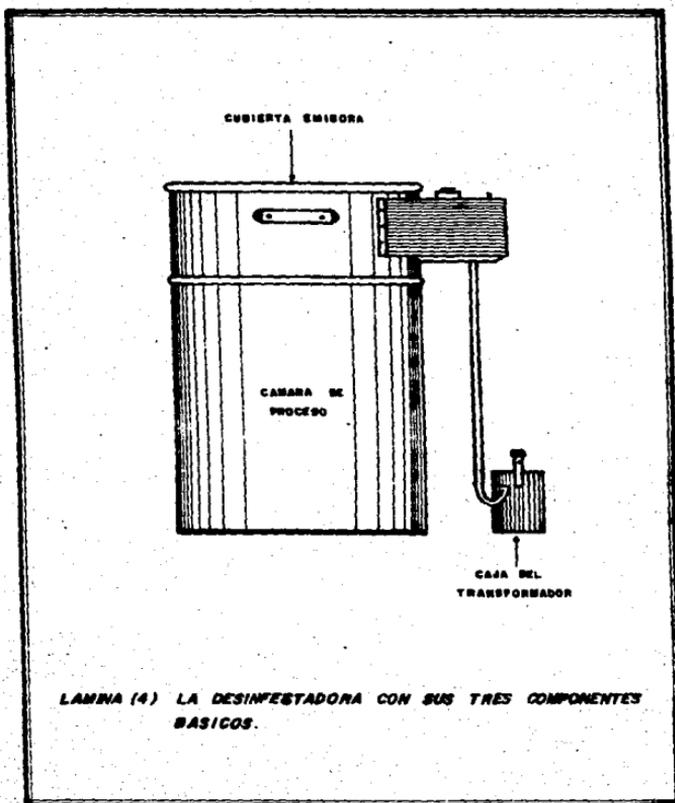
SEGUNDO. LA TEMPERATURA DEL SUELO SE INCREMENTA HASTA UN
PUNTO MÁXIMO DESPUÉS DEL CUAL SE MANTIENE ESTA-
BLE, ASPECTO IMPORTANTE PORQUE A DIFERENCIA DE
LOS OTROS MÉTODOS, EN ÉSTE SE DISMINUYE EL RIES-
GO POR SOBRECALIENTAMIENTO DEL SUSTRATO.

TERCERO. LA RAPIDEZ DE CALENTAMIENTO ES MAYOR POR MEDIO
DE MICROONDAS QUE POR CUALQUIER OTRO MÉTODO, Y

CUARTO. LA TEMPERATURA ALCANZADA POR ESTE MÉTODO ES -
CONSTANTE.

3. FORMA Y DIMENSIONES

EN LA LÁMINA 4 SE PUEDE APRECIAR LA FORMA DE LA DESIN-



LAMINA (4) LA DESINFESTADORA CON SUS TRES COMPONENTES BASICOS.

TADORA, LA CUAL ES CILÍNDRICA, DE POSICIÓN VERTICAL Y CON ACCESO SUPERIOR.

PARA DETERMINAR LA FORMA Y EL VOLUMEN, SE HICIERON CÁLCULOS MATEMÁTICOS CONSIDERANDO COMO OBJETIVO EL CUBRIR LOS 200 DM³ DE SUELO POR DÍA (VER MEMORIA DE CÁLCULO, APÉNDICE IV), ADEMÁS SE EFECTUARON PRUEBAS EN UN HORNO DE MICROONDAS DE USO DOMÉSTICO (APÉNDICE II), EN LAS QUE SE EVALUÓ LA EFICIENCIA CON RESPECTO AL VOLUMEN DE LA CAVIDAD. DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS SE CONCLUYE QUE EL 4% DE VARIACIÓN EN LAS TEMPERATURAS REGISTRADAS, NO SE DEBE SOLAMENTE AL CAMBIO EN EL VOLUMEN, POR LO QUE SÍ SE PUEDE MODIFICAR EL TAMAÑO DE LA CAVIDAD SOBRE TODO AUMENTARLO, YA QUE NO EXISTE UNA DISMINUCIÓN EN LA EFICIENCIA DEL HORNO.

PARA CALCULAR LA POTENCIA NECESARIA SE TOMÓ EL DATO REPORTADO POR EL DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE E.U.A., ÉSTE ES DE 0.01 KG./SEG. X 1 KW (VER MEMORIA DE CÁLCULO APÉNDICE IV).

3.1.5 DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES Y SU FUNCIONAMIENTO

COMO SE PUEDE APRECIAR EN LA LÁMINA 4, LA DESINFESTADORA - CONSTA DE TRES PARTES: 1, CUBIERTA EMISORA, 2, CAJA DEL - TRANSFORMADOR Y 3, CÁMARA DE PROCESO.

1. CUBIERTA EMISORA

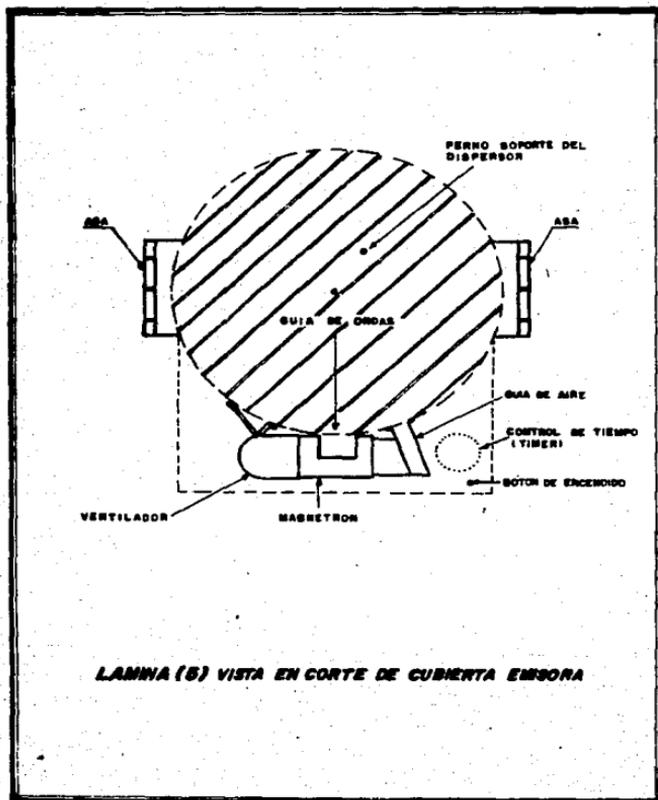
LA CUBIERTA EMISORA ES LA PARTE MÁS IMPORTANTE DE ESTE DISEÑO, EN ELLA SE ENCUENTRAN LOS CONTROLES, EL CIRCUITO ELÉCTRICO, EL SISTEMA DE EMISIÓN Y DISPERSIÓN DE LAS MICROONDAS, EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO Y EL SISTEMA DE SEGURIDAD; FUNCIONA ADEMÁS COMO PUERTA DE LA CÁMARA DE PROCESO (VER LÁMINA 5).

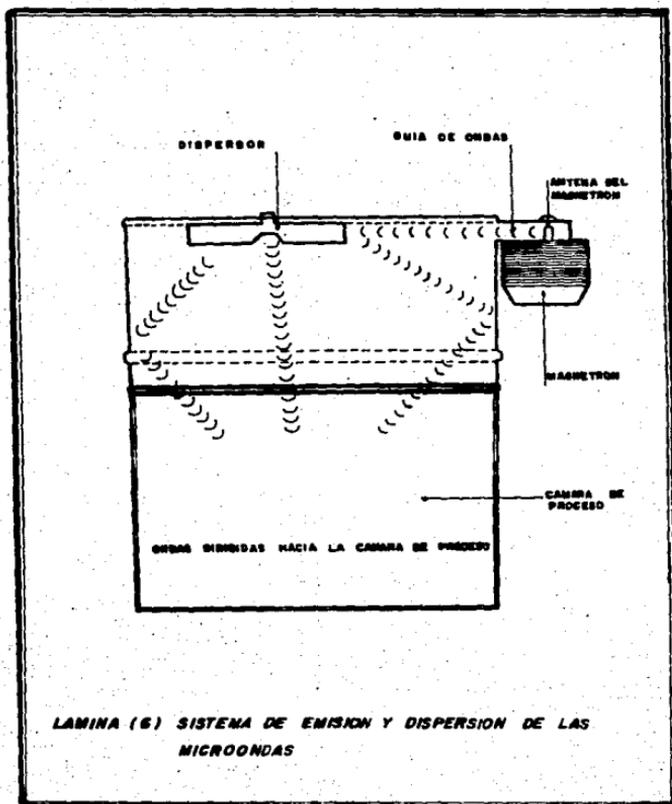
A) SISTEMA DE EMISIÓN Y DISPERSIÓN

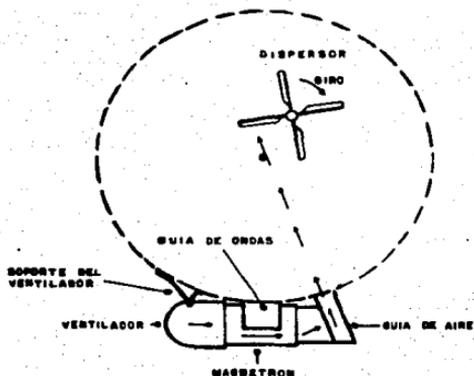
EL SISTEMA DE EMISIÓN Y DISPERSIÓN DE LA ENERGÍA SE PRESENTA GRÁFICAMENTE EN LA LÁMINA 6; DE LA ANTENA DEL MAGNETRÓN SALEN LAS MICROONDAS EN LÍNEA RECTA HACIA EL DISPERSOR, EL CUAL GIRA A UNA VELOCIDAD MUY BAJA; EL DISPERSOR REFLEJA LAS MICROONDAS EN TODAS DIRECCIONES PARA QUE SE PROYECTEN HACIA LA CÁMARA DE PROCESO.

B) SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO SE COMPONE DE UN VENTILADOR ELÉCTRICO Y DE LA GUÍA DE AIRE. AL PROVOCARSE LA CORRIENTE DE AIRE SE EFECTÚAN DOS FUNCIONES; LA DE DISMINUIR LA TEMPERATURA DEL MAGNETRÓN, CON ÉSTO SE EVITA EL SOBRECALENTAMIENTO, Y LA DE PROVOCAR EL MOVIMIENTO DEL DISPERSOR DE ONDAS - (VER LÁMINA 7).







LAMINA (7) SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

C) SISTEMA DE SEGURIDAD.

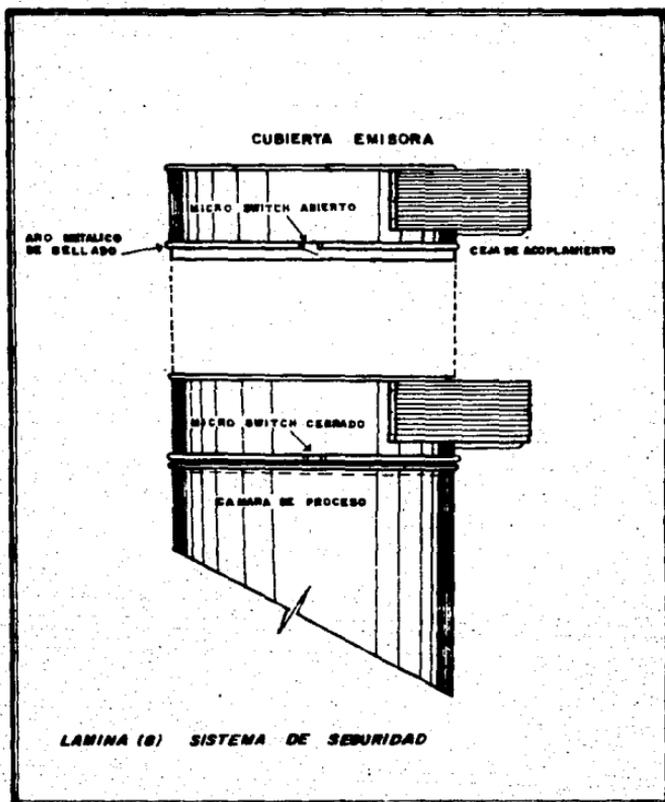
DEBIDO A QUE LA RADIACIÓN POR MICROONDAS ES SUMAMENTE PELIGROSA, LA CUBIERTA EMISORA DEBE CONTAR CON UN ARO METÁLICO QUE LE SIRVA DE SELLO, EN EL QUE SE INSTALARÁN MICROSUITCHES QUE INTERRUMPEN EL PASO DE LA CORRIENTE CUANDO LA DESINFESTADORA ESTÉ ABIERTA; ESTO QUIERE DECIR QUE EL PROCESO DE DESINFESTACIÓN CON LA EMISIÓN DE MICROONDAS SOLO PUEDE SER POSIBLE SI LOS MICROSUITCHES ESTAN ACTIVADOS Y ESTO OCURRE ÚNICAMENTE CUANDO LA CÁMARA DE CALENTAMIENTO ESTÁ PERFECTAMENTE CERRADA CON LA CUBIERTA (VER LÁMINA 8).

2. CAJA DEL TRANSFORMADOR

EL TRANSFORMADOR GENERALMENTE SE ENCUENTRA A UN LADO DEL MAGNETRÓN, EN LOS HORNO DE MICROONDAS COMERCIALES; SIN EMBARGO, POR CUESTIONES DE OPERATIVIDAD (PESO EXCESIVO), SE CONSIDERÓ PERTINENTE COLOCARLO DE FORMA INDEPENDIENTE EN UNA CAJA METÁLICA CON VENTILACIÓN NATURAL, CONECTADA AL CIRCUITO CON CABLES PROTEGIDOS CON TUBO 'CONDUIT' (VER LÁMINA 4).

3. CÁMARA DE PROCESO

LA CÁMARA DE PROCESO ES UN RECIPIENTE METÁLICO Y CI-



LÍNDRICO CUYA FUNCIÓN ES LA DE CONTENER EN SU INTERIOR EL MATERIAL EN PROCESO, IMPEDIR LA SALIDA DE LA ENERGÍA Y REFLEJARLA HACIA EL SUSTRATO; EN LA LÁMINA 9 SE PUEDE OBSERVAR QUE EN EL INTERIOR DE LA CÁMARA SE ENCUENTRA UN PLATO DE PLÁSTICO, EL CUAL TIENE COMO FUNCIÓN LA DE MANTENER CIERTA SEPARACIÓN ENTRE EL SUSTRATO Y LAS PAREDES DE LA CÁMARA PARA CON ELLO EVITAR QUE SE PIERDA CALOR POR CONDUCCIÓN Y TAMBIÉN PARA QUE EL MATERIAL EN PROCESO PRESENTE MAYOR SUPERFICIE DE EXPOSICIÓN A LA REFLEXIÓN DE LAS MICROONDAS.

3.2 INGENIERÍA DE DETALLE

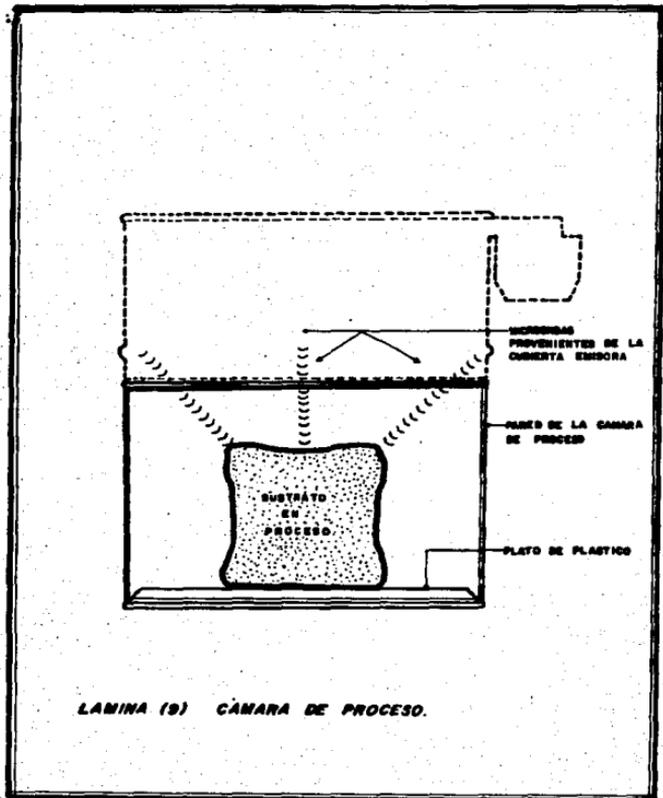
3.2.1 CUBIERTA EMISORA

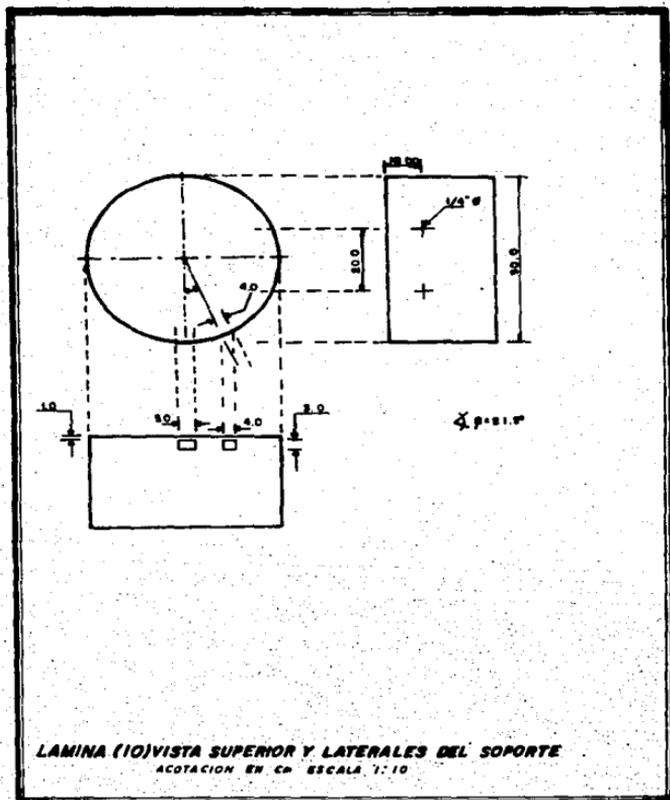
3.2.1.1 SOPORTE

EN EL SOPORTE O CHASIS DE LA CUBIERTA EMISORA VAN COLOCADOS A EXCEPCIÓN DEL TRANSFORMADOR, TODOS LOS DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS Y MECÁNICOS DEL SISTEMA DE EMISIÓN; ES DE FORMA CILÍNDRICA DESCUBIERTA EN LA PARTE SUPERIOR E INFERIOR, DE LÁMINA PREFERENTEMENTE DE ACERO INOXIDABLE DE 0.6 MM DE ESPESOR; SUS DIMENSIONES SE APRECIAN EN LA LÁMINA 10.

3.2.1.2 GUÍA DE ONDAS

LA GUÍA DE ONDAS ES DE LÁMINA DE FIERRO AL BAJO CARBÓN DE





0.6 MM DE ESPESOR, SU FUNCIÓN ES LA DE DIRIGIR LAS ONDAS QUE EMITE LA ANTENA DEL MAGNETRÓN HACIA EL DISPERSOR; SUS DIMENSIONES SON CALCULADAS POR LOS FABRICANTES Y VAN DE ACUERDO CON LA FRECUENCIA Y LONGITUD DE ONDA EMITIDA. EN LA LÁMINA 11 SE PUEDEN APRECIAR LAS MEDIDAS RECOMENDADAS PARA UNA FRECUENCIA DE 2,450 MHZ Y UNA AMPLITUD DE 12.245 CM, QUE SON LAS UTILIZADAS EN ESTE CASO.

3.2.1.3 Gufa DE AIRE

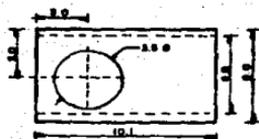
LA Gufa DE AIRE SE PUEDE CONSTRUIR DE LÁMINA DE FIERRO DE UN CALIBRE MENOR, 0.25 MM; SU FUNCIÓN ES LA DE CONDUCCIR EL AIRE QUE SALE DEL MAGNETRÓN HACIA EL INTERIOR DE LA CUBIERTA, EN DIRECCIÓN DEL DISPERSOR. SE COMPONE DE DOS PARTES QUE SE UNEN PERIMETRALMENTE A TOPE CON SOLDADURA DE ESTAÑO '50-50-Z', (VER LÁMINAS 12, 13 Y 14).

3.2.1.4 TAPA

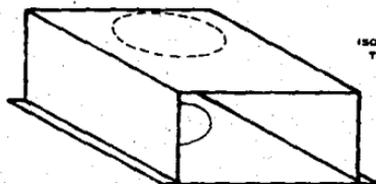
LA TAPA DE LA CUBIERTA EMISORA ES TAMBIÉN DE LÁMINA DE ACERO AL BAJA CARBÓN DE 0.6 MM DE ESPESOR, ES DE FORMA CIRCULAR Y SU FUNCIÓN ES LA DE IMPEDIR QUE LA ENERGÍA SALGA POR LA PARTE SUPERIOR DE LA CUBIERTA, EN ELLA VA COLOCADO EL DISPERSOR, VÉASE LÁMINA 15.

3.2.1.5 DISPERSOR DE ONDAS

EL DISPERSOR DE ONDAS ES UN VENTILADOR MUY LIGERO DE ALUMI-

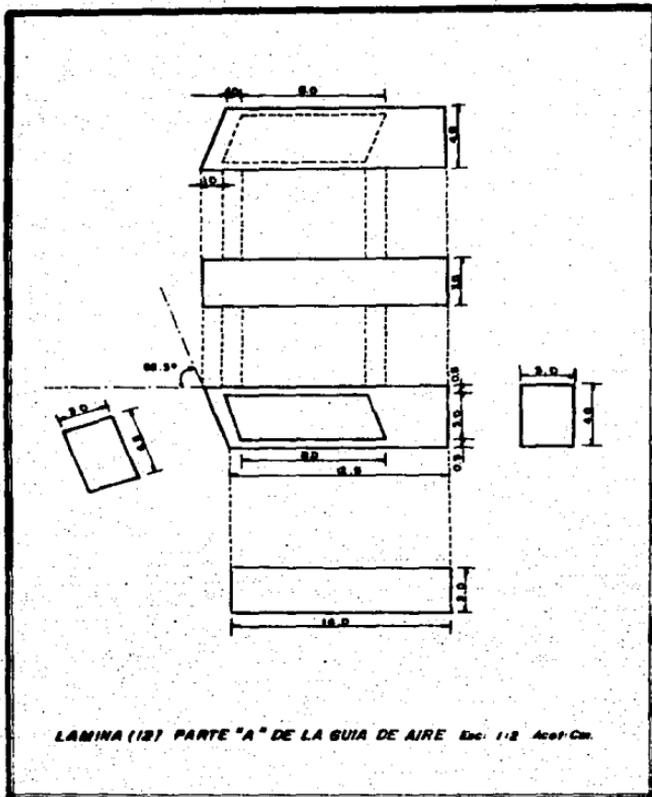


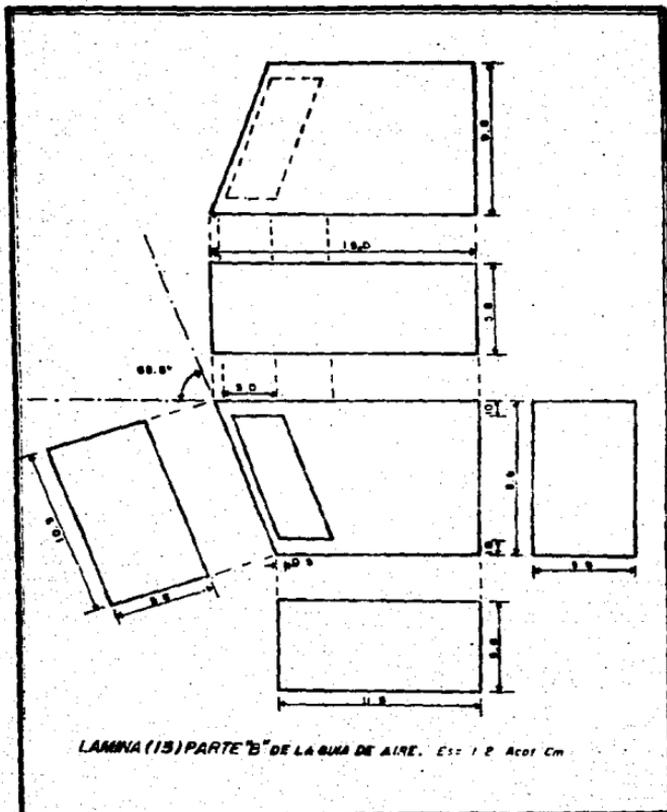
VISTA INFERIOR
 2/26/52

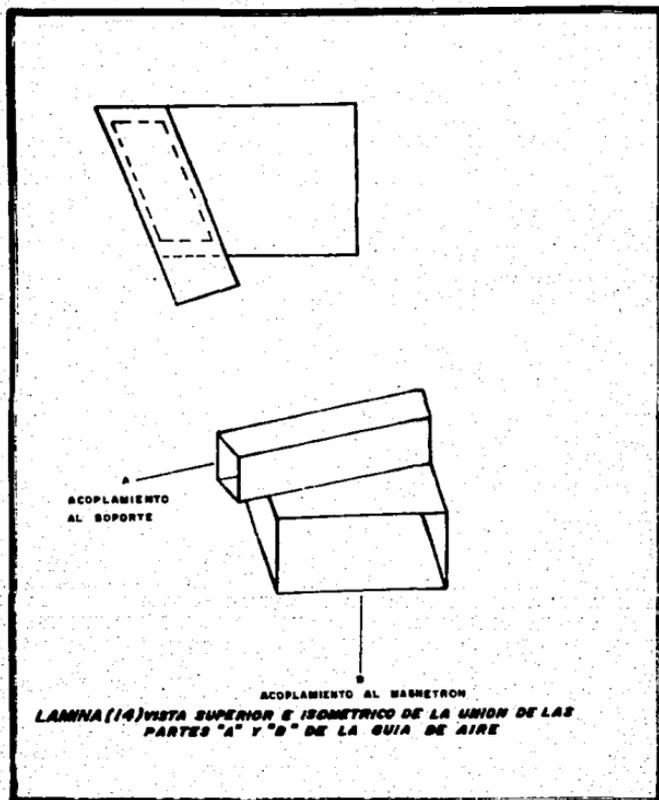


ISOM. VISTA SUPERIOR
 TAMAÑO NATURAL

LAMINA (II) VISTA INFERIOR E ISOMETRICO DE LA GUA DE ONDAS.
 EL ORIFICIO EN LA PARTE INFERIOR PARA LA COLOCACION DE LA
 ANTENA, PARTE POSTERIOR VA CERRADA, ABIERTA EN EL FRENTE.







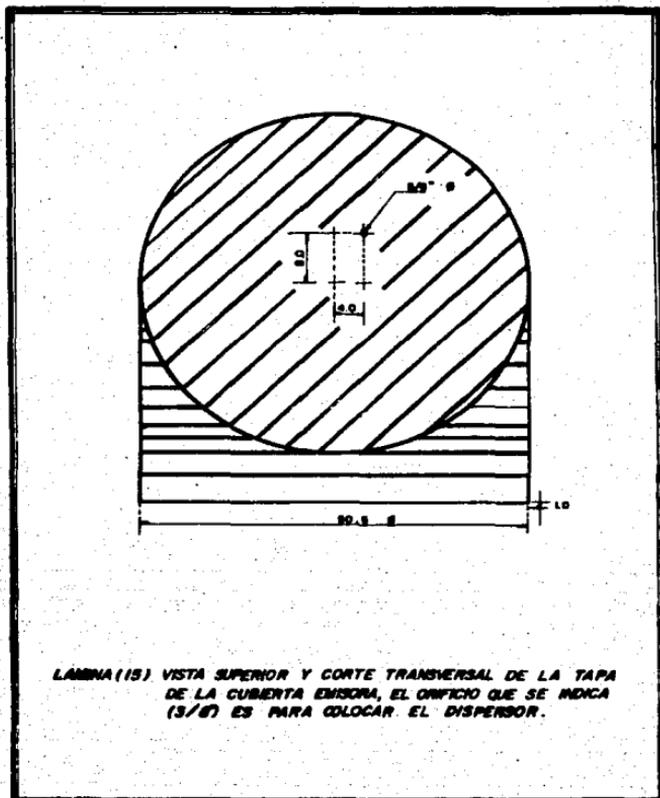


LÁMINA (19) VISTA SUPERIOR Y CORTE TRANSVERSAL DE LA TAPA DE LA CUBIERTA ENSORA, EL ORIFICIO QUE SE INDICA (3/8) ES PARA COLOCAR EL DISPENSOR.

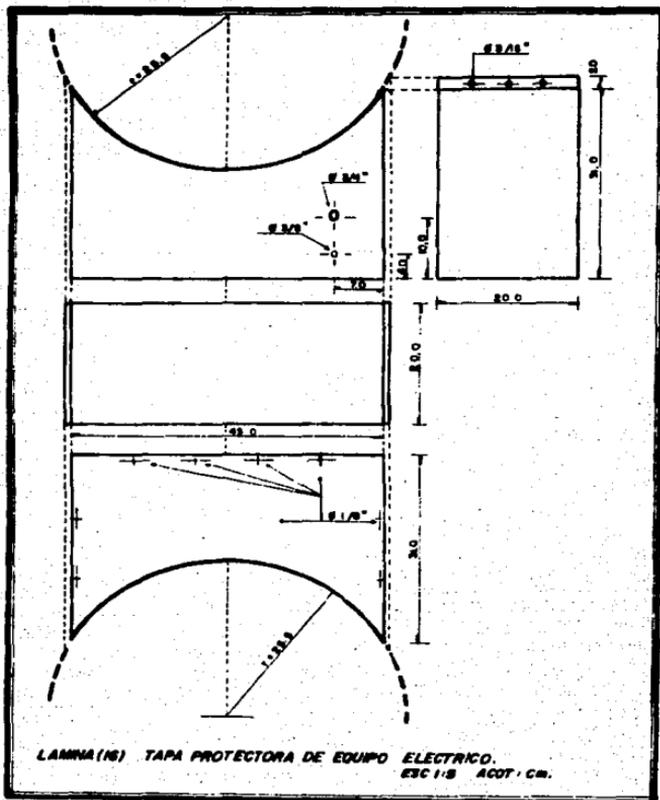
NIO, ES DE CUATRO ASPAS, TIENE UN DIÁMETRO DE 20.0 CM Y SU ESPESOR (ANCHO DE ASPAS) ES DE 4.0 CM.; SE PUEDE ADQUIRIR EN EL MERCADO DE EQUIPOS ELÉCTRICOS O ELECTRÓNICOS.

LA INCLINACIÓN NATURAL DE LAS ALETAS LE PERMITE GIRAR CON LA CORRIENTE DE AIRE QUE PROVIENE DE LA GUÍA, ADEMÁS REFLEJAR LAS MICROONDAS EN VARIAS DIRECCIONES EN EL INTERIOR DE LA CÁMARA (VER LÁMINAS 6 Y 7). ES IMPORTANTE HACER NOTAR QUE LA SUPERFICIE DEL DISPERSOR DEBE ESTAR PULIDA PARA LOGRAR UNA MAYOR EFICIENCIA DE REFLEJADO.

3.2.1.6 TAPA PROTECTORA DEL EQUIPO ELÉCTRICO

LA TAPA QUE CUBRE AL CIRCUITO ELÉCTRICO, ASÍ COMO A LOS COMPONENTES ELECTRÓNICOS, ES DE LÁMINA DE FIERRO DEL MISMO CALIBRE QUE EL DE LA TAPA DE LA CUBIERTA (0.6 MM), EN LA PARTE SUPERIOR DE ÉSTA VAN COLOCADOS LOS CONTROLES DE TIEMPO Y DE ENCENDIDO DEL SISTEMA DE EMISIÓN, LA TAPA SE SUJETA AL SOPORTE CON TORNILLOS PARA LÁMINA (PIJAS) DE 1/8 X 1/2 DE PULGADA.

TODAS LAS ARISTAS VAN SOLDADAS O REMACHADAS EXCEPTO LAS DE LA LÁMINA QUE CUBRE LA PARTE INFERIOR, ÉSTA VA ATORNILLADA CON 'PIJAS' DE 3/16" X 3/8" (VER LÁMINA 16).



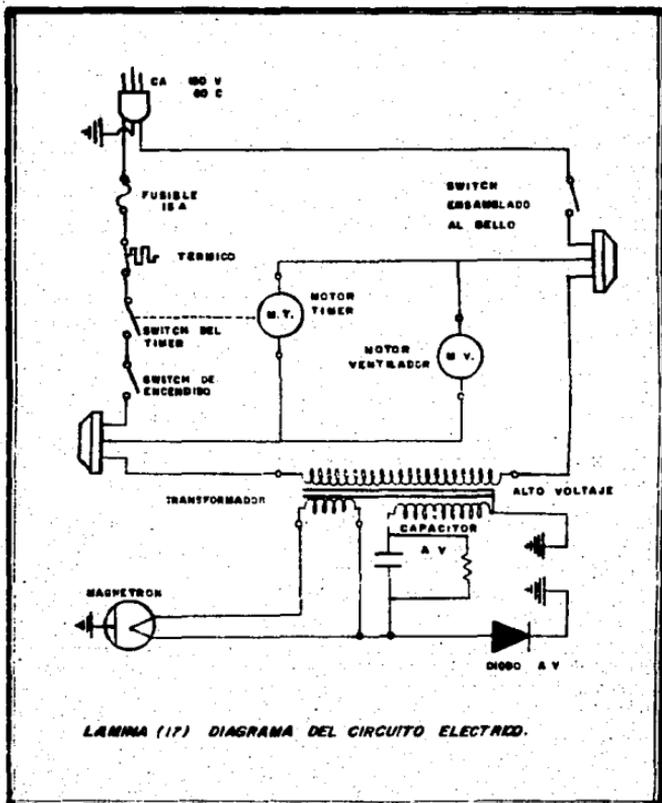
3.2.1.7 SELLO METÁLICO

EN EL SOPORTE DE LA CUBIERTA EMISORA A 5 CM. DEL EXTREMO INFERIOR Y EN EL EXTERIOR, SE COLOCA UN CINTURÓN QUE PUEDE SER DE ALUMINIO O DE ACERO INOXIDABLE, EL SELLO ES UN ARO PLANO CUYAS MEDIDAS SON LAS SIGUIENTES: DIÁMETRO INTERIOR 54,5 CM., DIÁMETRO EXTERIOR 58,0 CM.

EL SELLO METÁLICO TIENE TRES FUNCIONES: PRIMERA.- IMPEDIR LA SALIDA DE LAS MICROONDAS QUE PUDIERAN PASAR POR EL TRASLAPE DE CIERRE DE LA CÁMARA; SEGUNDA.- SERVIR DE TOPE PARA EL CERRADO, Y TERCERA.- SUJETAR LOS MICROSWITCHES DE SEGURIDAD (VER LÁMINA 8).

3.2.1.8 CIRCUITO ELÉCTRICO

EL DIAGRAMA DEL CIRCUITO ELÉCTRICO DE LA DESINFESTADORA SE PRESENTA EN LA LÁMINA 17, Y LOS COMPONENTES DEL MISMO SE ENUMERAN EN EL CUADRO 1.



CUADRO 1. COMPONENTES DEL CIRCUITO ELÉCTRICO

No.	CANT.	DESCRIPCIÓN
1	1	PZA. MAGNETRÓN, DE 500 W, CA.
2	1	" TRANSFORMADOR, 120-4000 V, DE CA.
3	1	" CAPACITOR DE AV., 2100 W VAC, 0.77 MF.
4	1	" DIODO DE AV.
5	1	" CONTROLADOR DE TIEMPO ("TIMER"), 35 MIN. 120 V.
6	1	" VENTILADOR TIPO TURBINA, CON SALIDA 10 X 6 CM, DE 120 V Y 250 A.
7	1	" SWITCH DE BOTÓN, CIRCULAR LARGO, DE 120 V, 30 A.
8	2	" MICROSWITCH DE BAQUELITA, BOTÓN OCULTO, DE 120 V.
9	1	" TÉRMICO (FUSIBLE TÉRMICO) DE 20 A, MICRO.
10	1	" PORTA FUSIBLE DE PORCELANA, RECTANGULAR TIPO AUTO.
11	1	" FUSIBLE DE 15 A, TIPO TUBO DE PORCELANA.
12	1	" CLAVIJA ATERRIZADA (TRES PATAS) 120 V, 250 A.
13	2	" CONECTOR TIPO CAMPANA, AISLANTE.
14	3	" CABLE FLEXIBLE, UN POLO DEL No. 16.
15	5	" CABLE FLEXIBLE, UN POLO DEL No. 14 PARA AV.
16	1.5	" TUBO 'CONDUIT' DE ½ PULGADA DE DIÁMETRO FLEXIBLE MET.
17	1.5	" CABLE TW/3 No. 16 (TRES HILOS).

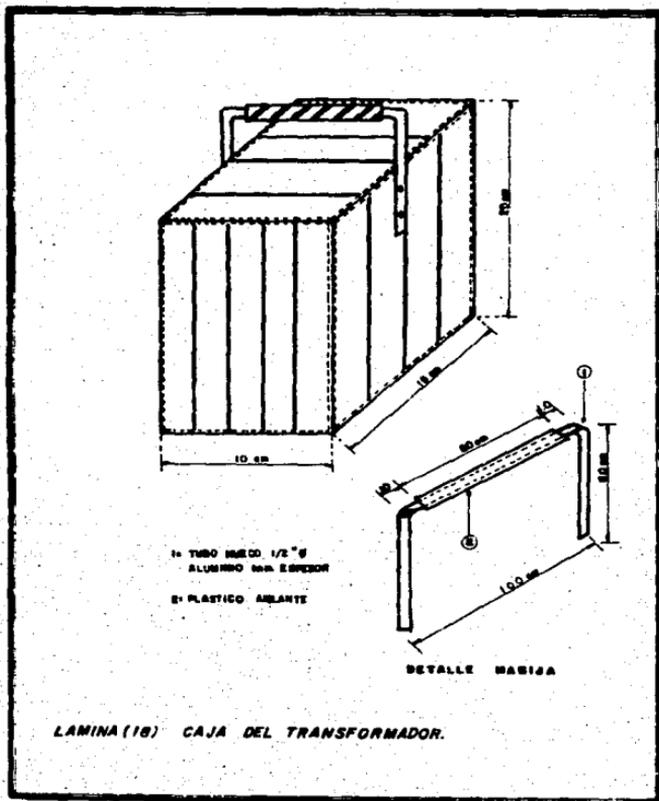
3.2.2 CAJA DEL TRANSFORMADOR

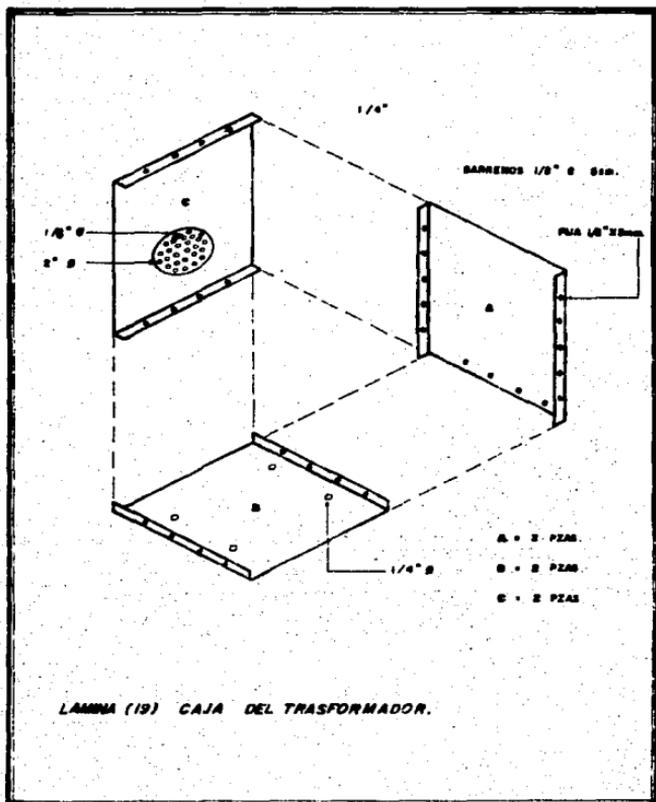
LA CAJA DEL TRANSFORMADOR ES EL RECIPIENTE QUE PROTEGERÁ A ÉSTE DE LA INTEMPERIE Y AYUDARÁ A TRANSPORTARLO REDUCIENDO EL RIESGO DE AVERÍAS POR GOLPES, SU FORMA Y DIMENSIONES SE DETERMINAN POR LAS DEL TRANSFORMADOR, LAS CUALES SON: LARGO 13 CM, ANCHO 8 CM Y ALTO 18 CM; ES IMPORTANTE CONSIDERAR QUE ÉSTA PIEZA ELÉCTRICA GENERA CALOR Y ELECTRICIDAD DE ALTO VOLTAJE, POR LO QUE LAS PAREDES DE LA CAJA DEBERÁN ESTAR SEPARADOS DE SU SUPERFICIE A UNA DISTANCIA NO MENOR A 1 CM. ASÍ TENEMOS QUE LAS MEDIDAS ADECUADAS DE LA CAJA, SERÁN DE 15 CM X 10 CM X 20 CM, COMO SE INDICA EN LA LÁMINA 18.

PARA SU CONSTRUCCIÓN SE ELIGIÓ LA LÁMINA DE ALUMINIO CALIBRE 22 (0.76 MM DE ESPESOR), DADO QUE ÉSTE MATERIAL ES LIGERO, BUEN CONDUCTOR DEL CALOR Y RESISTENTE A LA CORROSIÓN. EL ARMADO (LÁMINA 19) SE RECOMIENDA CON TORNILLOS DE PUNTA (PIJAS) DE 3/32" X 1/4".

3.2.3 CÁMARA DE PROCESO

LA CÁMARA DE PROCESO ES UNA CAVIDAD AISLADA DEL MEDIO POR UNA PARED METÁLICA QUE TIENE COMO CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES EL NO ABSORBER LA ENERGÍA, NO TRANSMITIRLA Y REFLEJARLA AL INTERIOR. LA FORMA QUE MÁS VENTAJAS OFRECE ES LA



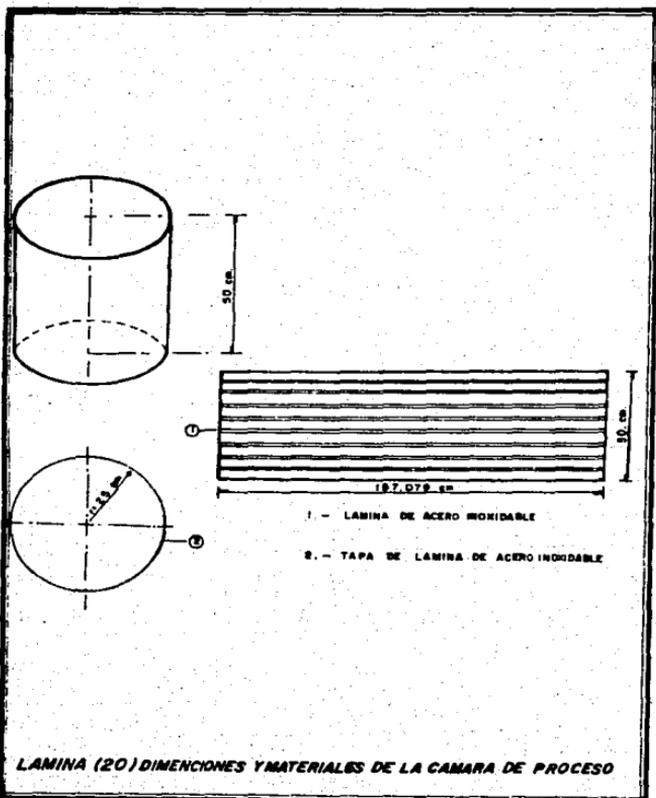


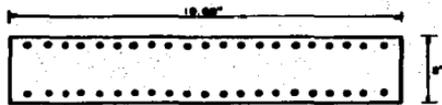
CILÍNDRICA (VER APÉNDICE IV) YA QUE CON ÉSTA SE LOGRA:

- A) FÁCIL CONSTRUCCIÓN
- B) BUENA RESISTENCIA ESTRUCTURAL
- C) MINIMIZAR COSTOS
- D) FÁCIL TRANSPORTE, Y
- E) MAYOR REFLEXIÓN DE LAS MICROONDAS.

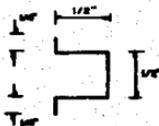
LAS DIMENSIONES DE LA CÁMARA (LÁMINA 20), FUERON DETERMINADAS EN BASE A LA CANTIDAD DEL SUSTRATO REQUERIDO EN EL PROCESO; EN LOS CÁLCULOS DEL VOLUMEN (APÉNDICE IV) SE EXPLICA AMPLIAMENTE EL ORIGEN DE ESTAS MEDIDAS. EL MATERIAL PARA SU CONSTRUCCIÓN SERÁ LA LÁMINA DE ACERO INOXIDABLE - AUSTENÍTICO DE LA SERIE 300, CALIBRE 22 (0.76 MM DE ESPESOR) PUESTO QUE SE PUEDE ADQUIRIR EN EL MERCADO NACIONAL Y REUNE LAS CARACTERÍSTICAS ÓPTIMAS PARA ESTE DISEÑO COMO SON: A) EXCELENTE REFLEXIÓN DE MICROONDAS, B) ES RESISTENTE A LA CORROSIÓN, Y C) FÁCIL MANTENIMIENTO.

CON EL OBJETO DE PROPORCIONAR MAYOR RIGIDEZ A LA PARTE SUPERIOR DE LA CÁMARA DE PROCESO, SE COLOCARÁ UN ARO METÁLICO QUE A LA VEZ FUNCIONE COMO SOPORTE DE LA CUBIERTA EMISORA. ESTE SE CONSTRUIRÁ COMO SE INDICÁ EN LA LÁMINA 21, CON ACERO AL CARBÓN DEL MISMO CALIBRE DEL DE LA CÁMARA.





BARRENDOS DE $\frac{1}{8}'' @ 1''$



**LAMINA (2) DOBLADO DE LA LAMINA Y ROLADO PARA
ARMAR EL ARO.**

4. PRESUPUESTO

4.1 MATERIALES

POR CUESTIONES DE DISPONIBILIDAD DE LOS MATERIALES EN EL MERCADO, EL PRESUPUESTO SE ORDENÓ EN DOS LISTADOS. EN EL PRIMERO (CUADRO 2), SE ENCUENTRAN TODAS LAS PARTES ELÉCTRICAS Y SUS PRECIOS SE PROPORCIONAN EN DÓLARES, DEBIDO A QUE EN SU MAYORÍA SON DIFÍCILES DE LOCALIZAR EN EL MERCADO NACIONAL; POR EJEMPLO, EL MAGNETRÓN QUE ES LA PIEZA -- ELECTRÓNICA MÁS IMPORTANTE, NO EXISTE EN EL PAÍS, LAS -- OTRAS PARTES SÍ SE PUEDEN CONSEGUIR EN EL MERCADO NACIONAL, PERO SON DE IMPORTACIÓN; POR EJEMPLO EL 'TIMER', EL CAPACITOR, EL VENTILADOR TIPO TURBINA Y LOS MICROSWITCHES, OTRAS COMO EL TRANSFORMADOR Y EL DISPERSOR DE ONDAS SE -- PUEDEN FABRICAR SOBRE PEDIDO, PERO A PRECIOS MÁS ELEVADOS DE LOS QUE SE PRESENTAN.

EN EL SEGUNDO LISTADO (CUADRO 3), SE ENUMERAN TODOS LOS MATERIALES QUE SON FÁCILMENTE ADQUIRIBLES EN EL MERCADO NACIONAL Y SON DE MENOR COSTO QUE EN EL EXTRANJERO.

CUADRO 2. MATERIALES DE IMPORTACIÓN. PRECIOS AL MES DE DICIEMBRE DE 1987, COTIZADOS EN LA CIUDAD DE LOS ANGELES, CAL., U.S.A.

CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO \$ U.S.
MAGNETRÓN, 500 W	1	65.00
TRANSFORMADOR 120-4000 V, CA	1	43.00
CAPACITOR DE AV, 2100 WVAC, 0.77 MF	1	1.46
DIODO, AV	1	0.15
TIMER DE 35 MINUTOS, MOTOR 120 V	1	15.50
VENTILADOR TIPO TURBINA, MOTOR DE 120 V	1	32.15
SWITCH MICRO RECTANGULAR DE BAQUELITA, DE 120 V	2	2.20
CONECTOR TIPO CAMPANA PARA AISLAR AMARRES	2	0.10
AGITADOR DE 4 ASPAS, ALUMINIO DE 8" DE DIÁMETRO POR 2" DE ESPESOR	1	3.75
T O T A L -		<u>163.31</u>

CUADRO 3. MATERIALES DE FABRICACIÓN NACIONAL. PRECIOS AL MES DE MAYO DE 1988, EN LA CIUDAD DE MÉXICO, D.F.

CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO \$ MEX.
SWITCH DE BOTON, CIRC. 120 V	1	\$ 2,800.00
FUSIBLE TERMICO, MICRO DE 20 A	1	4,500.00
FUSIBLE DE 15 A, TIPO TUBO DE PORCELANA	1	1,950.00
PORTA FUSIBLE PORCELANIZADO, RECTANGULAR TIPO AUTO	1	2,500.00
CLAVIJA ATRERIZADA 129 V, 250 A	1	3,500.00
CABLE FLEXIBLE, UN POLO #16	3 Mts.	3,600.00
CABLE FLEXIBLE TW/3, TRES POLOS	1.5 "	6,000.00
CABLE FLEXIBLE DE UN POLO #14 av	5 "	9,000.00
TUBO "CONDUIT" FLEXIBLE DE 1/2", METALICO	1.5 "	4,500.00
LAMINA DE ACERO INOXIDABLE AUST. 5,300 CALIBRE 22	2 M2	195,000.00
LAMINA DE ALUMINIO CALIBRE 22"	0.2 "	15,000.00
LAMINA DE ACERO AL BAJO CARBON, CALIBRE 22	1 "	20,000.00
LAMINA DE ACERO AL BAJO CARBON, CALIBRE 32	0.01 "	3,000.00
TORNILLOS (VARIOS) CON TUERCA 1/8" X 1/2", AC		3,000.00
SOLDADURA PARA ACERO INOXIDABLE SOLTEC 308 A SWS E 308-16	1 Kg.	15,000.00
SOLDADURA DE ESTAÑO 50-50 (ROLLO)	1 Pza.	8,000.00
REMACHES DE ALUMINIO 1/8" X 1/4"		2,000.00
ASAS (JALADERAS DE PUERTA), ALUMINIO 8 x 1 1/4", CON SOPORTES Y TORNILLOS	2 "	20,000.00
PINTURA ESMALTE	1 Lto.	8,500.00
THINNER	2 "	2,500.00
T O T A L		\$ 292,000.00

4.2 MANO DE OBRA

EN CUANTO A LOS COSTOS DE MANO DE OBRA PARA EL ARMADO DE LA DESINFESTADORA, SE CONSIDERAN NULOS DADO QUE UNO DE LOS OBJETIVOS DE ESTE TRABAJO FUE EL DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA DESINFESTADORA. SIN EMBARGO, PARA CUESTIONES DE ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO PARA PRESUPUESTO SE ESTIMÓ EN EL MES DE ENERO DE 1988 EN \$130,000.00 (CIENTO TREINTA MIL PESOS M.N.)

4.3 COSTO DE MAQUILA

EL COSTO QUE HAY QUE INCLUIR EN ESTE ASPECTO ES EL DE ENROLLADO Y SOLDADO DE LA LÁMINA, YA QUE ESTO REQUIERE DE MAQUINARIA Y PERSONAL ESPECIALIZADO. EL PRECIO ESTIMADO PARA MAQUILAR LA CUBIERTA Y LA CÁMARA DE PROCESO EN ACERO INOXIDABLE, PARA EL MES DE ENERO DE 1988 FUE DE - - - - \$125,000.00 (CIENTO VEINTICINCO MIL PESOS M.N.)

4.4. COSTO TOTAL

SI SE CONSIDERA QUE EN EL MES DE JULIO DE 1988, EL TIPO DE CAMBIO DEL DOLAR FRENTE AL PESO MEXICANO FUE DE - - - \$2,300.00, ENTONCES EL COSTO DE LAS PARTES DE IMPORTACIÓN SERÁ DE \$375,613.00 (TRESCIENTOS SETENTA Y CINCO MIL SEISCIENTOS TRECE PESOS M.N.) EN EL CUADRO NO. 4 SE PUEDE -

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

79.

APRECIAR QUE EL COSTO TOTAL DE FABRICACIÓN DE LA DESINFES-
TADORA DE SUELO POR MICROONDAS ES DE \$922,613.00 (NOVE-
CIENTOS VEINTIDOS MIL SEISCIENTOS TRECE PESOS M.N.).

CUADRO 4. COSTO TOTAL. LAS CANTIDADES CITADAS SE DAN
EN MONEDA NACIONAL

COSTO DE PARTES DE IMPORTACIÓN	\$ 375,613.00
COSTO DE MATERIALES DEL PAÍS:	292,000.00
COSTO DE MANO DE OBRA	130,000.00
COSTO DE MAQUILA	<u>125,000.00</u>
T O T A L \$	<u>922,613.00</u>

5. CONSTRUCCION

5.1. TALLER

PARA EFECTUAR LOS TRABAJOS DE CORTE DE LA LÁMINA, ARMADO DE LAS PIEZAS, ASÍ COMO EL ENSAMBLE TOTAL DE LA DESINFESTADORA DE SUELO FUE NECESARIO IMPROVISAR UN PEQUEÑO TALLER; EN ÉL SE INSTALÓ UN BANCO DE TRABAJO CON TORNILLO PRENSA, ASÍ COMO UNA MESA CONSTRUÍDA CON SOLERA "ÁNGULO" DE 1/8" X 3/4" Y TABLAS DE MADERA.

5.2 HERRAMIENTAS UTILIZADAS

LAS HERRAMIENTAS QUE SE UTILIZARON EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA DESINFESTADORA, FUERON LAS SIGUIENTES:

- TIJERAS PARA CORTAR LÁMINA
- PINZAS DE PRESIÓN, DE "MECÁNICO", ELECTRICISTA, CORTE Y DE PUNTA
- DESARMADORES VARIOS TAMAÑOS; PLANOS, DE CRUZ Y DE DADO
- MARTILLOS, VARIOS TAMAÑOS
- MARROS DE GOMA Y DE FIERRO
- VERNIER
- TALADRO CON VARIAS BROCAS
- SEGUETA CON ARCO
- ESMERIL
- LIMAS; TRIANGULAR, PLANA Y CIRCULAR

- COMPRESORA Y PISTOLA
- EQUIPO DE OXICORTE
- CAUTÍN ELÉCTRICO
- REMACHADORA.

5.3. SUSTITUCIÓN DE MATERIALES

AÚN CUANDO LOS AUTORES CONSULTADOS RECOMIENDAN EL ACERO INOXIDABLE Y EL ALUMINIO COMO LOS MEJORES REFLEJANTES DE LAS MICROONDAS, EN LOS HORNOS DOMÉSTICOS Y COMERCIALES SE UTILIZA EL FIERRO Y EL ACERO AL BAJO CARBÓN EN LAS PAREDES DE LA CAVIDAD, ÚNICAMENTE RECUBIERTAS CON PINTURA DE ESMALTE. ESTO SEGURAMENTE LOS HACE MENOS EFICIENTES, PERO EL COSTO DE LOS MATERIALES JUSTIFICA EL CAMBIO.

POR RAZONES ECONÓMICAS Y FALTA DE INSTALACIONES APROPIADAS, HUBO LA NECESIDAD DE SUSTITUIR LA LÁMINA DE ACERO INOXIDABLE, POR UNA AL BAJO CARBÓN; ESTO HACE MÁS ECONÓMICO EL EQUIPO CONSTRUÍDO Y CUMPLE CON LOS OBJETIVOS TRAZADOS PARA EL PRESENTE TRABAJO DE TESIS YA QUE SE RESPETAN LOS REQUISITOS DEL DISEÑO.

LA SUSTITUCIÓN DEL MATERIAL SE EFECTUÓ DE HECHO EN LAS TRES PARTES DE LA DESINFESTADORA; EN LA CUBIERTA EMISORA, EN LA CÁMARA DE PROCESO Y EN LA CAJA DEL TRANSFORMADOR.

EN LA CUBIERTA EMISORA, LA LÁMINA CALIBRE 22 DE ACERO AL BAJA CARBÓN SE SUSTITUYE POR UNA DE FIERRO CALIBRE 24 GALVANIZADA, LAS MEDIDAS DE DISEÑO PERMANECEN IGUALES.

RESPECTANDO ASÍMISMO, LAS MEDIDAS DE DISEÑO DEL SOPORTE, EL SELLO METÁLICO Y LA TAPA DE LA CUBIERTA EMISORA, FUERON - SUSTITUÍDOS POR UN CILINDRO (TAMBO) DE 100 LITROS, COMO SE MUESTRA EN LA LÁMINA 22.

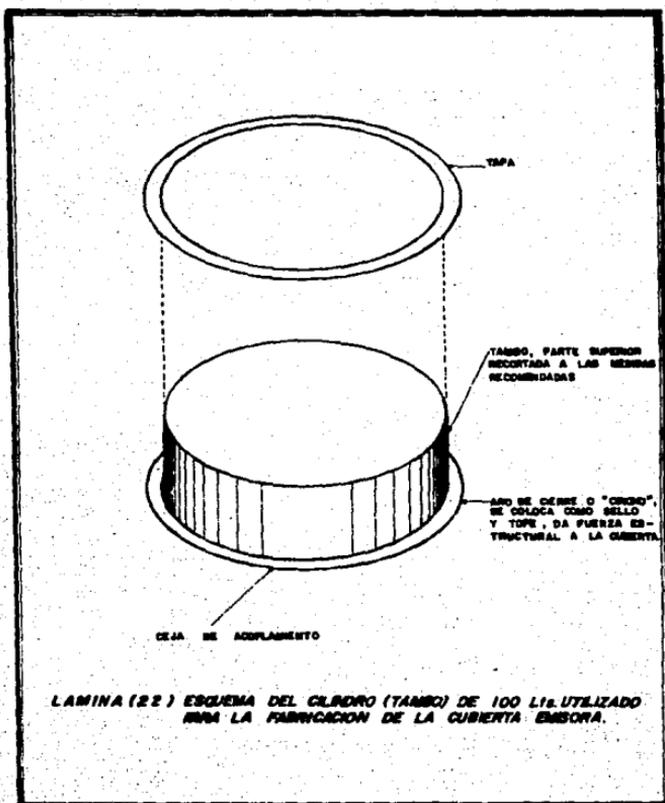
LA CÁMARA DE PROCESO SE SUSTITUYÓ IGUALMENTE CON UN TAMBO DE 100 LITROS, CON ESTO SE VARÍA EL VOLUMEN DE DISEÑO; SIN EMBARGO, EN LAS PRUEBAS REALIZADAS NO SE APRECIARON CAMBIOS SUSTANCIALES DE EFICIENCIA (VER APÉNDICE II). ADEMÁS, COMO EL TAMBO NO SE MODIFICÓ EN FORMA MÍNIMA, RESULTÓ MÁS PRÁCTICO Y DE MENOR COSTO QUE CON EL DISEÑO ORIGINAL.

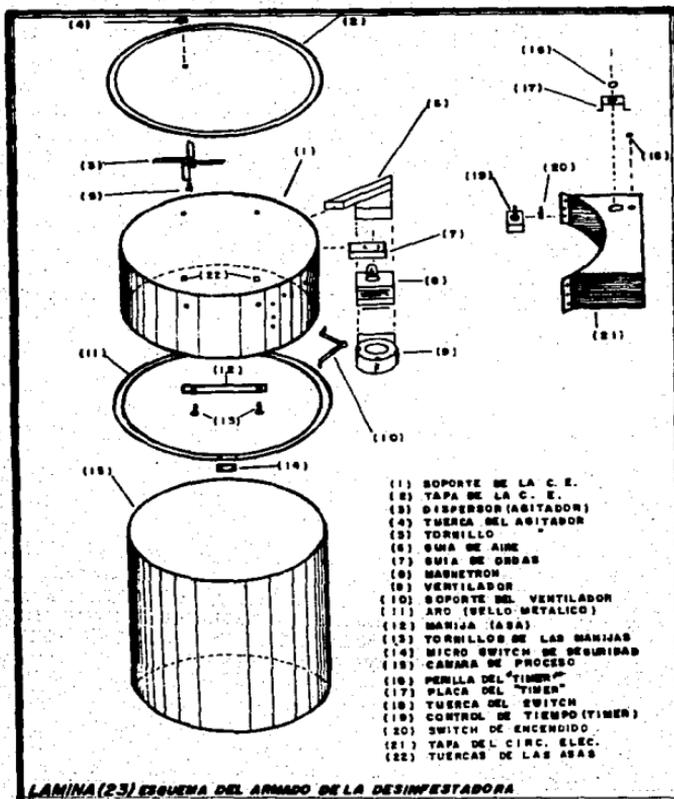
5.4 ARMADO

LA SECUENCIA EN EL ARMADO DE LA DESINFESTADORA SE PRESENTA GRÁFICAMENTE EN LA LÁMINA 23, EL ENSAMBLE DE LA CAJA DEL TRANSFORMADOR -NO INCLUIDA EN LA PRUEBA-, SE PUEDE APRECIAR EN LA LÁMINA 19 DE PÁGINAS ANTERIORES.

5.5 COSTO DE CONSTRUCCIÓN

DEBIDO A LA SUSTITUCIÓN DE MATERIALES SE OBTUVO UN AHORRO





CUADRO 5. COSTO DE CONSTRUCCIÓN

R U B R O	COSTO ESTIMADO EN DISEÑO (\$)	SUSTITUCIONES	COSTO DE CONSTRUCCION (\$)	DIFERENCIA (CED - CC)
MATERIAL DE IMPORTACION	375,613	-	375,613	-
MATERIAL DE TRABAJO NACIONAL:				
NO SUJETO A SUST.	47,000	-	47,000	-
LAMINA DE ACERO INOXIDABLE AUST. 5,300 CALIBRE 22	195,000	CILINDRO DE LAMINA DE FIERRO (2 Pzs.)	20,000	-175,000
SOLDADURA S-308 A SWS E-308-16	15,000	-	-	- 15,000
LAMINA DE ACERO AL B.C. CAL. 22	20,000	LAMINA GALVANIZADA CALIBRE 22	20,000	-
LAMINA DE ALUMINIO CALIBRE 22	15,000	CAJA USADA DE LAMINA DE ALUMINIO Y FIERRO DE 16 X 10 X 22.5 Cm.	15,000	-
MANO DE OBRA	130,000	-	-	-130,000
MAQUILA	125,000	-	-	-125,000
S U M A	922,613		477,613	-445,000
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION:			\$ 477.613.00	

CONSIDERABLE CON RESPECTO AL PRESUPUESTO DE DISEÑO, DESARROLLADO ANTERIORMENTE EN EL CAPÍTULO 4, DE TAL FORMA QUE PARA EFECTUAR EL CÁLCULO DEL COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN SE MODIFICÓ LA LISTA DE LOS MATERIALES DE FABRICACIÓN NACIONAL (CUADRO 3), EXCLUYÉNDOSE LA LÁMINA DE ACERO INOXIDABLE Y LA SOLDADURA, AGREGÁNDOSE EL PRECIO DE LOS 'TAMBOS' DE LÁMINA DE FIERRO DE 100 LITROS. DEL CUADRO 4 SE EXCLUYEN LOS COSTOS DE MANO DE OBRA Y DE MAQUILA, OBTENIÉNDOSE UN COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN DE \$477,613.00 (CUATROCIENTOS SETENTA Y SIETE MIL SEISCIENTOS PESOS M.N.), COMO SE PUEDE APRECIAR EN EL CUADRO 5.

5.6 PRODUCTO TERMINADO

5.6.1 ESPECIFICACIONES

VOLUMEN:

CÁMARA DE PROCESO	100.2	DM ³
CUBIERTA EMISORA	72.2	DM ³
CAJA DEL TRANSFORMADOR	3.5	DM ³
VOLUMEN TOTAL	175.9	DM ³

Volumen máximo aprovechable en el proceso 50.0 DM³

PESO:

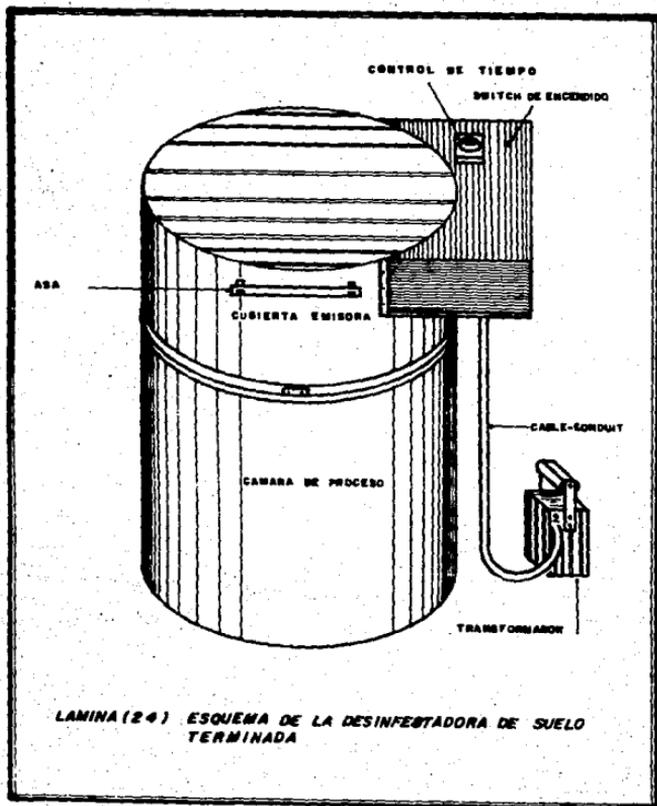
CÁMARA DE PROCESO	3.80 KG.
TRANSFORMADOR C/CAJA	5.65 KG.
CUBIERTA EMISORA	12.00 KG.
PESO TOTAL	21.45 KG.

ALIMENTACIÓN:

CORRIENTE ELÉCTRICA DOMÉSTICA 120 v, 60 c.

POTENCIA:

500 W, CON UNA VELOCIDAD TEÓRICA DE PROCESO DE 0.005 KG/SEG.
(18 KG. DE SUELO PROCESADO EN UNA HORA).



LAMINA (24) ESQUEMA DE LA DESINFECTADORA DE SUELO
TERMINADA

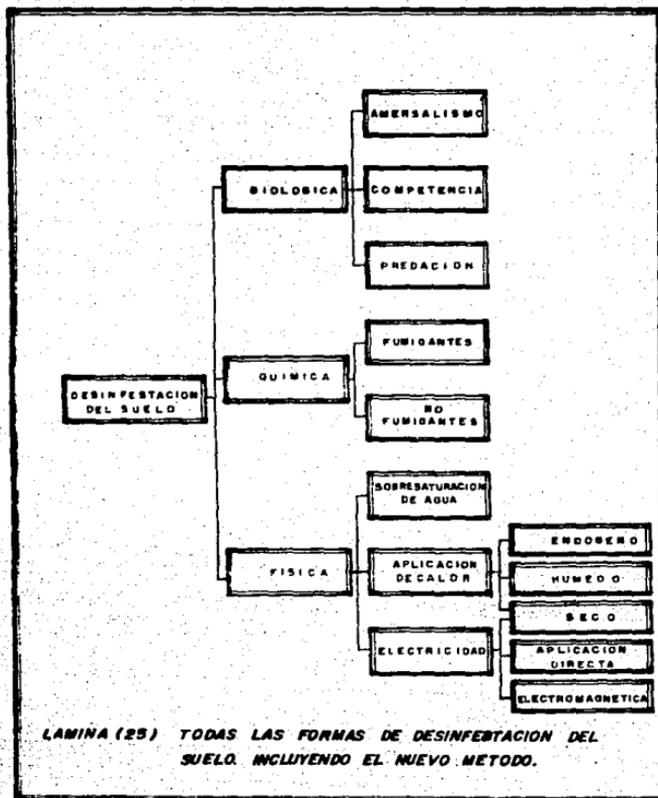
6. CONCLUSIONES

EN EL PROCESO DE PROPAGACIÓN DE PLANTAS TANTO DE VIVEROS COMO EN INVERNADEROS, ES IMPRESCINDIBLE REALIZAR LA DESINFESTACIÓN DE LAS MEZCLAS DE SUELO QUE SE UTILIZAN.

CON LA CONCLUSIÓN DEL PRESENTE TRABAJO SE PROPONE UNA NUEVA FORMA PARA DESINFESTAR EL SUELO, LA CUAL QUEDA DEFINIDA COMO "DESINFESTACIÓN ELECTROMAGNETICA", YA QUE EN EL PROCESO SE CONVIERTE A LA ENERGÍA ELÉCTRICA DOMÉSTICA EN ENERGÍA DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS MUY CORTAS (MICROONDAS), - - ASIMISMO, EN LA LÁMINA 25 PROPONEMOS UN ORDENAMIENTO PARA EL ESTUDIO DE LOS DIFERENTES MÉTODOS QUE SE EMPLEAN ACTUALMENTE EN EL TRATAMIENTO DE SUELOS.

EN CUANTO A LA DESINFESTADORA DE SUELO POR MEDIO DE MICROONDAS QUE DISEÑAMOS Y CONSTRUÍMOS, SE CONCLUYE LO SIGUIENTE:

1. LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA DE CALENTAMIENTO POR MICROONDAS, ASÍ COMO LA SUSTITUCIÓN DE ALGUNOS MATERIALES, ABATIERON LOS COSTOS DE TAL FORMA QUE AÚN SIN FINANCIAMIENTO FUE POSIBLE SU CONSTRUCCIÓN, RESULTANDO ÉSTA - MUY ECONÓMICA (30% DEL PRECIO DE UN EQUIPO DE AUTOCLAVE DE CAPACIDAD SIMILAR).



2. LA ELIMINACIÓN DEL RIESGO DE SOBRECALENTAMIENTO, LA HOMOGENEIDAD, EL RÁPIDO Y CONSTANTE INCREMENTO DE LA TEMPERATURA DEL SUSTRATO EXPUESTO A LAS MICROONDAS, SON CONDICIONES QUE HACEN DE ESTE MÉTODO EL ADECUADO PARA LA DESINFESTACIÓN FÍSICA DEL SUELO.
3. LA OPERACIÓN DE LA DESINFESTADORA DE MICROONDAS RESULTÓ SER MUY PRÁCTICA, Y SIGUIENDO LAS RECOMENDACIONES PLANTEADAS EN EL APÉNDICE V, PUEDE CONSIDERARSE COMO UN MÉTODO SEGURO.
4. CON LA CAPACIDAD TEÓRICA DE LA DESINFESTADORA NO SE CUBRE EL VOLUMEN REQUERIDO PARA EL INVERNADERO; PARA CUBRIR ESTE REQUERIMIENTO SE DEBE UTILIZAR UN MAGNETRÓN DE 1000 W (DE DOBLE POTENCIA AL UTILIZADO), LO QUE OCASIONARÍA UN INCREMENTO DEL 75% DEL COSTO DE LOS MATERIALES DE IMPORTACIÓN. POR TAL MOTIVO, PARA ALCANZAR LA CAPACIDAD REQUERIDA (PASAR DEL 54 AL 100%), ES NECESARIO CONTAR CON FINANCIAMIENTO.

7. RECOMENDACIONES

LAS MICROONDAS SON RADIACIONES SUMAMENTE PELIGROSAS; AUNQUE EL EQUIPO DISEÑADO CUENTA CON LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA EVITAR ACCIDENTES, SE RECOMIENDA TENER CUIDADO EN SU OPERACIÓN. ANTES DE PONER A FUNCIONAR LA DESINFESTADORA DE MICROONDAS, LEA CUIDADOSAMENTE LAS INSTRUCCIONES DE -- OPERACIÓN (VER APÉNDICE V).

EL TRATAMIENTO DEL SUELO CON ONDAS ULTRACORTAS O MICROONDAS ES UN TEMA QUE PROMETE GRANDES BENEFICIOS A LA AGRICULTURA MUNDIAL, POR LO QUE INVITAMOS A ESTUDIANTES, PROFESORES E INVESTIGADORES INTERESADOS EN ESTE TEMA A MEJORAR EL PRESENTE DISEÑO, CON EL OBJETO DE APORTAR MAYORES Y MEJORES BENEFICIOS EN EL PROCESO DE DESINFESTACIÓN DEL SUELO.

CONSIDERAMOS MUY IMPORTANTE CONTINUAR LA INVESTIGACIÓN EN ALGUNOS TEMAS QUE NO SE ABORDAN EN ESTE TRABAJO COMO SON:

- A) EVALUACIÓN DEL MÉTODO DE DESINFESTACIÓN POR MEDIO DE MICROONDAS, SOBRE EL CONTROL DE PATÓGENOS ESPECÍFICOS.
- B) DIFERENTES PERÍODOS DE EXPOSICIÓN EN MICROONDAS PARA DESINFESTACIÓN DEL SUELO.

- C) INFLUENCIA DE LA HUMEDAD DEL SUELO EN LOS RESULTADOS DE LA DESINFESTACIÓN POR MICROONDAS.
- D) TRATAMIENTO DE GRANOS Y SEMILLAS CON MICROONDAS PARA DESINFESTAR O ACELERAR LA GERMINACIÓN.

8. A P E N D I C E

8.1 EJEMPLOS DE COMPETENCIA Y PREDACION DE PATOGENOS

CUADRO A. EJEMPLOS DE COMPETENCIA EXITOSA CONTRA PATÓGENOS DEL SUELO

Patógeno	Substrato para la competencia	Situación	Competidor	Referencia
<i>Cochliobolus Sativus</i>	Paja de trigo	30°C	<i>Chaetomium</i> spp.	Burgess y Griffin (1968)
<i>Cochliobolus Victoriae</i>	Exudado de conidio del patógeno	Suelo	Microorganismos del suelo	Bristow y Lockwood (1975)
<i>Cylindrocladium Floridanum</i>	Residuos de cosecha cubiertos	Suelo	Microorganismos del suelo	Chen y Griffin, (1976)
<i>Fusarium</i> spp.	Aire	95 at. no más del 95% de h. relativa	<i>Penicillium</i> y <i>Aspergillus</i> spp.	Chen y Griffin, (1966)
<i>Fusarium oxysporum</i> f.s.p. <i>Lini</i>	Glucosa, nitrato	Suelo estéril suministrado con C y N después de inocu	<i>Arthrobacter globiformis</i>	Szrzalczyk, (1965)
<i>Fusarium oxysporum</i>	Nutrientes	Suelo esterilizado e inoculado	Contra patógeno forzado de <i>F. Solani</i> y <i>F. Oxysporum</i>	Rintelen, (1973)
<i>Fusarium roseum</i> var. <i>culmorum</i>	Paja de trigo	Mezcla de suelo, arena y turba	<i>Aspergillus niger</i> , <i>Chaetomium globosum</i> <i>Trichoderma viride</i>	Nivally y Kommedahl, (1973)
<i>Gaeumannomyces graminis</i> Var. <i>tritici</i>	Rafz de trigo	Mezcla de arena con suelo limo arcilloso	<i>Phialophora radicolola</i>	Scott, (1970) Deacon, (1974)
<i>Streptomyces scabies</i>	Oxígeno	Suelo húmedo	Bacteria, tubérculo	Lapwood y Adams, (1975)

CUADRO B - EJEMPLOS DE PREDACIÓN DE PATÓGENOS DEL SUELO POR MICROORGANISMOS

Patógeno	Predador	Modo de predación / Efectos	Referencia
<i>Xantomonas campestris</i>	Protozoarios	No determinado / Decrecimiento de la población	Hubte y Alexander, (1975)
<i>Botrytis allii</i>	<i>Gliocladium roseum</i>	Penetración en hyphas / No determinado	Walquer y Maude, (1956)
<i>Cochliobolus sativus</i>	<i>Myrothecium verrucaria</i> , <i>epicoceum - purpurascena</i>	Penetración en hyphas y conidios, antibióticos / Destrucción, distorción	Campbell, (1956)
<i>Cochliobolus sativus</i>	Amoebae	Penetración en conidios / Lisis	Old, (1977)
<i>Fusarium solani</i> , <i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Aphelenchus avenae</i>	Ingestión / Destrucción	Klink y Barker, (1968)
<i>Gaeumannomyces graminis</i>	<i>Pythium oligandrum</i>	Parasitismo / Lisis de hyphas	Deacon, (1976)
<i>Phomopsis sclerotoides</i>	<i>Gliocladium roseum</i>	Parásito del desarrollo del micelio / Pudrición	Moody y Gindrat, (1977)
<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Papulaspora stoveri</i>	Enrollamiento, penetración en hyphas / Lisis	Warren, (1948)
<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Gliocladium roseum</i>	Contacto hyphas / Colapso de células huéspedes	Pugh y Van Emden, (1969)
<i>Rhizoctonia solani</i> <i>Fomes annosus</i>	Producción forzada de antibióticos de <i>Trichoderma viride</i>	Enrollamiento alrededor de hyphas / Coagulación, vaciado de citoplasma	Dennis y Webster, (1971)
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	<i>Microsphaeropsis centaureae</i>	Desarrollo parasítico sobre <i>Sclerotia</i> Incidencia decreciente del patógeno en el área	Watson y Miltmor, (1975)
<i>Sclerotinia spp.</i>	<i>Conoithyrium minixans</i> , <i>T. vuvridae</i>	Desarrollo parasítico sobre <i>Sclerotia</i> Pudrición	Campbell, (1947)

8.2 EFICIENCIA DE UN HORNO DE MICROONDAS CON RESPECTO AL VOLUMEN DE LA CAVIDAD.

PARA CONOCER LA VARIACIÓN DE LA EFICIENCIA DE UN HORNO AL AUMENTAR O DISMINUIR EL VOLUMEN DE SU CAVIDAD, SE REALIZARON PRUEBAS DE CALENTAMIENTO DE AGUA EN UN HORNO DE COCINA DE 500 W CON CAVIDAD DE 30 X 20 X 20 CM (12 DM³) Y SE OBTUVIERON TRES VOLUMENES DIFERENTES:

- | | |
|---------------------------------|--------------------|
| A) VOLUMEN ORIGINAL DEL HORNO | 12 DM ³ |
| B) PRIMERA MODIFICACIÓN AL V.O. | 2 " |
| C) SEGUNDA MODIFICACIÓN AL V.O. | 6 " |

LA PRIMERA PRUEBA SE HIZO CON TRES REPETICIONES, 125 ML. DE AGUA SE EXPUSIERON A UN MINUTO DE PROCESO, OBTENIÉNDOSE LOS SIGUIENTES RESULTADOS (CUADRO C).

EN LA SEGUNDA PRUEBA, SE CALENTARON 1000 ML. DE AGUA - - (1 LITRO) DURANTE UN MINUTO, TAMBIÉN CON TRES REPETICIONES; SE OBTUVIERON LOS SIGUIENTES RESULTADOS: (CUADRO D).

CUADRO C. RESULTADOS EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA DE 125 ML. DE AGUA, CON 1 MINUTO DE EXPOSICIÓN EN TRES VOLÚMENES DIFERENTES.

VOLUMEN (A)			VOLUMEN (B)			VOLUMEN (C)		
T _I	T _F	DT	T _I	T _F	DT	T _I	T _F	DT
18	45	27	19	44	25	19	43.5	24.5
19,5	45	25.5	19	44	25	19,5	43.5	24
19.5	45.5	25	19	43	24	19	44.5	25.5
x DT = 25.8°C			x DT = 24.66°C			x DT = 24.66°C		

T_I = TEMPERATURA INICIAL EN °C.

T_F = TEMPERATURA FINAL EN °C.

DT = CAMBIO DE TEMPERATURA °C.

CUADRO D. RESULTADOS EN LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA DE 1000 ML. DE AGUA, CON 1 MINUTO DE EXPOSICIÓN EN TRES VOLÚMENES DIFERENTES.

VOLUMEN (A)			VOLUMEN (B)			VOLUMEN (C)		
T _I	T _F	DT	T _I	T _F	DT	T _I	T _F	DT
18.5	22	3.5	19	22	3	18.5	22	3.5
19	22	3	19	22.5	3.5	19	22	3
19	22.5	3.5	19	22	3	19.5	22.5	3
x DT = 3.3°C			x DT = 24.66°C			x DT = 24.66°C		

EN LOS RESULTADOS OBTENIDOS TANTO DE LA PRIMERA COMO DE LA SEGUNDA PRUEBA, SE OBSERVA UNA DIFERENCIA EN LA EFICIENCIA, A MEDIDA QUE SE DISMINUYE EL VOLUMEN DE LA CAVIDAD; ESTE RESULTADO TAL VEZ NO SE DEBA AL CAMBIO DE VOLUMEN SINO AL CAMBIO DE FORMA O AL MATERIAL DE LA CAVIDAD, PUESTO QUE DE ALGUNA FORMA SE MODIFICÓ LA REFLEXIÓN DE LAS MICROONDAS EN EL INTERIOR,

SE OBSERVA TAMBIÉN QUE EL 4% DE VARIACIÓN EN EL INCREMENTO DE LAS TEMPERATURAS, NO SE DEBE SOLAMENTE AL CAMBIO EN EL VOLUMEN, POR LO QUE SÍ SE PUEDE MODIFICAR EL VOLUMEN DE LA CAVIDAD, SOBRE TODO AUMENTARLO, SIN QUE EXISTA UNA DISMINUCIÓN CONSIDERABLE DE LA EFICIENCIA DEL HORNO.

8.3 PRUEBAS DE CALENTAMIENTO EN MUESTRAS DE SUELO

1. TEMPERATURAS ALCANZADAS EN MUESTRAS DE SUELO SOMETIDAS AL PROCESO DE MICROONDAS, COMPARADAS CON LAS OBTENIDAS EN AUTOCLAVE (CALOR HÚMEDO).

PARA REALIZAR ESTAS PRUEBAS, SE PREPARARON TRES TIPOS DE SUELO:

- A - SUELO DEL RANCHO ALMARÁZ
- B - MEZCLA DE ESTIERCOL, TIERRA DE MONTE Y ARENA (1:1:1)
Y/Y
- C - MEZCLA DE TIERRA DE MONTE Y ARENA (2:1) Y/V.

LAS PRUEBAS SE HICIERON CON TRES REPETICIONES Y EN TRES TIEMPOS DE EXPOSICIÓN DE DIEZ, QUINCE Y VEINTE MINUTOS, - LOS RESULTADOS FUERON LOS SIGUIENTES: (VER CUADRO E).

2. TAMBIÉN SE REALIZARON UNAS PEQUEÑAS PRUEBAS DE LA DESINFESTADORA CONSTRUÍDA, CONTRA UNA ESTUFA DE COCINA DE - GAS BUTANO.

LA PRUEBA CONSISTIÓ EN EL CALENTAMIENTO DE TRES MUESTRAS DE ARENA FINA, CADA MUESTRA PESÓ UN KILOGRAMO Y SE SOMETIERON A UN MINUTO DE EXPOSICIÓN, LOS RESULTADOS QUE SE OBTUVIERON FUERON LOS SIGUIENTES:

CUADRO E. RESULTADOS OBTENIDOS EN EL INCREMENTO DE LA TEMPERATURA DE 3 TIPOS DE SUELO CON 3 PERÍODOS DE EXPOSICIÓN.

TRATAMIENTO 2 Kg. c/muestra	TIEMPO DE EXP. (minutos)	REP.	TEMP. °C M.O.	TEMP. °C VAPOR
A	10	1	93	63
		2	92	80
		3	93	87
	15	1	93	77
		2	93	85
		3	93	90
	20	1	90	85
		2	83	90
		3	91	92

TRATAMIENTO 2 Kg.c/muestra	TIEMPO DE EXP. (minutos)	REP.	TEMP. °C M.O.	TEMP. °C VAPOR
B	10	1	89	63
		2	90	70
		3	86	90
	15	1	93	59
		2	92	78
		3	92	83
		1	93	70
		2	92	78
		3	93	83

TRATAMIENTO 2 Kg.c/muestra	TIEMPO DE EXP. (minutos)	REP.	TEMP. °C M.O.	TEMP. °C VAPOR
C	10	1	93	74
		2	93	78
		3	93	91
	15	1	93	59
		2	93	83
		3	93	83
	20	1	94	78
		2	91	90
		3	95	84

CUADRO F. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE CALENTAMIENTO EN ESTUFA.

REPETICIÓN	TEMP. 1 °C	TEMP. 2 °C	INCREMENTO DE TEMPERATURA °C
1	19	22 - 28	3 - 9
2	24	25 - 31	1 - 7
3	30	33 - 38	3 - 5

CUADRO G. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE CALENTAMIENTO EN LA DESINFESTADORA DE MICROONDAS.

REPETICIÓN	TEMP. 1 °C	TEMP. 2 °C	INCREMENTO DE TEMPERATURA °C
1	24	34 - 35	10 - 11
2	22	33 - 33	11
3	33	43 - 44	10 - 11

SI SE OBSERVAN TODOS LOS RESULTADOS ARROJADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS, SE PUEDEN ENCONTRAR LAS SIGUIENTES DIFERENCIAS MUY MARCADAS:

PRIMERA. EL CALENTAMIENTO POR MICROONDAS SUPERA EN RAPIDEZ A LAS OTRAS FORMAS DE CALENTAMIENTO.

SEGUNDA. LAS TEMPERATURAS ALCANZADAS EN EL CALENTAMIENTO POR MICROONDAS, SON MÁS CONSTANTES.

TERCERA. LO MÁS IMPORTANTE DEL CALENTAMIENTO DEL SUELO ES QUE LA TEMPERATURA ALCANZADA SEA HOMOGÉNEA EN TODA SU MASA. EL CALENTAMIENTO POR MICROONDAS RESULTÓ SER SUPERIOR A LOS OTROS MÉTODOS, EN ESTE ASPECTO.

8.4 MEMORIA DE CALCULO

8.4.1 POTENCIA

PARA CALCULAR LA POTENCIA REQUERIDA SE TOMÓ EL PARÁMETRO QUE A NIVEL EXPERIMENTAL, PARA TRATAMIENTO DE SUELOS SE REPORTA EN E.U.A.:

$$0.01 \text{ KG/SEG.} \times 1 \text{ Kw} = 36 \text{ KG/HORA} \times 1 \text{ Kw}$$

LA DENSIDAD DEL SUELO MEZCLADO PARA USO EN INVERNADEROS VARÍA DE 0.8 A 1.2 KG/DM³. SI CONSIDERAMOS LA MEDIDA DE ESTOS VALORES PARA FINES DE CÁLCULO, TENEMOS COMO DENSIDAD PROMEDIO 1 KG/DM³.

EL VOLUMEN DE SUELO REQUERIDO ES DE 200 DM³/DÍA; CONSIDERANDO LA DENSIDAD PROMEDIO SE TIENE UN REQUERIMIENTO DE - 200 KG/DÍA.

EL TIEMPO CRÍTICO PARA EFECTUAR EL PROCEDO ES DE 6 HORAS, POR LO TANTO, TENEMOS QUE:

$$\frac{200 \text{ KG/DÍA}}{6 \text{ HRS.}} = 33.3 \text{ KG/HORA}$$

DE LO ANTERIOR SE DEDUCE QUE LA POTENCIA REQUERIDA ES DE 0.925 Kw.

8.4.2 VOLUMEN

PARA EFECTUAR EL CÁLCULO DEL VOLUMEN DE LA CÁMARA DE PROCESO CILÍNDRICA, SE CONSIDERAN LAS SIGUIENTES FÓRMULAS:

$$I. \quad S = 2 \pi R^2 + 2 \pi R H$$

$$II. \quad V = \pi R^2 H$$

DONDE:

S: SUPERFICIE

R: RADIO

H: ALTURA

V: VOLUMEN

π : 3.1416

DESPEJANDO (H) DE LA ECUACIÓN II, TENEMOS:

$$III. \quad H = \frac{V}{\pi R^2}$$

SUSTITUYENDO EL VALOR DE (H) EN LA ECUACIÓN I,

$$IV. \quad S = 2 \pi R^2 + \frac{2V}{R}$$

DERIVANDO CON RESPECTO AL RADIO, TENEMOS:

$$DS/DR = 2 \pi R^2 \cdot DR + \frac{2V}{R \cdot DR}$$

$$DS/DR = 4 \pi R - \frac{2V}{R^2}$$

HACIENDO EL ANÁLISIS POR MÁXIMOS Y MÍNIMOS, IGUALAMOS A CERO LA PRIMERA DERIVADA.

$$4 \pi R - \frac{2V}{R^2} = 0$$

Y SUSTITUYENDO EL VALOR DE (V) DE LA ECUACIÓN II, SE OBTIENE:

$$4 \pi R - \frac{2\pi R^2 H}{R^2} = 0$$

$$V. \quad 2R - H = 0 \quad \therefore \quad H = 2R$$

CON ESTE RESULTADO (ECUACIÓN 5) SE PUEDE AFIRMAR QUE LA SUPERFICIE MÍNIMA DE UN CILÍNDRIO ES CUANDO LA ALTURA ES IGUAL AL DIÁMETRO.

SUSTITUYENDO (H) DE LA ECUACIÓN V, EN LA ECUACIÓN II SE OBTIENE:

$$V = 2 \pi R^3$$

DESPEJANDO (R)

$$VI. \quad R = \sqrt[3]{\frac{V}{2\pi}}$$

SI SE SUSTITUYE EL VALOR DEL VOLUMEN REQUERIDO CALCULADO EN LA ECUACIÓN ANTERIOR, SE OBTIENE:

$$R = \sqrt[3]{\frac{33.3 \text{ DM}^3}{2\pi}} \quad R = 1.7435 \text{ DM}$$

SUSTITUYENDO (R) EN LA ECUACIÓN V:

$$H = 2 (1.7435 \text{ DM})^2 = H = 3.488 \text{ DM.}$$

CALCULANDO EL VOLUMEN REQUERIDO CON LOS DATOS OBTENIDOS:

$$V = \pi (1.744 \text{ DM})^2 (3.488 \text{ DM})$$

$$V = 33.3 \text{ DM}^3$$

CON ESTE RESULTADO SE COMPRUEBA QUE LOS CÁLCULOS SON CORRECTOS, POR TAL MOTIVO EL RECIPIENTE DEBE TENER LAS SIGUIENTES DIMENSIONES, EN SU VOLUMEN TEÓRICAMENTE APROVECHABLE:

$$H = 3.48 \text{ DM}$$

$$D = 3.48 \text{ DM}$$

$$R = 1.74 \text{ DM}$$

EL VOLUMEN TEÓRICAMENTE APROVECHABLE (VTA) SE MULTIPLICA POR UN FACTOR DE SEGURIDAD (Fc), PARA OBTENER EL VOLUMEN TOTAL APROVECHABLE (VA).

$$VA = VTA \cdot Fc$$

DONDE Fc* = 1.5

$$VA = (33.33 \text{ DM}^3) (1.5) = 49.99 \approx 50.0 \text{ DM}^3$$

*Este valor se obtuvo de estimaciones en el aprovechamiento del volumen cilíndrico con diversas formas de recipientes.

PARA DETERMINAR LAS DIMENSIONES DE LA CÁMARA DE PROCESO ES NECESARIO SUMAR AL RADIO DEL VOLUMEN TOTAL APROVECHABLE (VA), LA DISTANCIA DE SEPARACIÓN QUE DEBERÁ EXISTIR ENTRE EL RECIPIENTE DEL SUELO Y LAS PAREDES DE LA CÁMARA. SI CONSIDERAMOS PARA TAL FIN UNA DISTANCIA DE 5.0 CM., - ENTONCES TENEMOS:

$$R_1 = \sqrt[3]{\frac{V}{2\pi}} = \sqrt[3]{\frac{50}{2(3.1416)}} = 20 \text{ CM.}$$

$$R_2 = R_1 + 5 \text{ CM.} = 20 \text{ CM.} + 5 \text{ CM.} = 25 \text{ CM.}$$

DONDE R1 ES EL RADIO DE VA

R2 ES EL RADIO DE LA CÁMARA DE PROCESO

CONSIDERANDO QUE LA ECUACIÓN V DETERMINA QUE: H = D, ENTONCES LAS DIMENSIONES DE LA CÁMARA DE PROCESO SERÁN LAS SIGUIENTES:

$$D = 25 \text{ CM.} \quad H = 25 \text{ CM}$$

8.4.3 RESISTENCIA DE LOS MATERIALES

LA DESINFESTADORA ES UN CILÍNDRIO EL CUAL NO ESTARÁ SOMETIDO A ESFUERZOS LONGITUDINALES NI RADIALES YA QUE NO EXISTE PRESIÓN EN SU INTERIOR.

EL ESFUERZO QUE SE REQUIERE CALCULAR ES EL DE COMPRESIÓN DE LA CÁMARA DE PROCESO PUESTO QUE SOPORTARÁ LA CUBIERTA EMISORA, ÉSTA TIENE UN PESO DE 12 KG. (26.448 LB). LA SECCIÓN QUE SOPORTARÁ EL PESO ES LA SIGUIENTE.

DATOS:

$$(DI) \text{ DIÁMETRO INTERIOR} = 500 \text{ MM}$$

$$(DEX) \text{ DIÁMETRO EXTERIOR} = 501.518 \text{ MM}$$

$$(\text{ÁREA}) \quad A = \frac{\pi}{4} [(501.518)^2 - (500.0)^2]$$

$$A = 11.94 \text{ CM}^2$$

PARA EFECTUAR EL CÁLCULO DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN SE CONSIDERA LA FÓRMULA DE ANÁLISIS DE COLUMNAS DE ACERO CON LOS DATOS DEL MATERIAL UTILIZADO, LOS CUALES SE PRESENTAN A CONTINUACIÓN.

CUADRO H. CONDICIÓN DE EXTREMOS CON SUS RESPECTIVOS VALORES DE "K".

CONDICIÓN DE EXTREMOS	VALOR TEÓRICO DE K*
FIJO	0.65
CONDICIONES DE LA CARGA	Ny
CARGA FIJA	2

$$F_y = 150 \times 10^3 \text{ PSI.}$$

$$N_y = \text{FACTOR DE SEGURIDAD,}$$

* K es la constante que depende de las condiciones de los extremos.

CARGA AXIAL CONSTANTE = 12 Kg = 117.647 NW

LONGITUD DE LA COLUMNA = 0,5 M

PARA LA SECCIÓN CIRCULAR HUECA, EL RADIO DE GIRO ES:

$$R_x = X_y = \sqrt{\frac{D_e x^2 + D_i^2}{4}}$$

$$X_y = \sqrt{\frac{501.518^2 + 5000^2}{4}} = 177.04 \text{ MM}$$

EN DONDE

$$\frac{KL}{R} = \frac{(0.65)(0.5)(1000)}{177.04 \text{ MM}} = 1.836$$

$$\pi \sqrt{\frac{2E}{F_y(K)^2}} = 3.14 \sqrt{\frac{2(2.8 \times 10^6 \text{ PSI})}{150 \times 10^3 \text{ PSI} (0.65)^2}} = 93.386$$

CUMPLIÉNDOSE

$$\frac{KL}{R} < \pi \sqrt{\frac{2E}{F_y(K)^2}}$$

ENTONCES

$$F_a = \frac{F_y}{N_y} \left[1 - \frac{F_y (KL/R)^2}{4 \pi^2 E} \right]$$

SUSTITUYENDO LOS VALORES CONOCIDOS

$$F_a = \frac{150 \times 10^3 \text{ PSI}}{2} \left[1 - \frac{150 \times 10^3 \text{ PSI} (1.836)^2}{4 (3.14)^2 (28 \times 10^6 \text{ PSI})} \right] = 74965.7 \text{ PSI}$$

SI TENEMOS QUE

$$P_a = F_a \cdot A$$

SUSTITUYENDO

$$P_a = 5275 \text{ KG/CM}^2 (11.94 \text{ CM}^2)$$

$$P_a = 62983 \text{ KG.}$$

COMO SE PUEDE APRECIAR EN EL RESULTADO OBTENIDO, LA CARGA PERMISIBLE ES MUCHO MAYOR QUE LA CARGA APLICADA. OTROS - ESFUERZOS CONSIDERADOS PARA EL DISEÑO SE PRESENTAN EN EL CUADRO I.

CUADRO I. ESFUERZO DE LAS UNIONES Y OTRAS PIEZAS UTILIZADAS EN EL ARMADO DE LA CUBIERTA EMISORA.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ESFUERZO ADMISIBLE AL CORTE	OBSERVACIONES
REMACHE ALUMINIO 1/8" x 1/4"	PIEZA	1050 Kg/cm ²	EL REMACHE PARA LO QUE SOPORTA ESTÁ SOBRADO - C/U 31.46 Kg.
PIJA DE 1/8" x 1/2" A/C	PIEZA	4499 Kg/cm ²	SOPORTA CADA PIJA APROXIMADAMENTE 300 GR.
PIJA DE 3/32" x 1/4"	PIEZA	4499 Kg/cm ²	SOBRADO
TORNILLO A BASE DE PLÁSTICO DURO, CUERDA STANDARD DE 1/4" x 1/2"	PIEZA	- -	SOPORTA AL DISPERSOR DE ONDAS, EL CUAL PESA - 30 GR.
SOLDADURA DE ACERO INOXIDABLE AUSTENÍTICO - SERIE 300, AW.S. E 308-H	-	- -	RESISTENCIA TENSIL 5700 Kg/cm ²

8.5 INSTRUCCIONES DE OPERACION

LAS MICROONDAS SON MUY PELIGROSAS PARA LA SALUD, POR LO -
TANTO ES IMPORTANTE QUE SU MANEJO SE HAGA CON EL MAYOR CUI-
DADO.

CON EL OBJETO DE EVITAR ACCIDENTES, Y QUE EL EQUIPO TRABA-
JE EFICIENTEMENTE, ES NECESARIO SEGUIR LAS RECOMENDACIONES
QUE SE DAN A CONTINUACIÓN:

1. NO CONECTE EL EQUIPO A LA RED, HASTA NO CERCIORARSE DE
QUE:
 - A) LA CUBIERTA EMISORA ESTÉ COLOCADA SOBRE LA CÁMARA
DE PROCESO.
 - B) LA PERILLA DEL CONTROL DEL TIEMPO MARQUE '0' - -
(APAGADO).
 - C) EL SWITCH DE ARRANQUE INDIQUE 'APAGADO'.
2. POR NINGÚN MOTIVO TRATE DE ABRIR LA CÁMARA (LEVANTAR
LA CUBIERTA) CUANDO EL EQUIPO ESTÉ EN FUNCIONAMIENTO.
3. NO MUEVA LA DESINFESTADORA CUANDO SE ENCUENTRE CONEC-
TADA Y/O FUNCIONANDO.

4. EL TRANSFORMADOR OPERA CON ALTO VOLTAJE, NO LO TOQUE CUANDO ESTÉ EN OPERACIÓN.
5. MANTENGA SIEMPRE LA CÁMARA LIMPIA Y PINTADA, DEBE DE ESTAR LIBRE DE CUALQUIER MATERIAL QUE PUDIERA ABSORBER LA ENERGÍA.
6. NO OPERE EL EQUIPO EN VACÍO.
7. NO UTILICE RECIPIENTES METÁLICOS.

DESPUÉS DE CONSIDERAR LAS RESTRICCIONES ANTERIORES, PARA PONER EN FUNCIONAMIENTO LA DESINFESTADORA SE PROCEDE A LO SIGUIENTE:

1°. COLOQUE DENTRO DE LA CÁMARA DE PROCESO, LA PORCIÓN - DE SUELO QUE DESEE PROCESAR; PARA ELLO, VERIFIQUE QUE EN EL FONDO SE ENCUENTRE COLOCADO EL SEPARADOR (PLATO) DE -- PLÁSTICO, ES IMPORTANTE EVITAR QUE EL SUSTRADO O SU RECIPIENTE TENGAN CONTACTO CON LAS PAREDES DE LA CÁMARA.

LOS RECIPIENTES RECOMENDADOS PARA EL PROCESO DE MICROONDAS SON LOS SIGUIENTES:

- BOLSAS DE POLIETILENO
- BOLSAS DE TELA (MANTA O LONA)

- COSTALES O BOLSAS DE YUTE
- BOLSAS DE PAPEL O CARTÓN
- CAJAS DE CARTÓN O PLÁSTICO
- CUBETAS O CUALQUIER RECIPIENTE DE PLÁSTICO QUE NO TENGAN METAL
- RECIPIENTES DE VIDRIO.

2°. PONGA LA CUBIERTA SOBRE LA CÁMARA, COMPRUEBE QUE ESTÁ BIEN CERRADA.

3°. CONECTE EL EQUIPO A LA RED, SELECCIONE EN EL CONTROL DE TIEMPO, EL TIEMPO DESEADO Y ENCIENDA CON EL SWITCH DE ARRANQUE.

4°. CUANDO EL TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO SELECCIONADO HAYA TRANSCURRIDO, SE APAGARÁ EL EQUIPO AUTOMÁTICAMENTE. ANTES DE LEVANTAR LA CUBIERTA REGRESE EL SWITCH DE ARRANQUE A LA POSICION DE "APAGADO".

9. LITERATURA CITADA

- ANÓNIMO.- DESARROLLO Y CONTROL DE LAS ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS; NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES; EDITORIAL LIMUSA; MÉXICO, 1980.
- ANÓNIMO.- DICCIONARIO ENCICLOPÉDICO QUILLET, VOL. V; EDITORIAL CUMBRE, S.A., DÉCIMA EDICIÓN; MÉXICO, 1979.
- ANÓNIMO.- GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS; I.L.P.E.S. EDITORIAL SIGLO XXI; DÉCIMA PRIMERA EDICIÓN; MÉXICO, 1983.
- ARMENTA C.S., 1970.- COMPARACIÓN DE TRATAMIENTOS AL SUELO, PARA COMBATIR LA "SECADERA"; TESIS PROFESIONAL, ING. AGRÓNOMO; GHAPINGO, MÉX.
- BARNEE S.- MICROWAVE OVENS AND RANGES; EDITORIAL MASTER PUBLICATIONS INC., CALIFORNIA, U.S.A., 1978.
- BOODLEY J.W.- THE COMERCIAL GREEN HOUSE HAND BOOK; VAN NOSTRAND RAINHOLD COMPANY; PRINTED IN U.S.A., 1981.
- BROOKS O.R.- MANUAL DE LABORATORIO PARA MEDICIONES EN MICROONDAS; EDITORIAL MARCOMBO, S.A.; BARCELONA, ESPAÑA. 1976.
- CALDERÓN A.E.- FRUTICULTURA GENERAL, PRIMERA PARTE; EDITORIAL E.C.A.; MÉXICO, 1977.
- COOVER S.L.- DISEÑO INDUSTRIAL; EDITORIAL NOVARO, S.A.; MÉXICO, 1967.

- D.G.S.V.- INSTRUCCIONES PARA LA DESINFESTACIÓN DEL SUELO DE VIVEROS O ALMÁCIGOS; S.A.R.H.; MÉXICO, 1980.
- DIXON J.R.- DISEÑO EN INGENIERÍA INVENTIVA; EDITORIAL LIMUSA-WILEY, S.A.; MÉXICO, 1970.
- DUBBEL H.- MANUAL DEL CONSTRUCTOR DE MÁQUINAS; EDITORIAL LABOR; MÉXICO, 1979.
- EARLE JAMES H.- DISEÑO GRÁFICO DE INGENIERÍA; EDITORIAL FONDO E. INTERAMERICANO, S.A.; MÉXICO, 1976.
- F.I.R.A.- INSTRUCTIVOS TÉCNICOS DE APOYO PARA LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE FINANCIAMIENTO Y ASISTENCIA TÉCNICA; SERIE AGRICULTURA, HORTICULTURA ORNAMENTAL; BANCO DE MÉXICO; MÉXICO, 1985.
- GASSER J. AND J.E. PEACHEY.- A NOTE ON THE EFFECTS SOME - SOIL STERILIZANTS ON THE MINERALIZATION AND NITRIFICATION OF SOIL NITROGEN; J.S.C.I. FOOD AGRIC.; U.S.A., 1964.
- GAVANDE SAMPAT A.- FÍSICA DE SUELOS, PRINCIPIOS Y APLICACIONES; EDITORIAL LIMUSA; MÉXICO, 1982.
- GUPTA K.C.- MICROONDAS; INSTITUTO INDÚ DE TECNOLOGÍA; EDITORIAL LIMUSA; MÉXICO, 1983.
- HARTMANN HUDSON T. Y E. KESTTER D.- PROPAGACIÓN DE PLANTAS, PRINCIPIOS Y PRÁCTICAS; EDITORIAL CONTINENTAL, S. A.; TERCERA REIMPRESIÓN; MÉXICO, 1982.
- JACKSON H. Y G. WITZ.- ESTÁTICA Y RESISTENCIA DE MATERIALES; EDITORIAL Mc GRAW HILL; MÉXICO, 1984.

- JAUCH CLOTILDE.- PATOLOGÍA VEGETAL; EDITORIAL L.E.I.; SEGUNDA EDICIÓN; BUENOS AIRES, ARGENTINA, 1979.
- KERN D.Q.- PROCESOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR; EDITORIAL CONTINENTAL, S.A.; MÉXICO, 1984.
- KREITH F.- TRANSMISIÓN DE CALOR POR RADIACIÓN; EDITORIAL C.E.C.S.A.; MÉXICO, 1965.
- MARINER P.F.- INTRODUCTION TO MICROWAVE PRACTICE; EDITORIAL LONDON HEYWOOD COMPANY LTD; PRINTED IN GERMANY, 1961.
- METAXES A.C. AND R.J. MAREDITH; INDUSTRIAL MICROWAVES HEATING; EDITORIAL PETER PEREGRINUS LTD; ENGLAND, 1983.
- MULDER D.- SOIL DESINFESTATION; DEVELOPMENTS IN AGRICULTURAL AND MANGED-FOREST ECOLOGY; VOLÚMEN 6; EDITORIAL ELSEVIER SCIENTIFIC INC. PUBLISCHING COMPANY; PRINTED IN THE NETHERLANDS, 1979.
- PERRY J.H.- CHEMICAL ENGINEERS HAND BOOK; EDITORIAL Mc GRAW HILL, CUARTA EDICIÓN; NEW YORK, 1976.
- PÜSCHNER H.- HEATING WITH MICROWAVES FUNDAMENTALS COMPONENTS AND CIRCUIT TECHNIQUE; PHILIPS TECHNICAL LIBRARY; EDITORIAL SPINGER VERLANG, NEW YORK INC.; U.S.A., 1966.
- RAMÍREZ DE LUNA A., 1983.- EVALUACIÓN DE UN MÉTODO FÍSICO DE DESINFESTACIÓN DE SUELOS PARA ALMÁCIGOS POR VAPOR DE AGUA; TESIS PROFESIONAL ING. AGRÓNOMO; MONTERREY, N.L.

RUSSEL J.E. Y RUSSEL W.E.- LAS CONDICIONES DEL SUELO Y EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS; EDITORIAL AGUILAR, CUARTA EDICIÓN; MÉXICO, 1976.

SEVENS M.S., H.E. DEGLAR Y J.C. MILES.- LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA MEDIANTE EL VAPOR DE AGUA, EL AIRE Y LOS GASES; EDITORIAL REVERTE MEXICANA, S.A.; MÉXICO, 1976.

THOMAS C. EMMEL.- ECOLOGÍA Y BIOLOGÍA DE LAS POBLACIONES; EDITORIAL INTERAMERICANA; MÉXICO, 1975.

UZRAD M. Y DAN GOLDBERG.- DESINFECCIÓN DE FAJAS DE TERRENO MEDIANTE EL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEADO; CENTRO REGIONAL DE AYUDA TÉCNICA MÉXICO-BUENOS AIRES; MÉXICO, 1971.

WALQUER F.W. AND R. THOMPSON.- SOME OBSERVATIONS ON THE CHEMICAL CHANGES BY STEAM STERILIZATION OF GLASSHOUSE SOILS; EDITORIAL J. HORT; U.S.A., 1949.