



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

**"ESTUDIO DE LOS HONGOS DEL MEDIO AMBIENTE
ASOCIADOS A LAS OBRAS DE ARTE EN EL
MUSEO NACIONAL DEL VIRREINATO DE TEPOTZOTLAN"**

TESIS:

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUIMICA FARMACEUTICA BIOLOGA**

PRESENTAN:

**JUANA OROPEZA ESQUIVEL
MARIA EUGENIA PEREZ JUAREZ**

ASESORES:

**MAESTRA EN ARTES PLASTICAS: ROSA DIEZ PEREZ
DOCTOR: TONATIUH A. CRUZ SANCHEZ**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES**

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

VICERRECTORIA GENERAL
ADMINISTRACION
MEXICO

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

" Estudio de los hongos del medio ambiente asociados a las obras de arte en el Museo Nacional del Virreinato de Tepotzotlán "

que presenta la pasante: Juana Oropeza Escuivel
con número de cuenta: 8154677-R para obtener el título de :
Química Farmacéutica Bióloga

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 17 de septiembre de 2001

PRESIDENTE

M.V.Z. Gerardo Cruz Jiménez

VOCAL

Dr. Tonatiuh Cruz Sánchez

SECRETARIO

M. en F.C. M^{ra}. Eugenia R. Posada Salazar

PRIMER SUPLENTE

C. Mario A. Morales Delgado

SEGUNDO SUPLENTE

C. P. R. René Ramón Sauter



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES**

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

" Estudio de los hongos del medio ambiente asociados a las obras de arte en el Museo Nacional del Virreinato de Tepotzotlán "

que presenta la pasante: María Eugenia Pérez Juárez
con número de cuenta: A255073-0 para obtener el título de :
Química Farmacéutica Bióloga

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 17 de septiembre de 2001.

PRESIDENTE	<u>M. V. Z. Gerardo Cruz Jiménez</u>	
VOCAL	<u>Dr. Tonatiuh Cruz Sánchez</u>	
SECRETARIO	<u>M. en F.C. M. Eugenia B. Posada Calderón</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>C. Mario A. Morales Delgado</u>	<u>Mario A. Morales D.</u>
SEGUNDO SUPLENTE	<u>C. F. R. René Damián Santos</u>	

AGRADECIMIENTOS.

A la maestra en artes plásticas, Rosita Díez Pérez.

Como agradecimiento a la aportación de sus conocimientos y su interés para llevar a cabo esta investigación, para la formación de nuevos profesionistas, con un criterio más amplio y deseos de superación.

Al Dr. Tonatíuh A. Cruz Sánchez, M. V. Z. Pablo Martínez Labat, Ingeniero Agrícola Ángel, M. V. Z. Gerardo cruz, Q. F. B. Efrén Hernández y Q. F. B. Rodolfo Cruz: quienes contribuyeron con su enseñanza al desarrollo de esta investigación.

A todos nuestros profesores:

Que de alguna manera contribuyeron con sus enseñanzas a nuestro desarrollo como seres humanos y como profesionales.

A la Q. F. B. M. en F. Eva María Molina Trinidad y al Ing. Juan Rafael Garibay Bermúdez:

Por su valiosa colaboración en la parte estadística de ésta tesis.

A nuestras amigas:

Mary, Celia, Eva, Paty Salazar, Paty Nava, Rocio, Elpy, Malena y Paola. porque en nuestra mente y en nuestro corazón las tendremos siempre presentes por los buenos y malos momentos compartidos.

A la sección de microbiología:

Dr. Ochoa, Dra. Luz María, Dra. Susana, Dr. Frank, Dr. Licea y Dr. Silvano. como agradecimiento por el apoyo recibido.

Al Museo Nacional del Virreinato de Tepotzotlán.

A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

Como reconocimiento a su labor y la oportunidad que nos brindaron para nuestra formación profesional.

JUANA

Dedico esta tesis a:

Mis padres:

A través de ellos llegue a la vida,
ellos fueron el medio preciso.
Me enseñaron a distinguir el camino
de lo real y lo ficticio.
A ellos les debo lo que soy, porque
fueron mis primeros maestros.

Guadalupe Esquivel R.
Manuel Oropeza H.

Mis hermanos:

Ellos saben lo que pienso, me conocen
y yo a ellos.
Saben bien cuanto los quiero y los respeto.
Son ellos quienes fueron mis primeros
compañeros, ahora somos amigos, y
se que siempre podré contar con ellos
y ellos conmigo.

Sofía, Juan Manuel,
Enrique, Laura, Patricia

Porque me Diste la vida, la familia que tengo,

lo que sé y lo que slento.

Porque me indicaste el camino para construir
mi propio destino.

Porque me diste la vista, el tactO, el gusto,
el oido y el olfato; los cinco sentidos.

Porque me diste el error y el acierto, la riSa,
y el llanto, la alegría y el sufrimiento.

Y comprendí que debo tenerle a la vida un gran aprecio y a la muerte un
gran respeto.

Todo esto y mas lo agradezco a ti.

JUANA O.E.

AMIGO DEL SILENCIO.

UN DIA ME LEVANTE DE MADRUGADA.
PARA RECIBIR EL NUEVO DIA.
TANTOS QUEHACERES YO TENIA.
QUE NO, TUVE TIEMPO PARA, REFLEXIONAR.
PROBLEMAS ME RODEABAN.
Y CADA TAREA, SE PONÍA MAS PESADA.
ME PREGUNTE ¿POR QUÉ DIOS NO ME AYUDA?
ÉL ME CONTESTO: "PORQUE TU NO LA PEDISTE".
QUISE VER ALEGRÍA Y BELLEZA.
PERO EL DIA FUE GRIS, SOMBRÍO Y LABORIOSO,
ME ASOMBRO, QUE DIOS NO ME MOSTRÓ, LA SENDA.
PERO ÉL ME CONTESTO: TÚ LA TIENES QUE BUSCAR.
ME LEVANTE HOY DE MADRUGADA Y PAUSE
ANTES DE COMENZAR EL DÍA.
¡SEÑOR DE LAS CUMBRES, DIOS DE LAS MONTAÑAS!
GRACIAS POR MOSTRARME, AL CIELO INMENSO,
ESCABEL DE TUS PIES,
HAZME UNA JOVEN ÁVIDA DE ALTURA Y PLENITUD,
RECIA COMO ÉSTOS PICACHOS ANTIGUOS,
AMIGO DEL SILENCIO,
CONTEMPLADOR DE ESTRELLAS
DAME UN CORAZÓN GRANDE, COMO EL HORIZONTE
Y, QUE AL LLEGAR A LA TARDE DE MI VIDA.
YA, HABER USADO TODAS MIS LLAVES Y ENCONTRAR, LA
CERRADURA,
PARA GOLPEAR EL ALDABAN .
PERDÓNAME, SEÑOR, POR SER DÉBIL Y COBARDE, POR CONOCER
EL BIEN Y HACER EL MAL, POR TROPEZAR CADA VEZ CON LA MISMA
PIEDRA, POR SER TAN TIBIA Y AMARTE TAN POCO.

MARÍA EUGENIA PÉREZ JUÁREZ

PAPÁ

TU NUNCA, TE HAS SEPARADO DE NOSOTROS. CUANDO PARTISTE MATERIALMENTE Ó CUANDO NUESTRAS MIRADAS, SE BUSCAN SIN LOGRAR HALLARSE Ó CUANDO NUESTRAS MANOS NO PUEDEN DARSE MUTUAMENTE CALOR,

SOLO, SE SEPARA UNO, CUANDO UN MURO, SE LEVANTA, ENTRE NUESTROS CORAZONES Y CUANDO NUESTRO ESPÍRITU, NO HABLA YA, MAS LA MISMA LENGUA.

EL PÁJARO BESA SUAVEMENTE LA FLOR, POR UN MOMENTO Y LUEGO SE CONFUNDE CON EL CIELO.

Y SIN EMBARGO, HA DEJADO EN LOS PÉTALOS, EL CORAZÓN DEL FRUTO DE LA MAÑANA.

EL RIO TOCA LAS RAÍCES DE LA PLANTA, QUE EN ÉL, SE REFLEJA Y SIGUE SU CURSO.

Y, SIN EMBARGO, SU AGUA, QUEDARÁ EN EL ÁRBOL Y SÉ HARÁ CALOR Y PERFUME EN SUS FLORES.

POR LO TANTO, EL ESPACIO Y EL TIEMPO, NO PUEDEN SEPARARNOS, PORQUE LO MEJOR DE TI, PAPÁ FLORECERÁ EN NOSOTROS, A TRAVÉS DE LAS PRIMAVERAS.

SÍ EL AGUA DEL RIÒ, HECHA SAVIA EN EL ÁRBOL, SE LLEVARÁ CON ÉL, EN UN CÁNTICO DE GRACIAS, HACIA EL CIELO.

Y CUANDO, EN UN FUTURO PRÓXIMO O LEJANO, LAS MANOS DEL DESTINO NOS PONGAN DE NUEVO FRENTE A FRENTE.

NO DIREMOS: "TE PERDÍ Y VUELVO A ENCONTRARTE"

SINO: "TODO FUE UN SUEÑO QUE VIVIÓ EN NOSOTROS PARA CONVERTIRSE EN REALIDAD.

Y, SI HABÉIS VIVIDO, A PESAR DE LA DISTANCIA Y DEL TIEMPO, UNIDO A NOSOTROS.

NUESTRO REENCUENTRO NO SERÁ COMO EL DE UN VIAJERO AUSENTE, SINO COMO AQUEL QUE BESÓ LOS CAPULLOS DE UN JARDÍN, UN ATARDECER, SOÑÓ, CON ELLOS DURANTE LA NOCHE Y, AL DESPERTAR, LOS VIO, CON GOZO, CONVERTIDOS EN FLORES:

O COMO, EL DEL, QUE CERRO UN MOMENTO LOS OJOS, VELADOS, POR LAS LAGRIMAS, AL VOLVER A ABRIRLOS, HALLÓ AL PAPÁ MÁS BELLO, MÁS PURO Y MÁS NUESTRO.

POR LO TANTO, EL ADIÓS, NO EXISTE PAPÁ. LALO.
(EDUARDO PÉREZ ESPINOSA)

DE TU HIJA

MARIA EUGENIA PÉREZ JUÁREZ

MAMÁ

EL MAR
ME TRAE PAZ
EL VIENTO
ME DA ENERGÍA
EL SOL
RENUEVA MI ESPÍRITU.
LAS FLORES
ME MUESTRAN LA VIDA
PERO, TÚ MAMÁ...
TÚ ME HACES
SENTIR AMOR

POMPOSA JUÁREZ ROMERO

DE TU HIJA

MARIA EUGENIA PÉREZ JUÁREZ

AMIGOS

JESUCRISTO,
MAESTRO Y AMIGO:
QUEREMOS IR EN COMPAÑÍA,
JUNTOS.
PROTEGE NUESTRA AMISTAD,
HAZLA CORDIAL EN EL TRATO,
SINCERA Y FIEL.
QUE HAYA SIEMPRE ENTRE NOSOTROS
CONFIANZA.
JAMÁS EL TEMOR Y LA DUDA.
AMIGOS DE VERDAD Y DE TODAS LAS HORAS.

**MARIA, CELIA, JUANITA,
JOSEFINA, PATY, ROCÍO, ELIZABETH, EVA.**

MARIA EUGENIA PÉREZ JUÁREZ

HERMANO:

SI PUEDES ESTAR FIRME, CUANDO EN TU DERREDOR, TODO EL MUNDO SE OFUSCA Y TACHA TU ENTEREZA.

SI CUANDO DUDAN TODOS, FÍAS EN TU VALOR, Y AL MISMO TIEMPO SABES ESCUCHAR TU FLAQUEZA.

SI PUEDES ESPERAR, Y AL MISMO TIEMPO SABES, A TU AFÁN PONER BRENDA. BLANCO DE MENTIRAS ESGRIMIR LA VERDAD.

SIENDO ODIADA, AL ODI NO FORJARLE CABIDA. NO ENSALZAR TU JUICIO, NI OSTENTAR TU BONDAD.

SI SUEÑAS, PERO EL SUEÑO. NO SE VUELVE TU REY.

SI PIENSAS, Y EL PENSAR, NO MENGUA, TUS ARDORES.

SI EL TRIUNFO, EL DESASTRE, NO TE IMPONE SU LEY, Y LOS TRATAS LO MISMO, COMO DOS IMPOSTORES.

SI PUEDES, SOPORTAR QUE TU FRASE SINCERA SEA TRAMPA DE NECIOS EN BOCA DE MALVADOS O MIRADAS HECHO TRIZAS TU ADORADA QUIMERA, TORNAS CON INÚTILES MELLADOS.

SI TODAS TUS GANANCIAS, PONIENDO, EN UN MONTÓN, LAS ARRIESGAS, OSADA EN UN GOLPE DE SUERTE DEL AZAR, LAS PIERDES, Y CON BRAVO CORAZÓN, SIN HABLAR DE TUS PERDIDAS, VUELVES A COMENZAR.

SI PUEDES MANTENER, EN LA RUDA, PELEA, ALERTA EL PENSAMIENTO Y EL MÚSCULO TIRANTE, PARA EMPLEARLOS, CUANDO EN TI TODO FLAQUEA, MENOS LA VOLUNTAD, QUE TE DICE: "ADELANTE".

SI ENTRE LA TURBA, DAS A LA VIRTUD ABRIGO.

SI MARCHANDO CON REYES, EL ORGULLO HAS TRIUNFADO.

ENTONCES: SI NO PUEDEN HERIRTE, NI AMIGOS, NI ENEMIGOS.

SI ERES BUENA CON TODOS, PERO, NO DEMASIADO, Y, SI LLENAS LOS PRECIOSOS MINUTOS, CON SESENTA SEGUNDOS DE COMBATE.

BRAVÍO: TUYA ES LA TIERRA Y TODOS, SUS CODICIADOS FRUTOS, Y LO QUE MAS IMPORTA...

RECUERDEN:

"NO HAY BRILLANTES FALSOS, HAY VIDRIOS VERDADEROS"

**OLGA, LAURA, SERGIO, MIGUEL,
LALITO, ALEJANDRA, SARITA.**

MARIA EUGENIA PÉREZ JUÁREZ

LINDO AMANECER.

tú eres...
tú eres quien hace que
las esperanzas se
compartan,
que los sueños se
vuelvan realidad
que los riesgos se
corran,
que los planes se
realicen,
que valga la pena la
vida...
y que pueda compartirse
el amor.

J.

INDICE

PAGINA

• TABLAS	
• GRAFICAS	
RESUMEN	1
I INTRODUCCIÓN	3
II JUSTIFICACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	6
III OBJETIVO GENERAL	9
IV ANTECEDENTES HISTORICOS	
IV.1. Obras de arte.	
IV.1.1. Generalidades.	10
IV.1.2. Factores que favorecen el crecimiento de hongos.	11
IV.1.3. Principales hongos que dañan las obras de arte.	12
IV.2. Cristos de caña.	14
V Técnicas de Elaboración de Cristos de caña	18
VI Metodos de restauración y conservación de los Cristos de caña.	
VI.1. Generalidades.	23
VI.2. Análisis de laboratorio.	24
VI.3. Estratigrafía general.	25
VI.4. Identificación de materiales.	25
VI.5. Capas de pintura del Cristo.	25
VI.6. Capas de pintura de codice.	26
VI.7. Barnices y capas similares.	26
VI.8. Otros materiales.	27
VI.9. Tratamientos de restauración.	27
VII Metodología.	
VII.1. Material.	31

VII.2. Reactivos.	31
VII.3. Métodos.	32
VII.4. Procedimiento.	32
VII.4.1. Salas elegidas para el proceso.	32
VII.4.2. Preparación del medio Sabouraud.	33
VII.4.3. Esterilización del material de trabajo y medio de cultivo utilizado.	33
VII.4.4. Toma de muestra del medio ambiente de las 17 salas del Museo Nacional de Virreinato.....	33
VII.4.5. Incubación de muestras, aislamiento y purificación.	34
VII.4.6. Identificación.	34
VII.4.7. Toma de muestra del Cristo de caña.	35
VII.4.8. Toma de muestra de las obras de arte.	35
VII.4.9. Diagramas de flujo.	37
VIII Resultados.	
VIII.1. Muestreo ambiental.	41
VIII.1.1. Gráficas.	41
VIII.1.2. Análisis estadístico.	58
VIII.1.2.1. Regresión lineal, Durwin & Watson y Shapiro Wilk.	58
VIII.1.2.2. Análisis de varianza y Prueba de Tukey.	64
VIII.1.2.3. Hongos identificados.	73
VIII.2. Muestreo de obras de arte.	74
VIII.3. Muestreo Cristo de caña.	74
IX Discusión.	75
X Conclusiones.	80
Recomendaciones.	81
APENDICE A. Restauración y conservación de cristo de caña (notas)	82
APENDICE B. Posibles medidas de control de hongos.	84
BIBLIOGRAFIA.	88

TABLAS	PÁGINA
Regresión lineal, Durbin & Watson, Shapiro Wilk.....	TABLA 1 63
Análisis de Varianza	
Número de colonias.....	TABLA A 67
Humedad relativa.....	TABLA B 68
Temperatura.....	TABLA C 69
Prueba de Tukey	
Número de colonias.....	TABLA D 71
Humedad relativa.....	TABLA E 71
Temperatura.....	TABLA F 72
Coefficiente de variación.....	TABLA 2 72
Hongos frecuentes en las salas del Museo Nacional del Virreinato..	TABLA 3 73
Hongos en las obras de arte.....	TABLA 4 74
Hongos en el Cristo de caña.....	TABLA 5 74

GRÁFICAS

Muestreo ambiental

PAGINAS

Biblioteca antigua	GRÁFICA 1.....	41
Sala de marfiles	GRÁFICA 2.....	42
Depósito de libros	GRÁFICA 3.....	43
Depósito de esculturas	GRÁFICA 4.....	44
Sala de muebles	GRÁFICA 5.....	45
Depósito de pinturas	GRÁFICA 6.....	46
Depósito de textiles a	GRÁFICA 7.....	47
Depósito de textiles b (Retablos)	GRÁFICA 8.....	48
Exposiciones temporales A	GRÁFICA 9.....	49
Exposiciones temporales B	GRÁFICA 10.....	50
Coro	GRÁFICA 11.....	51
Botica	GRÁFICA 12.....	52
Taller de restauración	GRÁFICA 13.....	53
Bodega de pinturas A	GRÁFICA 14.....	54
Bodega de pinturas B	GRÁFICA 15.....	55
Bodegas nuevas BNF	GRÁFICA 16.....	56
Bodegas nuevas BNE	GRÁFICA 17	56



Iglesia de Sn. Francisco Javier, Tepotztlán Edo. de México

MUSEO NACIONAL DEL VIRREINATO

Conocer la historia de un país a través de libros, monumentos, edificios, artesanías, etc.; saber las costumbres y tradiciones de sus habitantes hace que se tome en cuenta y se valore la grandeza del mismo. Es por ello que a continuación se realizó una breve pero significativa historia sobre el Museo Nacional del Virreinato, con el afán de transmitir su importancia y despertar el interés por conocerlo y conservarlo.

Tepotztlán, poblado del Estado de México, situado a 8 kms. de Cuautitlán y a 42 kms. al noroeste de la Ciudad de México. Se llega a él tomando la autopista México - Querétaro hasta el km. 41 donde se encuentra la desviación que conduce al pueblo. Su nombre significa en mexicano "cerro jorobado".

Tepotztlán evangelizado en principio por frailes franciscanos cuando éstos visitaron Cuautitlán. Al haber aumentado de fieles se creó la parroquia de Tepotztlán a cargo de un cura nombrado por el arzobispo de México, lo cual aprovecharon los jesuitas para asentarse en dicha población en 1580, para estudiar las lenguas y costumbres indígenas y preparar a los misioneros para la evangelización.

En 1584 fundaron un pequeño seminario de indios, en donde además de la religión y urbanidad se les enseñaba a leer y a escribir, canto y uso de instrumentos musicales; no solo educaban a indios sino también a españoles.

En el año de 1606 don Pedro Ruíz de Ahumada en su testamento legó a la Casa de Tepotztlán parte de sus caudales para fundar la Casa de Probación y Noviciado de los jesuitas.

En 1610 se concedió a los jesuitas hacerse cargo de la parroquia y aceptar beneficios, pues según los preceptos de las Constituciones les era prohibido. En varias ocasiones posteriores se les quiso quitar estos beneficios, sin embargo, fueron ayudados por indígenas, caciques, virrey y rey, de esta manera durante algún tiempo vivieron en tranquilidad.

Después tuvieron otras donaciones, la de don Juan Caballero Ocio, con la cual se costeo la ampliación de la Casa de Tepotztlán, y la construcción del templo de San Francisco Javier fué costeadada en gran parte por doña Isabel Picaso y su hijo el padre Pedro de Medina.

serie de tribulaciones lograron embarcarse a México en agosto de 1809, en donde podían vivir libremente pero no restablecer sus comunidades. En 1816 Fernando VII restableció la Compañía de Jesús en las Indias e islas Filipinas, se gestionó la devolución de sus casas y destitución de catedráticos y rectores, pero en 1821 llegó la orden de España de que abandonaran sus instituciones y vivieran dispersos como simples sacerdotes a la jurisdicción episcopal.

Los jesuitas encontraron protección en Carlos María Bustamante, quien se esforzó en rehabilitarlos y dar a conocer la labor benéfica por ellos realizada en la Nueva España. Santa Ana decretó en 1843 la restauración de la Compañía de Jesús pero acontecimientos políticos evitaron su aplicación, fue en su último período presidencial cuando los jesuitas fueron restaurados como comunidad religiosa. Sus actividades se circunscribieron a la administración del Colegio de San Gregorio, su antiguo Colegio Máximo. Alguna vez se les había ofrecido la devolución de la Casa de Tepotztlán, pero comprendieron que les faltaba casi todo para llevar a cabo la ardua labor de dar vida otra vez al famoso Colegio y Casa de Probación de tiempos pasados.

En junio de 1856 el presidente Comonfort declaró derogado el decreto de Santa Ana y en noviembre del mismo año los padres abandonaron su única casa o sea el Colegio de San Gregorio y con eso se acabó la Compañía de Jesús como institución oficialmente reconocida en México.

En 1856 padres reclusos en la penitenciaría del convento de Tepotztlán se fugaron llevándose varias cosas, pero la decadencia del convento llegó en los saqueos de 1868 a 1869.

Hacia 1890, durante el Porfiriato, se pensó en establecer en el ya deteriorado inmueble la penitenciaría del Distrito Federal, propósito que afortunadamente nunca se realizó. El edificio albergó nuevamente a los jesuitas quienes continuaron habitándolo hasta 1914, año en que los vaivenes políticos del país los obligaron a dejarlo definitivamente.

En el año de 1933 el conjunto arquitectónico fue declarado monumento nacional. Finalmente en 1960 el gobierno lo entregó para su restauración al INAH (Instituto Nacional de Antropología e Historia). La restauración llevó en sí una doble finalidad por una parte conservar el edificio como museo de sitio, con el objetivo primordial de mostrar su secuencia constructiva y estilística, respetando algunas zonas,

tales como la Iglesia y la Sacristía; las capillas, el refectorio y otras dependencias, por la otra, hacer las modificaciones y adaptaciones necesarias para que, como Museo Nacional del Virreinato, mostrara los diversos aspectos de la época Novohispana a través de las obras ya existentes en el inmueble, así como de otras colecciones provenientes del Exmuseo de Arte Religioso de la Catedral Metropolitana y el Museo Nacional de Historia. Fue en 1964 al término de esa labor, que quedó constituido por decreto presidencial en el Museo Nacional del Virreinato.

Haber escogido el antiguo Colegio jesuíta como la sede del Museo Nacional del Virreinato, ha significado para los fines culturales de nuestro país no sólo utilizar y distinguir a este inmueble extraordinario, que es considerado como una de las mas grandes manifestaciones del barroco mexicano, sino también motivar a quienes aman la riqueza cultural a colaborar en su preservación.

Por el esfuerzo tanto del gobierno como de particulares, se ha creado un escenario magnífico en el que se ofrecen a la contemplación de los visitantes, obras selectas de carácter diverso, de épocas en que artistas y artesanos produjeron piezas, cuya calidad se igualaba con el sentimiento y sensibilidad aplicados.

FESQUEM.

Muchas veces son las condiciones culturales parte de ellas. Lo podemos observar en el Museo Nacional del Virreinato de Tepic donde debido a las condiciones climáticas las obras de arte se ven afectadas por la proliferación de hongos. Es usual cuando se desarrollan ciertos eventos en la localidad tomando adiversas de los valores originales y esto se manifiesta por la presencia de manchas, puntos, rasgos y una cubierta de micelios que oscurecen dichas obras de arte.

En la mayoría de los ambientes es común tender a crecer cuando la humedad relativa y la temperatura de las diferentes superficies que se encuentran almacenadas o expuestas no es la adecuada para cada una de ellas.

Es por ello que con el presente trabajo se pretende encaminar a salvaguardar los bienes culturales que constituyen nuestra patrimonio nacional.

El trabajo consta de las siguientes objetivos:

- Determinar la presencia de hongos en el medio ambiente de las salas del Museo Nacional del Virreinato así como también de algunas obras de arte.
- Analizar e identificar los factores que causan estos problemas.
- Proponer medidas adecuadas para el control de la contaminación.
- Proponer posibles métodos de restauración y conservación de Cristos de caña.

Se realizaron muestreos ambientales en 17 salas del Museo Nacional del Virreinato; así mismo se tomaron muestras de hongos de los siguientes objetos: Escritorio de madera, Silla de cuero y Misal de cuero, así como también, del cuerpo de un Cristo de caña.

Los resultados del muestreo ambiental indicaron que las salas de mayor contaminación fueron: Bodega de pinturas A (GRÁFICA 14), siendo *Mucor spp* el más frecuente; y Bodega de pinturas B (GRÁFICA 15) en este caso *Penicillium spp* fue el hongo más frecuente.

En general en las 17 salas del Museo Nacional del Virreinato los hongos más frecuentemente

aislados fueron *Penicillium spp*, *Cladosporium spp*, *Aspergillus spp* y *Alternaria spp*.

De las obras de arte muestreadas como el Escritorio de madera se aisló *Penicillium spp*, de la Silla de cuero *Scopulariopsis spp*, y del Misal de coro *Curvularia spp*. del Cristo de caña los hongos más frecuentes fueron *Penicillium spp* y *Helminthosporium spp*.

Aunque la presencia de hongos en las salas no reflejaron daño en las obras de arte que ahí se encuentran, los resultados obtenidos determinan que los factores limitantes del aumento del número de colonias fueron: humedad relativa, temperatura y tipo de sustrato, de manera que controlando estos tres factores se lograra evitar la proliferación de hongos.

Existe un Cristo de caña (Cristo de Churubusco) que ha sido posible restaurar empleando por primera vez materiales sintéticos. Por lo tanto, la restauración del Cristo que se menciona en el presente trabajo es posible, así como también de otros que se encuentren en condiciones similares de deterioro.

Por lo descrito anteriormente, se considera útil la investigación propuesta en este trabajo de tesis.

I.- INTRODUCCION

México como muchos otros países del mundo cuenta con un importante patrimonio cultural y corresponde a sus habitantes el hecho de preservarlo, para lo cual ha sido necesario a través del tiempo la construcción de gran cantidad de museos, en los cuales se ha podido salvaguardar pinturas, esculturas, artesanías, reliquias culturales, etc.

Sin embargo, existen factores como la temperatura, humedad y sustratos que contribuyen al desarrollo de hongos, los cuales provocan el deterioro de las obras de arte principalmente cuadros por las características de los materiales con que están elaborados; así como también la luz solar, el aire, los insectos y que en ocasiones esto se debe a la forma en que están construidos los museos, siendo los hongos los microorganismos que frecuentemente se ven favorecidos para su desarrollo, debido a que se encuentran distribuidos en el ambiente, suelo, agua, aire, etc.(3)

Como el objetivo de la investigación incluye la identificación de hongos mediante su crecimiento, es importante hablar de estos microorganismos.

Al comenzar el siglo XIX, nuevos organismos fueron descubiertos pero no pudieron ser adaptados a ninguno de los dos reinos, el vegetal ó el animal. Hogg en 1860 propuso un tercer reino de microorganismos primitivos y lo denominó de los protocistas (hongos y microorganismos simples). Haeckel en 1878 usó la designación protistenreich, que incluía a los hongos, algas y protozoos.

En 1936 Copeland imaginó cuatro reinos: plantas, animales, protistas (protozoarios, algas excepto las verde-azules, hongos y mohos del limo) y bacterias (incluyendo las algas verde-azules). Por último en 1969 Wittaker hizo modificaciones que hoy en día se aceptan; son cinco reinos: 1) Monera, los procariones (bacterias, actinomicetos y algas verde-azules, 2) Protista, el cual incluye los protozoos y otros microorganismos unicelulares, 3) Funji, 4) Plantas y 5) Animales. (31)

Aunque se clasifica a los hongos como protistas, para el botánico son plantas, del subreino Thallophyta, carentes de raíz, tallo u hojas y también de clorofila. Pertenecen al phylum Eumycophyta, los hongos verdaderos el cual se subdivide en tres clases: Zigomycetes, Ascomycetes y Basidiomycetes.

Aquellos hongos a los que no se les ha encontrado la fase perfecta (Reproducción sexual y asexual) se les ha colocado en el cuarto grupo, Deuteromycetes.

Según los biólogos los hongos son organismos eucarióticos, portadores de esporas, aclorofilicos, que por lo general se reproducen sexual y asexualmente y cuyas estructuras somáticas ramificadas y filamentosas están rodeadas por paredes celulares que contienen quitina o celulosa, o ambas sustancias, junto con otras muchas moléculas orgánicas complejas.(7)

Los hongos son acuáticos (agua dulce o salada) y terrestres (suelo ó materia vegetal muerta) y las esporas dispersas en el aire son con frecuencia molestos contaminantes; provocan además la mayoría de las enfermedades de las plantas de cultivo.(27)

Existen los hongos que crecen sobre los alimentos, por ejemplo las masas algodonosas blanquecinas, verdes o anaranjadas que crecen sobre el pan, las naranjas o las tortillas, y aquellos que forman cuerpos fructíferos y se ven en bosques.(7)

Debido a que los hongos viven de la descomposición de la materia orgánica en sus diversas formas incluyendo la basura, la hojarasca y otros sustratos, estos organismos constituyen la clave para la reincorporación de los materiales orgánicos en el suelo, favoreciendo así la formación o el enriquecimiento de tales suelos, siendo los vegetales por medio de sus raíces quienes asimilen los nutrientes, es decir, usando el término ecológico "reciclar" los desechos orgánicos.(31)

Todos los hongos son aerobios obligados o facultativos, son heterótrofos, para cubrir sus necesidades energéticas requieren de un suministro externo de sustancias alimenticias orgánicas ó azúcares.(33) A partir de los cuales debido a su gran capacidad de síntesis, son capaces de producir una variedad de sustancias orgánicas complejas como: proteínas celulares complejas, grasas, polisacáridos complejos, vitaminas, ácidos orgánicos, enzimas, pigmentos y sustancias antibióticos, como la conocida penicilina, e incluso para dar sabor al café y a la salsa de soya.(31)

Muchos hongos son completamente saprofitos, alimentándose de materia orgánica no viviente de diversa condición. Probablemente no existe sustancia orgánica en la biosfera que esté libre del ataque de los hongos. Madera, lignina, vegetación, quitina, queratina, grasas, aceites, fenoles, asfalto, llantas de caucho, ceras, huesos, etc. son degradables por los hongos. (31)

Por otra parte en el Museo Nacional del Virreinato existe un antecedente sobre estudios micológicos del medio ambiente y obras de arte, por lo cual se quiere ampliar un poco más sobre este tema de investigación; además de esto, se realizó una revisión bibliográfica, encontrándose reportes de manuscritos, pieles en museos y archivos, pinturas murales, trabajos de arte en papel, monumentos al aire libre, en algunos países.

Por todo lo anterior, se considera importante realizar este proyecto. El hecho de determinar la presencia de hongos en 17 salas del Museo Nacional del Virreinato, así como también, realizar aislamiento, la identificación y establecer el hongo más frecuentemente aislado ayudará a aplicar las medidas convenientes para el control de la proliferación de los mismos. De igual manera ocurrirá para el caso de las obras de arte incluyendo el Cristo de caña. Esto siempre con la finalidad de evitar el deterioro de nuestro patrimonio cultural. Además, en este trabajo se hace referencia a la parte experimental; que consiste en un estudio micológico basado en técnicas utilizadas para la identificación de hongos, cuyos resultados fundamentan dicho estudio, con la finalidad de preservar las obras de arte.

En las páginas siguientes se menciona de manera más amplia este tema, principalmente todo lo relacionado a Cristos de caña por considerarse obras de arte de gran valor religioso para el pueblo mexicano, así como los materiales de que están elaborados y la técnica empleada que es única en el mundo.

Se realizó una recopilación bibliográfica relacionada con la restauración de los Cristos de caña, al respecto se encontró un documento, el cual se anexa en la página 23 de este trabajo de tesis, se espera que pueda servir de guía para la restauración del Cristo de caña que se encuentra en el Museo Nacional del Virreinato.

II JUSTIFICACIONES DE LA INVESTIGACION

En México se realizó una búsqueda de información para saber si se han realizado investigaciones relacionadas con respecto a hongos, pero, no se encontro; se han realizado solo en países como Canada e Italia en obras pictóricas.(22)

Visitar cualquier iglesia mexicana; independientemente del propósito religioso que proporciona al visitante, una serie de sorpresas provocadas por diversos elementos que permiten la práctica del culto divino y que se pueden apreciar como obras de arte religioso son: los edificios eclesiásticos, relieves y esculturas, retablos en ricas maderas doradas, pinturas, objetos de plata labrada, pero sobretodo las imágenes relacionadas con el tema de la Pasión y Muerte de Jesucristo, Las cuales se realizaron durante el proceso de la evangelización misma, primero por imagineros españoles y después por escultores indígenas mexicanos, siendo estos últimos quienes aportaron la técnica de esculturas modeladas con una pasta hecha a base de la médula de la caña de maíz, utilizada antes de la llegada de los españoles en las representaciones escultóricas de sus deidades.

Fué en el realismo de las imágenes religiosas, en el que los indios se sintieron plenamente identificados con los españoles, de allí que abrazaron con tal devoción el culto a Jesucristo.

En los cristos mexicanos se logró gran variedad de expresiones: ingenuidad, serena tranquilidad, dolor, espanto, sorpresa, piedad, etc., que dan vida a las imágenes dramáticas de Jesucristo; este realismo exacerbado supera a las obras de los escultores del barroco español.

Por desgracia los cristos como otras obras de arte de este tipo han llegado a nuestros días en número muy reducido; la indiferencia, el descuido, el hurto y hasta una cierta falta de religiosidad, son factores que han provocado la pérdida de estas interesantes obras de arte mexicano. Es por ello que se considera importante este tipo de trabajo de tesis, que ayude a preservar las obras de arte que aún existen y que por referencias históricas alcanzaron gran esplendor en los siglos XVII y XVIII, por ser una técnica única en el mundo.(21)

Debido a las diferencias de clima que presenta México es difícil conservar las obras de arte, ya que estas se ven afectadas por la proliferación de hongos. En estos casos el desarrollo de hongos, además de reflejarse en los efectos decorativos, daña la vivacidad de los colores originales, debilitándolos o cambiándolos, con la aparición de manchas, puntos negros y una cubierta de micelios que oscurecen la pintura. Además los cambios estructurales en la pintura causados por el crecimiento en profundidad del micelio, afecta toda la capa pictórica.(22)

Investigaciones en el instituto de Canada y otros lugares mencionan que se encontraron depósitos amorfos y criptocristalinos de silicio (Si) o calcio (Ca) sobre pinturas realizadas con rojo ocre (haematite) debido al deterioro natural resultado de la acreción superficial, daño de escarcha y desgaste atmosférico biológico (algas y hongos).(30)

Los organismos encontrados en las obras de arte en piedra expuestas al aire libre son las microalgas, musgos, líquenes, pueden ser tratados con ortofenilfenol (2-fenilfenol) en etanol y removidos (30) y la hierba mala, Los cuales afectan la piedra de manera estética y química. Para conservar estas obras puede ser mediante un tratamiento químico y/o mecánico, de tal manera que, una de las primeras recomendaciones para controlar el deterioro es eliminar el origen de la humedad y restaurar la superficie deteriorada.(28)

En sitios arqueológicos italianos se ha observado la presencia del líquen *Dirina masiliensis* forma sorediata, el cual provoca incrustaciones de oxalato en las obras de arte. Las investigaciones fueron realizadas sobre frescos en Palazzo Farnese, Caprarola.(23)

La humedad, temperatura, pH, naturaleza del sustrato, etc., son factores que actúan para determinar el tipo de hongo que va a poblar una comunidad, también influyen de diferente manera en la germinación, crecimiento, reproducción, diseminación y supervivencia del mismo.(3)

Los máximos de humedad relativa ocurren antes de salir el sol y los mínimos al comienzo de la tarde, el momento más favorable para el desarrollo de hongos, algas y líquenes en los monumentos situados al aire libre comienza al ocultarse el sol, lo mismo para la corrosión de los objetos. Cuando la humedad relativa es constantemente elevada deben tomarse precauciones especiales contra la proliferación de microorganismos en general. Debido a que el crecimiento de mohos se detiene cuando

la humedad relativa es inferior a 60%, es apropiado exponer y almacenar los bienes culturales en un ambiente seco (no menos de 40%).(3)

Cierto número de bacterias y hongos se desarrollan profundamente en los pegamentos proteícos, siempre que la madera pegada con dichos materiales es expuesta a una humedad elevada o se humedecen, los mohos y las bacterias digieren y debilitan lentamente el pegamento y hay muchos lugares en los interiores donde la humedad permanece lo bastante alto durante el tiempo necesario, para permitir la descomposición microbiana de los pegamentos.

Los factores biológicos son: viables, no viables y radiaciones. Las partículas viables comprenden granos de polen, microorganismos como las bacterias, hongos o sus esporas, e insectos o partes de éstos tales como alas y patas.(3)

Algunos de los problemas presentados comúnmente en colecciones de historia natural y antropológica que contienen proteínas es la biodeterioración provocada por insectos de hueso, ballena, cuerno de venado y piel.(10)

Por lo anterior, la solución ideal es mantener un ambiente acondicionado para conservar obras de arte, pero el costo de la instalación de este servicio resulta muy elevado, y por ello se ha optado por el uso de sustancias químicas, en ocasiones sin saber si los resultados son satisfactorios.

Por otra parte en el Museo Nacional del Virreinato (M.N.V.) se tuvo la inquietud de realizar un estudio sobre los hongos existentes y más frecuentes en este museo; como ya existían comentarios sobre la necesidad de realizar muestreos ambientales en los museos, se llevó a cabo el estudio, efectuándose un acuerdo entre la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) representada por el MVZ. Pablo Martínez Lavat y el M.N.V. representado por la directora del museo, la Maestra M^a del Consuelo Maquívar, bajo la dirección, por parte de la UNAM, el M.C. Tonatiuh A. Cruz Sánchez y por parte del M.N.V., la Maestra en Artes Plásticas Rosa Díez Pérez.

III OBJETIVO GENERAL

Aislamiento de hongos del medio ambiente y obras de arte, posibles medidas para el control de su proliferación; así como también los métodos de restauración del Cristo de caña, en el Museo Nacional del Virreinato.

OBJETIVOS PARTICULARES

- 1) Investigar la presencia de hongos en el medio ambiente de 17 salas del Museo Nacional del Virreinato.
- 2) Aislar e identificar los hongos ambientales que están causando el deterioro de obras de arte.
- 3) Establecer la microflora asociada que está causando el daño en la escultura de Cristo de Caña y otras obras de arte que se encuentran en el Museo Nacional del Virreinato.
- 4) Búsqueda bibliográfica de los métodos de restauración y conservación aplicados en otros Cristos de caña para programar la técnica más adecuada al Cristo de caña que se encuentra en el Museo Nacional del Virreinato.
- 5) Proponer medidas en el control de los hongos para conservar las obras de arte y mantener un medio ambiente adecuado en las salas del Museo Nacional del Virreinato.

IV Antecedentes históricos

IV. I.- Obras de arte.

IV.1.1.- Generalidades.

Las amenazas naturales en los bienes culturales por los efectos del ambiente, no son más que una parte del ciclo incesante del deterioro que se lleva a cabo en nuestro patrimonio cultural.

La temperatura y la humedad son las principales causas del deterioro en los bienes culturales, contribuyendo éstos a la proliferación de hongos. Normalmente existe una gran variedad de hongos que se encuentran distribuidos en el ambiente, suelo, agua, aire, etc. y cuando existe un ambiente adecuado se observa la proliferación de éstos. (3)

Muchos países y poblaciones han sentido un vivo deseo de preservar sus propias artes, su artesanía y sus reliquias culturales, lo que se ha traducido en la creación de un gran número de museos. La mayoría de los museos poseen importantes colecciones de cuadros, por desgracia, los cuadros a diferencia de otros objetos de museo se deterioran mucho más rápidamente. El proceso normal de envejecimiento se acelera considerablemente y la descomposición de la materia orgánica, en particular la celulosa puede ser sumamente rápida; a ello contribuyen las combinaciones elevadas de calor y humedad; o calor y aridez; así como, los efectos fotoquímicos de la luz solar brillante, las nubes, o la contaminación industrial del aire. Los ataques de insectos y de los microorganismos son otra causa grave de deterioro. (3)

La estabilidad de un cuadro depende en gran parte de los varios ambientes a los que ha estado expuesto. Los vientos calientes y secos arrastran remolinos de polvo al interior de las viviendas produciendo el desgaste de las superficies pintadas. La luz intensa debilita los colores y favorece la oxidación de la celulosa; se produce la desecación de los materiales, el polvo y los insectos deterioran la capa pictórica mientras que las termitas horadan las tablas de madera.

La calidad de los materiales disponibles plantean otra serie de problemas, por desgracia, los materiales de que se dispone para la pintura suelen estar estrictamente limitados y a veces se elaboran

obras de arte de gran valor creativo con materiales de baja calidad, que suelen durar unos años en tan adversas condiciones climáticas.

El alojamiento de las colecciones de obras de arte en los países tropicales también inadecuado con raras excepciones. Los museos son grandes palacios irregulares y húmedos, con una estructura de madera a veces infectada por los insectos o en putrefacción y llena de goteras.

A menudo, el conservador de la colección es un funcionario público que ha aceptado ésta responsabilidad por su amor al arte o su pasión por la preservación de los testimonios culturales e históricos de su país. Por lo tanto, la formación de conservadores de museo reviste evidentemente suma importancia.

Las manchas coloreadas que se observan con frecuencia sobre los cuadros antiguos, documentos de biblioteca y archivos suelen ser debidas a pigmentos segregados por ciertos mohos. (3)

Los cambios producidos por hongos pueden dividirse en:

- a) Cambios en la superficie de la pintura.
- b) Cambios en la estructura de la pintura.

Los cambios en la pintura se deben al crecimiento de formas fungosas, vegetativa o reproductiva, en éstos casos el desarrollo fungoide, además de reflejarse en los efectos decorativos, daña la vivacidad de los colores originales, debilitándolos o cambiándolos de alguna manera con la aparición de manchas, puntos negros y una cubierta de micelios que oscurecen la pintura. Los cambios estructurales en la pintura, causados por el crecimiento a profundidades del micelio afectan toda la capa pictórica.

El levantamiento y rizamiento de la película de pintura, las rasgaduras de apariencia de cráteres en la pintura y una disminución en la cohesión de las capas pictóricas que engendran en toda la pintura una excepcional fragilidad, no pueden ser causadas solo por alteraciones de naturaleza físico-químico, pueden ser las extremas consecuencias del ataque fungoide en las profundidades de la estructura .(3)

IV.1.2.- Factores que favorecen el crecimiento de hongos.

El deseo de la preservación de obras de arte, artesanías y reliquias culturales ha dado lugar a la creación de un gran número de museos. (22) Dentro de los factores que provocan el proceso de deterioro de las obras de arte se encuentran: la temperatura, la humedad, el calor, pH, luz solar,

contaminación del aire, los ataques de insectos y microorganismos, etc.

Las características fisicoquímicas de un habitat son las que determinan la clase de comunidad que lo habitará, pero la composición precisa de esa comunidad en cualquier época, será el resultado de la competencia entre las diferentes especies de organismos.

Frecuentemente se encuentran obras de arte, principalmente cuadros, en sótanos húmedos, oscuros y mal ventilados, los que finalmente se deterioran a causa del crecimiento de hongos. Normalmente existe una gran variedad de hongos que se encuentran distribuidos en el ambiente, suelo, agua, aire, etc. y cuando existe un ambiente óptimo para su crecimiento se observa la proliferación de éstos, tal proliferación está influenciada por la temperatura, humedad, oxígeno, acidez-alcalinidad, minerales y otras sustancias nutritivas necesarias para su crecimiento. Si se altera un factor del medio ambiente donde vive el hongo, se presenta un cambio en más de alguna fase de la vida de éste, siendo necesario a nivel de laboratorio reproducir los diversos factores ambientales a que está acostumbrado, para que se den condiciones similares a las de su ambiente natural.(3)

Los mohos tienden a crecer cuando la humedad relativa es superior al 70 % y la temperatura ambiente está comprendida entre 18-25 °C. (10). Los mohos necesitan oxígeno para desarrollarse, crecen mejor a un pH ácido, requieren de carbohidratos y diversos minerales esenciales; se reproducen mediante esporas, las cuales permanecen suspendidas en el aire hasta que se encuentran en condiciones adecuadas para su desarrollo.(7)

El desarrollo de los microorganismos va a variar, dependiendo, además de los factores anteriormente expuestos, del sustrato que ataquen, si es piedra, por ejemplo puede mencionarse tiobacterias, silicobacterias, bacterias nitrificantes, actinomicetes y algas; si es madera la atacarán hongos lignícolas, la mayoría del orden Poliporales y en particular a las formas inferiores de los poliporaceos.(3)

IV.1.3.- Principales hongos que dañan las obras de arte.

Reportes bibliográficos indican que los principales hongos que atacan los materiales en los climas tropicales son:

Fusarium, Myrothecium, Dematia, Acrospeira, Cladosporium, Pullularia, Aspergillus, Stachybotrys, Memnoniella, Gliomastix, Curvularia, Moniliales, Tritirachium, Cephalosporium, Gliocadium, Penicillium, Paecilomyces, Scopulariopsis, Ascroticha, Chaetomium, Myxotrichum, Sidamella.(3)

En un trabajo realizado en Guatemala por Ma. Eugenia Betancourt Morales, en 1983, sobre "Etiología fúngica de los agentes de deterioro en obras pictóricas de la antigua Guatemala", se determinó que los principales microorganismos fúngicos que ocasionan deterioro en las obras de arte son: *Aspergillus spp, Penicillium spp, Cladosporium spp, Fusarium spp, Rhizopus spp, Curvularia spp y Nigrospora spp*. De las obras pictóricas se aislaron: *Aspergillus spp, Cladosporium spp, y Chaetomium spp*; encontrándose en ambos casos que son hongos contaminantes.(3)

Del Servicio Social prestado en el Museo Nacional del Virreinato en Tepetzotlán, Estado de México, por María Rodríguez León y Ma. Eugenia Pérez Juárez, en 1988, sobre "Investigación micológica en obras pictóricas dañadas por mohos en el Museo Nacional del Virreinato; así como del medio ambiente en la bodega en que se encuentran estas pinturas", se obtuvieron como resultados que las principales cepas aisladas del medio ambiente pertenecieron a hongos de los géneros *Aspergillus sp, Fusarium spp, Penicillium spp y Cladosporium spp*. Todos son de tipo contaminante. Se observó que el más frecuente fue *Aspergillus spp*, ya que éste hongo se desarrolla en cualquier sustrato y es el causante del 80 % de deterioro de las obras culturales.(22)

De manuscritos y pieles en museos y archivos en la antigua Unión Soviética han sido aislados gran cantidad de especies de hongos, entre ellos están: *Botryotrichu piluliferum y Mortierella polycephala*, los cuales germinaron en elevada humedad (w.a.= 0.95), sin embargo *Aspergillus flavus* (w.a.= 0.75) y *A. repens* (w.a.= 0.65) conidia de *A. flavus, A. flavipes y Penicillium chrysegenum* mantuvieron su viabilidad sobre manuscritos en pergaminos *A. repens, A. glaucus y P. ademetzli* representan una particular amenaza a la preservación de trabajos sobre papel y pergaminos. (24)

El medio ambiente del lugar donde se encuentran los objetos de arte influye en el desarrollo de los microorganismos. Algunos de los microorganismos que se encuentran afectando pinturas murales son: *Streptomyces rectus flexibilis, S. griseolus, S. cinereoruber, S. vineaceus, S. albus y Nocardia sp.* (12)

Manchas o decoloraciones sobre trabajos de arte en papel causados por hongos son debidas

principalmente a *Penicillium notatum* (verde), *Fusarium oxysporum* (rosa púrpúreo), *Alternaria solani* (negro) y *Chaetomium globosum* (café grisáceo). La exposición a 1,4-dioxano-N, N-dimetilformamida y piridina removieron manchas o las redujeron sin tener un efecto adverso en las obras de arte sobre papel. En el caso de *A. solani* y *P. notatum* fueron removidas por tratamiento láser (532 nm).(26)

De la información anterior nos dimos cuenta que la investigación en éste campo es casi nula, lo cual nos motivó a explorar en otras obras de arte de tipo prehispánico y de importancia religiosa para el pueblo mexicano como son las esculturas de caña, específicamente cristos, ya que hay una considerable distribución en zonas turísticas importantes de México.

El daño que sufren las obras de arte de éste tipo representa una pérdida para nuestro patrimonio cultural, así como una inversión económica para conservar dicho patrimonio. Además de que esto influye en la sociedad porque se ha adoptado como un símbolo religioso que los identifica plenamente, con el modo de vida en México.

IV. 2.- Cristos de caña.

Las culturas prehispánicas, hacían sus esculturas a base de materiales duros: piedra y blandos: algunas clases de maderas, pastas, semillas envueltas en masa, barro y semillas amasadas con sangre humana, como lo menciona el padre Clavijero, éstas últimas para comérselas.

En Michoacán nació una técnica netamente tarasca, que es única en el mundo, la fabricación de esculturas de médula de caña de maíz, para representar a sus dioses, debido a que éstos eran llevados a las guerras para que les ayudaran a conseguir la victoria, por lo tanto, hechos a base de materiales ligeros, facilitarían su traslado de un lugar a otro, éstos fueron hechos con el corazón de la caña molida, la cual con el engrudo forma una pasta que ellos llaman "tatzingue", con lo que hacen los primeros cristos de Michoacán. Se dice que los tarascos después de la cristianización, han sido los que han dado la más viva representación del cuerpo de Cristo.(11)

Según el cronista franciscano Mariano Torres, a petición de Caltzontzin, autoridad máxima de los antiguos michoacanos, los franciscanos llegaron a Tzintzuntzan, ciudad sagrada de Michoacán, en 1525. Según Ricard, fray Martín de Jesús, también llamado "de la Coruña", destruye los templos y todos los

ídolos, y en 1526 construye dos habitaciones de adobe y techo con paja y una capilla que dedica a Santa Ana. De dicha fundación, sólo queda en su lugar como recuerdo, una cruz misionera. En 1533 según Kubler, fray Juan de San Miguel inicia la construcción de la iglesia y el convento en el lugar donde se encuentra actualmente; la obra prosigue hasta 1540, y es reformada por fray Pedro Pila de 1590 a 1600, pero entonces ya aparece como San Francisco Tzintzuntzan.

Establecidos los misioneros y destruidos los ídolos, éstos últimos se substituyeron por imágenes del culto cristiano; los misioneros franciscanos tuvieron la genial idea de aprovechar los elementos prehispánicos empleados en las esculturas.(17)

Se piensa que las primeras imágenes de caña de tipo cristiano, son obras de conjunto entre indígenas y españoles, debido a que fueron modeladas en 1531, la virgen de Zapopan en Tzintzuntzan y la de la Salud en Patzcuaro, Michoacán en 1538 a 1540, además de que los rostros representados son de tipo español.(11) Siendo por lo tanto los franciscanos quienes cristianizaron la técnica indígena de escultura en caña de maíz.

Según el cronista franciscano fray Antonio Tello, en 1525 llegó a la Nueva España fray Antonio de Segovia, uno de los primeros misioneros de la provincia de Jalisco, quien adquirió en Michoacán, durante su estancia en el convento de Santa Ana, una imagen de Virgen, de 54 cm. de altura "...su peso muy leve, casi ninguno y se hiende con facilidad. En lo más, parece de corazones de caña de maíz no amasado, ni batido, sino unidos unos con otros los fragmentos en sentido vertical con alguna pegadura". En 1541 fray Antonio de Segovia la donó a los frailes de Jalisco quienes la llamaron "nuestra señora de Zapopan", el fraile la había llevado "diez años colgada al pecho", habiéndolo acompañado en todas sus andanzas.

La virgen de la Salud se dice fue mandada hacer en Patzcuaro por don Vasco de Quiroga al indio "Juan de Barrio Fuerte" y el franciscano fray Daniel "el italiano" gran dibujante y bordador.(17)

Matías de la Cerda, escultor español fue el primero que enseñó su arte a los tarascos y la aplicación a estatuas religiosas, Luis de la Cerda hijo de Matías de la Cerda continuó con la técnica de imágenes de caña, aunque en ocasiones los cronistas suelen confundirlos. De las esculturas tarasco-españolas hechas de caña de maíz han recorrido todo el mundo causando gran admiración; fray Matías

de Escobar lo considera un arte mestizo resultado de lo indígena y lo español.

Posteriormente se tuvo información que hubo otras zonas entre ellas el Valle de México, donde la técnica de esculturas de caña de maíz era conocida, éste lugar se ha supuesto debido a que se hallaron códices postcortesianos en náhuatl y unos estarcidos para escuelas de pintura "como en el caso del Cristo de Mexicaltzingo". Existe una leyenda que dice que en el interior de los cristos de caña de maíz se hacían llegar hasta la corona las denuncias de los abusos en las audiencias de la Nueva España.

Los cronistas hacen referencia a dos tipos de esculturas "domésticas" de pequeñas dimensiones y otras de mayor tamaño.

La escultura mexicana recorrió en un siglo 3 etapas del arte: la medieval, la renacentista y la barroca.

En esculturas de caña de tipo medieval el cristo está inscrito en triángulo como es el caso del Cristo de Angahua, Michoacán, que lo representa cuando la vida se le va acabando. En cuanto al tipo renacentista son los cristos de Matías de la Cerda, cuya forma está inscrita en un cuadrado, tal es el caso del Cristo de San Luis Potosí, de Santa Teresa y el del Telde, "el dolor no los deforma, los dignifica y la muerte no aterra, pero si eleva". En cuanto al desplazamiento del escultor barroco fue debido al contacto con nativos y mestizos, de tal manera que los rasgos faciales no son tan pulidos, formas no tan angulosas, etc. siendo lo más característico el dramatismo del dolor y la muerte; y la sangre se prodiga y el cuerpo está cubierto de azotes, tal es el caso del Cristo de la tercera orden de Patzcuaro, Michoacán.

Los indígenas artistas natos produjeron imágenes para culto de las múltiples capillas rurales y para el consumo doméstico. Lo popular se reconoce por la ausencia de la escuela, el artesano no sabe a que corriente pertenece (ni tampoco el crítico), ni cuales son sus modelos, no se le puede aprisionar dentro del tiempo y el espacio; es de todas las épocas y de ninguna en particular, éste tipo de cristos se caracterizan por pérdidas de proporciones clásicas, abundancia de sangre, expresión dolorosa, patética, dando cabida también a rasgos indígenas, ejemplo el Cristo de las tres caídas en la capilla de las tres Ave Marias, Morelia, Michoacán, y el Señor de Casanova Villa de Pozos, San Luis Potosí.

Las figuras religiosas de caña fueron hechas para colocarse en cualquier sitio, ser vistas de cerca, además son esculturas solitarias y perdurables, es decir son eternas. Estéticamente presenta rostros que

reflejan hermosura, noble porte, majestuosidad y conmueven los sentimientos humanos, sintiéndose una plena identificación.

Las procesiones de Morelia y Patzcuaro son famosas por celebrar la Semana Santa, así como también, las realizadas en los campos para implorar la lluvia en tiempos de sequía o aplacar la peste en la ciudad de México en los siglos XVI a XVIII, en los cuales se llevaban más de 200 imágenes de caña.(11)

V Técnicas de elaboración de Cristos de caña

Los Cristos de caña elaborados con caña de maíz, la cual recibe diferentes nombres "médula o corazones de caña", etc. con nombre náhuatl se le llama "aguazol". Los historiadores dan diferentes nombres tanto a la caña como a la técnica de elaboración de imágenes de éste tipo, para ésta última hacen uso de comparaciones.

Se ha pensado que la caña puede ser de otra planta como la ordana, o caña de panizo, o caña de Indias. Sin embargo, el profesor de Farmacia, Río de la Loza, que hizo el análisis de un fragmento, lo dice más claramente "es de pedazos de caña de maíz".

Características de la caña de maíz: poco peso, porosidad, fragilidad.

La preparación dada al material se piensa que pudo ser haciéndose pasar corrientes de agua por las cañas o sumergiéndolas repetidas veces en ella, lo cual quitaría buena cantidad de azúcar y después extenderlas para secarlas al sol.

Para impedir que la polilla afecte a la caña, se piensa que se utilizaron algunos venenos extraídos de plantas indígenas, o el rus tóxicum, o la "flor de tijerilla", y para proteger el papel que soporta la caña se ha encontrado yeso o búcaro en el interior de algunos Cristos. Aunque no hay que olvidar que algunos colorantes en su preparación pueden tener sustancias tóxicas, como el arsénico.

El papel constituía la base para la aplicación de las cañas. El Instituto de Biología de la UNAM informa sobre el Cristo de Mexicaltzingo que el papel que lo constituye es español: papel de lino, ya que la producción de papel en México es tardía. En 1845, Leopoldo Río de la Loza, dice que la cubierta es de hojas de especie de papel preparado de modo sencillo, grueso, áspero y textura de coco blanco; Luft encontró papel de amate (maché) y sironda. Los pliegos de papel utilizado eran generalmente de desecho, los cuales iban superpuestos. Para los brazos se hacían tubos o rollos que luego se retorcían, sostenidos por madera, además de que papel muy fino se encontraban recubriendo brazos, pies y

a veces todo el cuerpo, sobre las cañas y como base de éstas.

Las telas, cuero, gamuza y ante sirven de refuerzo al cierre de las hormas. En ciertas imágenes se observa que en la encarnación y sobre ella se extendía una tela y sobre ésta la pintura. Aunque la función más importante era la de hacer de cendal.

La madera servía de soporte para las diferentes partes del cuerpo, las cuales eran de pino, zompantle o colorín (*Erithrina*), además de que con éste último se hacían las manos, pies y algunas veces antebrazos.

La encarnación se daba a base de yeso (sulfato cálcico) mezclado con aguacola, o engrudo de harina aplicándolo sobre papel o caña ya modelada daba resistencia y quedaba apto para recibir la pintura. En ocasiones la capa de yeso era delgada y en otras de mayor espesor, una gris interna, otra blanca (yeso) y otra de pintura íntimamente adherida al yeso. La capa gris (yeso de cola) se trataría de un procedimiento típico de estucado.

Tatzingue o tatzingueni es el aglutinante empleado para pegar las cañas, palabra tarasca que significa engrudo, se obtiene de la "sobralia citrina" o también "catleye". El Dr. Manuel Martínez Solorzano dice que "aróracua o Tatzingueni" es la citrina. Por lo tanto, "Catleye citrina" lleva el nombre de "aróracua o araracua", que en Morelia se denomina limoncillo. Esta planta es una orquídea que flota en los lagos de Michoacán, de cuyos bulbos se extrae la goma.

El Dr. Bonavit utilizó en sus experimentos varias orquídeas la "itzumacua", o "laelia majalis" o flor de corpus, y la "laelia atumalis", o lirio de Todos Santos o San Francisco los cuales abundan en los lagos michoacanos.

También se utilizaba la "cola de carpintero", para constituir el cartón, unir las cañas y aglutinar el yeso de la encarnación. El engrudo de harina también en otros casos se ha utilizado como pegamento.

Entre los tintes utilizados se encuentra la grana fina extraída de la cochinilla (*coccus cacti* o *coccus silvestris*). La cochinilla hembra produce el carmín o ácido camínico, polvo microscópico de color rojo intenso.

El verde lo obtenían del "cardenillo", purificando el cobre en solución de vinagre y cogollos de ruda, el verde montaña que es la "malaquita". El amarillo de las tierras ocre. El azul añil se extraía de

la planta indigofera añil, a la que los indígenas le daban el nombre de tiuxquilitzahuac. El blanco con el albayalde, etc. el negro que lo obtenían de ocote quemado. Posteriormente se introdujo el oro como color en las orillas de cendales y ropajes.

El barniz venía después de la coloración, se cree que éste era la "laca de Michoacán", o "maque", el cual era muy resistente al sol y al agua y le confiere a la madera un brillo que mantiene vivos los colores. Este barniz es el "aje" extraído de ofidios o pulgones (*coccus axin*) que se recogen en los montes de Parácuaro y Tingambato.

Entre otros aceites usados era el de chía, obtenido de la semilla de la *Salvia chian*, o el chicalote (Argemina mexicana), una papaverácea, o el de nuez; o barnices comerciales, éstos últimos no muy buenos. Por lo tanto, la calidad del aje explica la duración e inalterabilidad del colorido de las imágenes de caña, que se conservan en buen estado en casas, iglesias o museos. Se limpian con agua y jabón simplemente. Se piensa que una sola persona realizaba toda la escultura aunque probablemente haya tenido algunos trabajadores.

En el siglo XVI y XVII se interesaba informar más sobre lo raro del material que sobre la técnica. Sin embargo, La Rea dice "cogen la caña y le sacan el corazón... y moléndola, se hace una pasta con un engrudo que ellos llaman tatzingueni, tan excelente que hacen de ella las primorosas hechuras de Cristos de Michoacán. Beaumont da otra versión "la caña después de seca, sirve para hacer imágenes de bulto (como las hay en muchos templos) juntándolas unas a otras", lo anterior origina confusión. El Dr. Bonavit ha hecho experimentos con los cuales determinó que las imágenes no están hechas completamente con pasta de caña, sino que son fibras largas de caña de maíz unidas con tatzingueni, pero no se descarta la posibilidad de que algunas partes del acabado se hayan hecho con pasta.

Altorrelieves en caña solo se ha encontrado un ejemplar, en el exconvento Francisco de Tzintzuntzan, Michoacán, en el fondo de un nicho rectangular enmarcado en madera se aplicaron las cañas hasta darles el espesor a las figuras, éstos son la virgen dolorosa y su hijo y una magdalena, y además dos angeles alados, que soportan el cuerpo de Cristo.

El Dr. Bonavit de sus observaciones dedujo que existen imágenes cuyo esqueleto o alma está formado de tallo floral de maguey (quioté). Sin embargo, también existen otras imágenes formadas de

cañotes cuya materia modelable no está soportada por alma alguna. Se juntaban las cañas con pegamento unas a otras, formando un mazo o haz, el cual posteriormente se modelaba y después la encarnación y pintura final.

El Dr Bonavit iniciador de éstas investigaciones, en fragmentos de cristos de Michoacán hizo la deducción de que, el esqueleto lo formaban a partir de hojas de maíz seca y para las extremidades de los dedos plumas de guajolote, posteriormente sobre el esqueleto extendían una mezcla de médula de caña y bulbos de orquídea, con la cual daban forma al cuerpo humano, continuaban con el estucado, coloreado y barnizado.

Carrillo y Gariel en un estudio en el Cristo de Mexicaltzingo determinaron materiales y técnicas empleadas en él.(5) El armazón estaba hecho a base de papel superpuesto y pegado con agua de cola y modelado en húmedo y algunas astillas de zompantele. La cabeza hueca se trabajó previamente pero se encarnó al mismo tiempo; el encarnado se realizaba hasta pasados tres meses después de realizada la imagen, dicha encarnación estaba constituida por las siguientes capas a partir de la médula de maíz, de dentro hacia fuera: a) una capa de papel con abundante cola de origen animal; b) una capa de yeso (sulfato cálcico).

La capa externa formada en realidad, por 3 capas: una gris interna; otra blanca (yeso) y otra de pintura íntimamente adherida al yeso. La capa gris parece ser de yeso con cola. Se trataría por lo tanto, del procedimiento típico de estucado.

Existen variantes en la elaboración de Cristo de caña, debido a tamaño de la escultura, naturaleza del material, experiencia e ingenio del escultor de tal manera que en ocasiones se encuentran espigas de madera en mayor o menor cantidad, las extremidades son de caña de madera, el cendal es de pasta, presencia o ausencia de papel, etc.

Por todo lo anterior a la técnica debió llamársele de modelado y no de escultura debido a que en ésta última se emplea material duro e instrumentos para el labrado y esculpido. (11)

Según la publicación "las imágenes de caña de maíz de Michoacán" del autor Enrique Luft (1972), la señora doña Teresa Castello Iturbide, encontró hace tiempo en Pátzcuaro al señor Baldomero Guzmán que vive en la calle de Lerín y parece ser el último artesano que trabaja la caña de maíz en

Michoacán. Don Baldomero es originario del rancho Tarascón orientado sobre la vía férrea de Uruapan, dice ser purépecha no tarasco, desde su juventud se dedicó a santero, no sabe hacer las imágenes de pasta de caña sino de "ensamble". Escoge las cañas de maíz más gruesas (caña seca), les quita la corteza y cortándola en trozos va logrando la forma burda del santo, une las cañitas y las moja con el pegamento vegetal fresco, hasta formar una especie de tronco grueso que después amarra con pita y deja secar, ya seco, lo desamarra y empieza a tallar, como si fuera un pedazo de madera de colorín, operación que él considera la más importante, de su trabajo. Después empasta la figura y por último, la pule.

Doña Apolonia, su mujer prepara el pegamento, comienza por pelar nopales muy frescos, los muele para sacarles la baba junto con hojas de la hierba mula. Después los estrujan y exprimen a sacar todo el jugo que se utiliza inmediatamente de pegamento. Nos cuenta Doña Apolonia que la hierba mula también se emplea como remedio contra las reumas, aplicando las hojas a las partes doloridas pues se adhieren fácilmente (selloa glutinosa). Las esculturas que hace don Baldomero mediante éste procedimiento son de las llamadas "Santos Domésticos", es decir, de pequeñas dimensiones. Finalmente, sólo nos queda por decir que gracias a los misioneros franciscanos tenemos una clara idea respecto a la técnica prehispánica de la caña de maíz, empleada por los tarascos en la ciudad de Tzintzuntzan. (17)

VI Restauración y conservación del Cristo de caña

VI.1.- Generalidades.

En el Museo Nacional del Virreinato de Tepetzotlán se encuentra un Cristo de caña, donado a este museo por el Dr. Gustavo Curiel, al cual se tiene como propósito restaurar, por ésta razón se comenzó a investigar la manera de como llevar a cabo éste trabajo de restauración.

Realizando la investigación se encontró la restauración de un Cristo elaborado en papel amate y caña de maíz encontrado en la antesacristía del exconvento de Churubusco, actualmente Museo Nacional de las Intervenciones. Representa a Cristo crucificado y a pesar de medir 2 metros de altura, tiene un peso aproximado de 7 kilos. Según se menciona en el documento el propósito fue dar a conocer de una manera específica, los tratamientos de restauración que fueron utilizados en una escultura del siglo XVI (Cristo de Churubusco) y que además representó un reto durante los tratamientos de restauración.

Para llevar a cabo esta restauración se realizaron estudios sobre los antecedentes históricos y los diferentes materiales que conforman la escultura, y posteriormente se elaboró un proyecto de trabajo en base a su estado físico. Asimismo, fueron usados por primera vez en este tipo de esculturas algunos materiales sintéticos apropiados, como las resinas epóxicas, poliuretanos y poliestirenos, de los cuales fueron aprovechadas las propiedades de resistencia y adhesividad. La reversibilidad se consiguió aislando invariablemente la superficie original. Puesto que los tratamientos de restauración fueron llevados a cabo en el año de 1985, ha sido posible observar hasta la fecha (1989) el comportamiento de esos polímeros que resolvieron satisfactoriamente los problemas particulares propios de la frágil estructura de papel amate y caña de maíz.

Con respecto a las esculturas de caña de maíz se hace mención en la introducción del presente trabajo de tesis.

A continuación se describen varios de los puntos sobre la manera como se llevó a cabo el proceso de restauración del Cristo de Churubusco.

VI. 2.- Análisis del laboratorio.

Se trató primero de investigar la estructura básica del Cristo (cabeza, caja torácica, brazos, manos, piernas y pies).

Una vez realizado esto se procedió a identificar los materiales utilizados en la manufactura del Cristo. Primeramente se realizó una observación minuciosa de todo el cuerpo con microscópio estereoscópico, detectándose que en algunos faltantes de la capa pictórica de la encarnación, había capas internas de pintura de color rojo, negro y verde. Esto dio lugar a pensar en la posibilidad de la utilización de un código policromado en la manufactura del Cristo, como lo menciona Carrillo y Gariel (1959;16,83).(5)

Se planeó entonces la toma de muestras de la encarnación y de las capas internas, ajenas a la misma. Los colores seleccionados fueron gris y rosado de la encarnación, azulado de la tez mortecina, rojo del sangrado, blanco del cendal y negro del pelo. De las capas internas se tomaron muestras de color rojo, verde o azul y negro. También se tomaron muestras de los materiales de sostén de relleno y de la base de preparación.

El estudio se inició con la elaboración de cortes de varias muestras para investigar la estratigrafía en diferentes partes del Cristo y tratar de encontrar el código interno. En estos cortes se hizo el análisis con luz ultravioleta para detectar la fluorescencia de barnices o capas internas, no visibles con la luz blanca incidente.

Para los pigmentos se hizo el estudio óptico mineralógico y el análisis microquímico para cada caso en particular, utilizando fragmentos de capa pictórica, base de preparación o directamente en el corte estratigráfico.

El aglutinante se analizó haciendo reacciones de saponificación y solubilidad con una solución de hidróxido de potasio al 10 % en agua. También se hizo una tinción selectiva con "Ponceau S" para material proteico. (Johnson and Packard; 1971:145).

VI. 3.- Estratigrafía general.

Después de analizar los estratos de cada muestra y de identificar los materiales de cada uno de ellos, se hicieron esquemas que presentan la policromía del cuerpo del Cristo, indicando la forma como se encuentran las capas de material de que están elaboradas las diferentes partes del cuerpo. Además de que se observó la policromía del códice en varias zonas del cuerpo del Cristo y la diferencia de espesor en la base de preparación del Cristo. Esto indica que sí existen fragmentos o parte de un documento policromado por debajo de la encarnación en varias zonas del cuerpo.

VI. 4.- Identificación de materiales.

Los materiales de sostén que fueron analizados son la espiga de madera de la cabeza y un fragmento de madera de la armazón del brazo izquierdo, en el primer caso se encontró madera de colorín (*Erithrina sp*) y el segundo, madera de pino (*Pinus sp*) (I). También se analizó la madera de la mano y el pie izquierdo, resultando ambas de madera de colorín.

Los materiales considerados como de relleno y moldeo y que además sirvieron de soporte a la encarnación, son de pasta de caña de maíz y el papel amate. En todas las muestras de estos materiales se encontraron proteínas, lo que indica el uso de cola animal que sirvió para pegar el papel y como aglutinante de la pasta. Estrada Jasso (1975; 23,27) (15) y Carrillo y Gariel (1959, 16) (17); mencionan que para pegar el papel y unir las cañas se utilizó aguacola (cola de carpintero) y que para hacer la pasta de caña se utilizó el engrudo conocido como "tatzingue" o "tatzingueni". Estrada Jasso menciona además que el engrudo se obtiene de los bulbos de una orquídea que abunda en Michoacán, cuyo nombre científico es *Sobralia citrina* (11). Nosotros no pudimos identificar este material, solamente detectamos la cola mencionada anteriormente.

La base de preparación de la encarnación del Cristo fue identificada como yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) de partícula gruesa, glutinado con cola animal. La base del Códice también está constituida por yeso, de partícula fina, en capa de menor espesor y un aglutinante a base de proteínas. (III).

VI. 5.- Capas de pintura del cristo.

Las 2 capas de encarnación encontradas en el antebrazo izquierdo y el hombro derecho, están constituidas por blanco de plomo y minio; (rojo de plomo), como pigmentos principales, en la primera capa se encuentra además cinabrio, y en la segunda, laca de granza. Dada la similitud de una u otra encarnación, se puede considerar que ambas son de la misma época (siglo XVI).

La encarnación que se presenta en el cuello, mejillas, frente, vientre y sangrados, varía de tono, presentándose de color rosado, en donde se utilizó blanco de plomo y minio, de color grisáceo, constituida por blanco de plomo y pequeñas cantidades de minio, laca de granza y negro de carbón. La encarnación azulosa (tez mortecina) fue lograda con una mezcla de blanco de plomo, azurita, laca de granza y minio.

El sangrado (rojo oscuro) que se menciona en dos de los esquemas está logrado con una mezcla de laca de granza (IV), minio, negro de carbón y blanco de plomo, aplicado al temple.

En el color blanco del cendal se encontró yeso aglutinado con cola animal (temple).

La coloración del pelo está dada con negro de humo. Sobre éste se encuentra el empaste blanco formado por yeso y cola animal.

En todas las capas de encarnación y pelo se encuentra un aglutinante oleoso.

VI. 6.- Capas de pintura del códice.

Las muestras usadas para el análisis de estas capas fueron tomadas por abajo de la encarnación del Cristo. En el color negro de la parte superior de la espalda se encuentran dos capas de pintura sobre una base de preparación de yeso, aplicada directamente sobre el papel amate. La capa negra (externa) está constituida por negro de humo, y la capa café (interna) por negro de humo y ocre rojo.

En el color rojo, tomado del pie derecho (segundo ortejo) y del brazo y hombro del mismo lado, encontramos una capa roja formada por rojo cochinitilla (V) y una pequeña cantidad de ocre rojo, sobre la misma base del yeso. En la muestra del pie derecho se encuentra además una capa azulada, abajo de la capa roja, constituida por una mezcla de azul maya (VI) y yeso.

VI. 7.- Barnices y capas similares.

Se encontraron dos capas que están consideradas como capas aislantes y selladoras y son de naturaleza no proteica. una capa de barniz no original porque penetra en las craqueladuras de la capa de encarnación, se encuentra en otra parte del cuerpo del Cristo. Dos capas se encuentran sobre la policromía del código y también están consideradas como capas selladoras o aislantes, aunque en este caso no son de naturaleza proteica.

VI. 8.- Otros materiales.

Se analizó el relleno de color blanco de los carrizos que sirvieron para sostener la corona, encontrándose una mezcla de yeso con cola animal; el material blanco del interior de la caja torácica y de los brazos fue identificado como tierra de diatomeas, sin aglutinante (Scagel, 1980; 183). Esta tierra procede de depósitos naturales en forma de polvo blanco que tiene propiedades aislantes para altas temperaturas y se disgrega con facilidad. En este caso pudo haberse utilizado como capa separadora para el moldeo de la caja torácica y los brazos.

Del interior de la cabeza se analizaron los fragmentos de tela de color rojo, en donde se encontró un tejido sencillo (1:1) (tafetán) con hilos con torsión, identificados como seda desgomada. Según información verbal de la Sra. Irmgard Johnson, se trata de tejidos con características de telas orientales. También se analizó el fragmento de papel Núm. 5, en donde se identificó el color anaranjado de una letra (A mayúscula) y el color rojo carmín de un símbolo musical circular; el primer color está formado por minio (rojo de plomo o plomo rojo) y el segundo por rojo cochinitilla con un poco de ocre rojo. Cabe mencionar que estos fragmentos de papel no forman parte de la estructura del Cristo y que únicamente funcionaban como apoyo en la estructura de carrizo para sostener la corona original.

En la cruz de madera se analizaron las dos capas de pintura que la recubren, encontrándose que la capa interna está integrada por minio, y la capa externa por azul de Prusia, lo que indica que la cruz está repintada, ya que este último pigmento es sintético, utilizado por primera vez alrededor de 1750.

VI. 9.- Tratamiento de restauración.

Después de haber estudiado los antecedentes históricos y técnicos así como los materiales que

fueron identificados químicamente, fue tomado en cuenta el estado físico y el tipo de materiales que conforman la escultura. En el proyecto se consideraron los siguientes procesos: documentación, fotografía, radiografía, fumigación; los análisis cualitativos de los materiales que constituyen el soporte, la base de preparación y la capa pictórica, el fijado de policromía, la consolidación del soporte, la eliminación de las intervenciones anteriores, la recuperación y reintegración a su sitio original de la capa pictórica desprendida, la unión de fragmentos y la capa de protección.

La fumigación se llevó a cabo con gases fosforados con el fin de exterminar los insectos (carcoma); luego se procedió a la consolidación del soporte exclusivamente en las zonas donde la caña y el papel amate estaban expuestos; esta intervención no fue necesaria en las maderas de pino y colorín. Se usó un consolidante de tipo acrílico. El fijado de la capa pictórica se realizó con un adhesivo natural (cola de conejo). Paralelo a este tratamiento fue conformada la documentación fotográfica para dejar testimonio de todas aquellas zonas deterioradas; las radiografías sólo se tomaron en ciertas regiones específicas, -en el cendal y en la cabeza- donde se sospechaba que en su interior existían otros materiales diferentes. Se optó como norma para la restauración, utilizar materiales livianos también afines a la obra y reversibles a la vez, como por ejemplo, el papel japonés que por su estabilidad y resistencia fue aprovechado primero para proteger las zonas que forman lagunas y que por lo mismo dejaban expuestas las capas internas del papel y color originales a un deterioro mayor; al mismo tiempo, dicho papel sirvió para reintegrar la capa pictórica puesto que era teñido previamente en un tono similar al matiz de la encarnación. La carboximetil celulosa sirvió como adhesivo. La cola de conejo, por su reversibilidad, fue aprovechada para fijar la capa pictórica.

Como paso siguiente se ejecutó la limpieza de la policromía con una mezcla de agua, butilamina y dimetilformamida (ABD) a una proporción de 1:3:1; también fue utilizado thinner o solamente agua que sirvió para eliminar las capas de polvo que estaban muy adheridas a manera de costras. Se tuvo mucho cuidado de no insistir en esta operación para no reblandecer la base de preparación, principalmente alrededor de las lagunas donde existían acumulaciones de barniz oxidado muy resistente a esa limpieza. En general el thinner y el alcohol etílico dieron mejor resultado para eliminar dichas manchas oscuras.

Hubo también necesidad de continuar la limpieza por medios mecánicos y con la ayuda de una lupa.

Posteriormente fueron eliminadas las vendas de tela de algodón superpuestas en dos o tres capas que servían para sostener los miembros desprendidos; esas vendas fueron colocadas tiempo atrás en una pretendida restauración. Fue difícil eliminar aquellas que se encontraban sobre el hombro y pecho porque el adhesivo orgánico usado en la "restauración" anterior separó por contracción la capa original de pintura de la base de preparación y se presupone que esto ocurrió en la época en que fue aplicado.

Después, el proceso que se llevó a cabo para reintegrar a su sitio original la capa de pintura adherida a las vendas, fue el siguiente: a las vendas se aplicaron compresas de agua caliente dejándolas durante treinta minutos aproximadamente para después retirar lentamente la venda reblandecida con la ayuda de una espátula caliente; al eliminar una de esas vendas que estaban adheridas al vientre, fue descubierto un desgarramiento que fue provocado posiblemente por impacto, el cual ocasionó la contracción de todo el estrato de la capa pictórica. Al corregir esa contracción se pudo recuperar la pintura que fue colocada nuevamente en su sitio original.

Seguidamente se procedió a unir los fragmentos desprendidos de la mano izquierda por medio de un soporte auxiliar con el fin de reforzarlos. Para unir la cabeza y el brazo al cuerpo, fue necesario primeramente aislar la superficie original del interior con papel japonés adhiriéndolo con aguacola; para obtener mayor resistencia se colocó sobre el papel fragmentos de manta de cielo que se fijaron de la misma manera con la siguiente mezcla: mowital B60H (acetil P.V.) 12g., alcohol etílico 70 ml. y acetato de etilo 30 ml.

Antes de unir los fragmentos, fueron estudiadas varias formulaciones de adhesivos mezclados con materiales de carga basados en la "pasta cerámica" cuyas proporciones usadas en material cerámico se fueron modificando hasta adaptarlas a las necesidades específicas de la escultura. Una de esas mezclas que resultó apropiada consistió en 150 g. de mowital B60H, 1 lt. de acetona, 50 g. de pulpa de papel, caolin 100 g., los dos últimos se agregaron con el fin de darle cuerpo y resistencia al adhesivo; también se consideró la reversibilidad, la buena adherencia y el secado rápido. El modo de fijado de esos miembros se realizó por medio de espigas de madera de balsa que fueron introducidas y fijadas tanto en el interior del hombro como del cuello; como relleno se usó poliestireno en perlas mezcladas con resina epóxica, araldita MG-750, catalizador HL-957. La reversibilidad de la operación se previno colocando

pequeñas tiras de espuma rígida de poliuretano que al contacto con el disolvente orgánico se disuelve haciendo que el solvente penetre y entre en contacto con el polietileno; de esta manera, en caso de ser necesario, podría separarse el brazo o la cabeza sin menoscabo del material original.

Después de unir los fragmentos, el proceso siguiente consistió en rellenar todas las grietas y fisuras localizadas en la espalda. Esta operación se llevó a cabo con una mezcla de serrín con polaroid B72 (copolímero acrílico), el Xilol al 30 %. En las grandes lagunas el relleno consistió en colocar primero cubos pequeños de madera de balsa, a manera de marquetería, que posteriormente fue cubierta con una mezcla de carbonato de calcio con cola hasta obtener una textura lisa similar a la superficie original.

El proceso siguiente, después de completar la etapa llamada de "resane" fue el de reintegrar la capa pictórica donde usamos acuarela y papel japonés teñido al tono del soporte; este papel fue adherido a la superficie original con grenetina, método que garantiza 100 % de reversibilidad y respeta la integridad de la caña de maíz y del papel amate.

Por último, se pretendió no alterar el brillo natural de la escultura al aplicar por aspersión la resina AW2 (mate) que restituyó la capa protectora de la policromía.

Se espera que esta información sea de utilidad para que sea posible llevar a cabo la restauración y posteriormente la exposición al público, no solamente del Cristo de Caña que se encuentra en el Museo Nacional del Virreinato, sino también de algunas otras piezas de este tipo, que probablemente existan en otros lugares, logrando de esta manera la recuperación de estas piezas únicas de enorme belleza y que forman parte de nuestro patrimonio cultural.

Con el propósito de evitar que se alterara la información de esta importante investigación y por el hecho de que solamente se encontró un documento que mencionara la forma de realizar la restauración de esculturas de caña de maíz. (1), se procedió a transcribir el texto casi en su totalidad.

VII Metodología

VII. 1.- Material.

Para este trabajo se utilizó el siguiente material del laboratorio L-513 de la Sección de Microbiología del Departamento de Salud Animal de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán campo 4.

1310 cajas Petri desechables.

270 tubos de ensaye.

270 portaobjetos.

270 cubreobjetos.

50 caja Petri de vidrio.

50 triángulos de vidrio.

4 mecheros.

4 pinzas.

2 asas de inoculación.

2 bisturíes.

2 pipetas de 10 ml.

2 matraces Erlenmeyer de 1000 ml.

1 refrigerador.

1 estufa.

1 autoclave.

1 lupa.

1 microscopio.

VII. 2.- Reactivos.

Medios de Sabouraud Dextrosa Agar (Merck).

Azul de Algodón Lactofenol.

Formol al 10 %.

Agua destilada estéril.

Barniz de uñas transparente.

Material biológico: muestras de hongos del medio ambiente y obras de arte del Museo Nacional del Virreinato.

VII. 3.- Métodos.

En las páginas siguientes se dan a conocer los diagramas de flujo del trabajo experimental desarrollado.

La parte experimental se realizó en los meses de agosto a noviembre de 1992, enero y febrero de 1993.

En el Museo Nacional del Virreinato se muestrearon 17 salas, las cuales tienen diferentes dimensiones, haciendo un volumen total de 4481.59 m³, como solamente se podía contar con un número reducido de cajas Petri desechables, aproximadamente 200 cajas mensualmente, se realizaron los calculos pertinentes de tal manera que dependiendo del volumen de la sala fueron las cajas utilizadas. Por lo tanto, mensualmente se utilizaron 210 cajas Petri desechables, solamente en el muestreo ambiental, es decir aproximadamente una caja por cada 21.34 m³.

Para el caso de las muestras tomadas del Cristo de caña y obras de arte fueron utilizadas también cajas Petri desechables.

VII. 4.- Procedimiento.

De acuerdo al diagrama de flujo para toma de muestras del medio ambiente de las salas del Museo Nacional del Virreinato (página 37), el tratamiento experimental se llevó a cabo de la siguiente manera.

VII. 4.1.- Salas elegidas para el muestreo.

Biblioteca antigua

Sala de marfiles
Deposito de libros
Deposito de esculturas
Sala de muebles
Deposito de pinturas
Deposito de textiles (textiles a)
Deposito de textiles (retablos b)
Sala de exposiciones temporales A
Sala de exposiciones temporales B
Coro
Botica
Taller de restauración
Bodega de pinturas A
Bodega de pinturas B
Bodegas nuevas BNF
Bodegas nuevas BNE

VII. 4.2.- Preparación del medio Sabouraud en caja Petri.

Para preparar 1 000 ml. de medio de cultivo se requieren 65 g. de Agar Sabouraud, en base a esto se realizaron los cálculos necesarios para cada una de las preparaciones mensuales.

En relación al número de cajas utilizadas para el muestreo de las salas fué de la siguiente manera: una caja con medio de cultivo por cada 21.34 m³, de tal manera que dependiendo del volumen de la sala fue el número de cajas con medio de cultivo utilizadas.

VII. 4.3.- Esterilización del material de trabajo y medio de cultivo utilizado.

Montaje de autoclave, purgar y aplicar temperatura 15 minutos a 15 libras.

VII. 4.4.- Toma de muestra del medio ambiente de las 17 salas del Museo Nacional del Virreinato.

Al llegar a cada una de las salas por muestrear, se procedió primero a tomar la temperatura y la

humedad relativa (utilizando un psicrometro). Posteriormente se realizó la distribución de las cajas de la siguiente manera:

El número de cajas Petri con el medio de cultivo sólido estéril (Sabouraud) a utilizar para cada una de las salas, etiquetadas previamente, fueron distribuidas en forma equidistante en cada una de las salas. Se tuvo cuidado de evitar corrientes de aire para lo cual se cerraron ventanas y enseguida se colocaron las cajas, se cerró la puerta, hecho esto se dejó pasar un tiempo de 5 min., se recogieron las cajas, se cerraron y sellaron perfectamente cada una de ellas.

VII. 4.5.- Incubación de muestras, aislamiento y purificación.

Las muestras tomadas fueron incubadas a la temperatura ambiente del laboratorio de Microbiología (L-513) campo 4 de la FES- Cuautitlán, aproximadamente a una temperatura de 25 - 28°C, durante tres días, después de los cuales se realizó el conteo de colonias y el aislamiento de la o las colonias más frecuentes de cada una de las cajas, las cuales fueron resembradas para su purificación, en tubos de ensayo con Sabouraud y para su identificación se utilizó la técnica de microcultivo.

VII. 4.6.- Identificación.

Para la realización de la identificación, en el caso de hongos, solamente puede hacerse con una observación de las estructuras directamente al microscopio, para lo cual se utilizaron los hongos obtenidos de los microcultivos y por comparación con las estructuras reportadas en la bibliografía pudo realizarse la identificación.

Las cepas puras de los hongos identificados fueron guardadas en medios de cultivo (Sabouraud) preparados en tubos de ensayo, a una temperatura de 4°C en el laboratorio de Micología de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán Campo 1.

Técnica de microcultivo

1. Sobre un portaobjetos se coloca un trocito de medio de cultivo (Sabouraud).
2. Con un asa de inoculación colocar una pequeña muestra del cultivo de hongo.
3. Colocar cubreobjetos sobre el medio.
4. Enseguida se coloca el portaobjetos sobre el triángulo de vidrio en una caja Petri que contiene agua destilada estéril.
5. Incubar microcultivo a 28°C hasta observar desarrollo del hongo.

6. Inactivar el hongo con formol 2- 24 horas.
7. Sacar portaobjetos, desprender el medio de cultivo y colocar una gota de azul de algodón lactofenol y cubrir con cubreobjetos.
8. Observar al microscopio.
9. Realizar esta técnica en zona aséptica.

VII. 4.7.- Toma de muestra del Cristo de caña.

Se realizó una observación directa del Cristo de caña utilizando una lupa y de las zonas en las cuales fue más notoria la presencia de hongos se tomaron las muestras. En la figura 1 se indican las zonas de la toma de muestra.

Se tomo una primera muestra y se realizó una observación directa al microscopio; otra muestra fue tomada y sembrada en el medio de cultivo.

La primera muestra: un pedazo de cinta adhesiva transparente se colocó sobre la superficie contaminada, con la cual se arrastran los posibles hongos presentes y se colocó sobre un portaobjetos que contenía una gota de azul de algodón lactofenol y se observo al microscopio.

La segunda muestra: para sembrar en el medio de cultivo se hizo un raspado de la zona contaminada y se colocó en un tubo de ensaye, el cual posteriormente fue sembrado en el medio de cultivo.

En el diagrama de flujo se indican los pasos posteriores hasta llegar a la identificación de los hongos, los cuales se encuentran desglosados en los puntos VII. 4.2. a VII. 4.6.

VII. 4.8.- Toma de muestra de las obras de arte.

Se realizó una observación directa de las obras de arte con ayuda de una lupa y se tomaron las muestras, una para observación directa al microscopio y otra para sembrar en el medio de cultivo.

La primera: un pedazo de cinta adhesiva transparente se colocó sobre la superficie contaminada, con la cual se arrastran los posibles hongos presentes y se colocó sobre un portaobjetos con una gota de azul de algodón lactofenol y observar al microscopio.

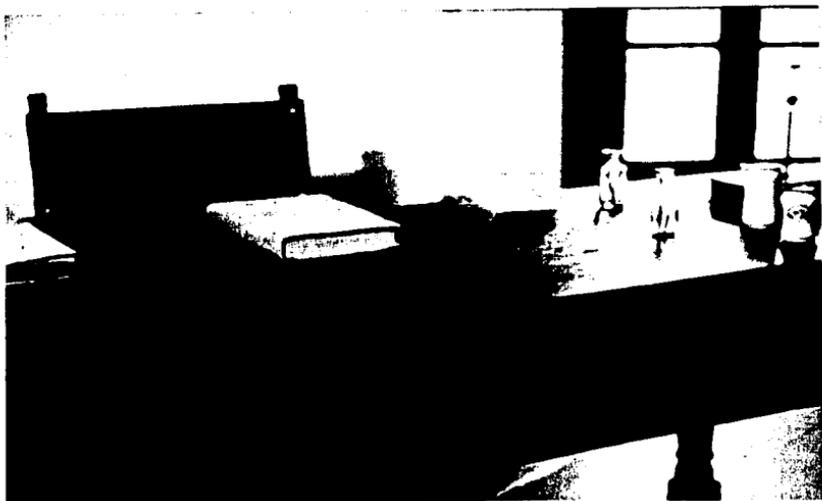
La segunda: para sembrar en el medio de cultivo se hizo un raspado de la zona contaminada y se colocó en un tubo de ensaye, la cual posteriormente fue sembrada en el medio de cultivo.

En el diagrama de flujo se indican los pasos siguientes hasta llegar a la identificación y de manera mas detallada en los puntos VII. 4.2. a VII. 4.6.



Biblioteca Antigua, Museo Nacional del Virreinato, Tepotzotlán Estado de México

TEJIS CON
FALLA DE ORIGEN



Botica, Museo Nacional del Virreinato, Tepotzotlán Estado de México.

VII. 4.9.- Diagramas de flujo.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA TOMA DE MUESTRA DEL MEDIO AMBIENTE DE LAS SALAS DEL MUSEO NACIONAL DEL VIRREINATO.

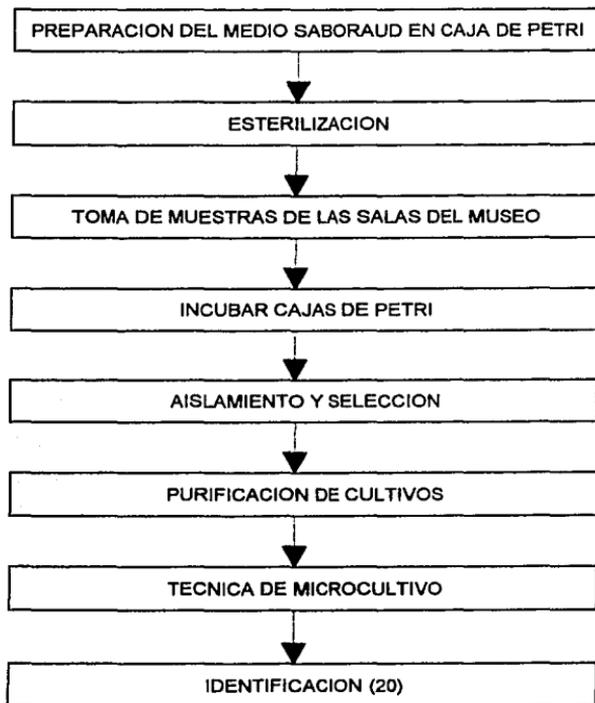


DIAGRAMA DE FLUJO PARA TOMA DE MUESTRA DE OBRAS DE ARTE DEL MUSEO NACIONAL DEL VIRREINATO

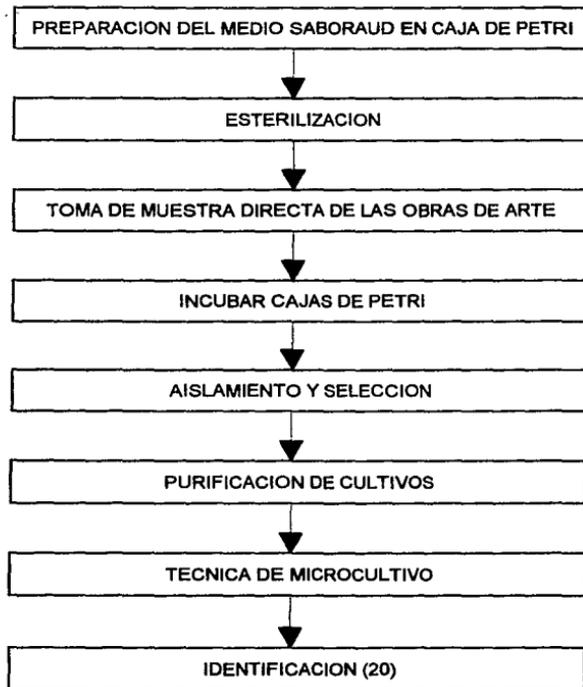
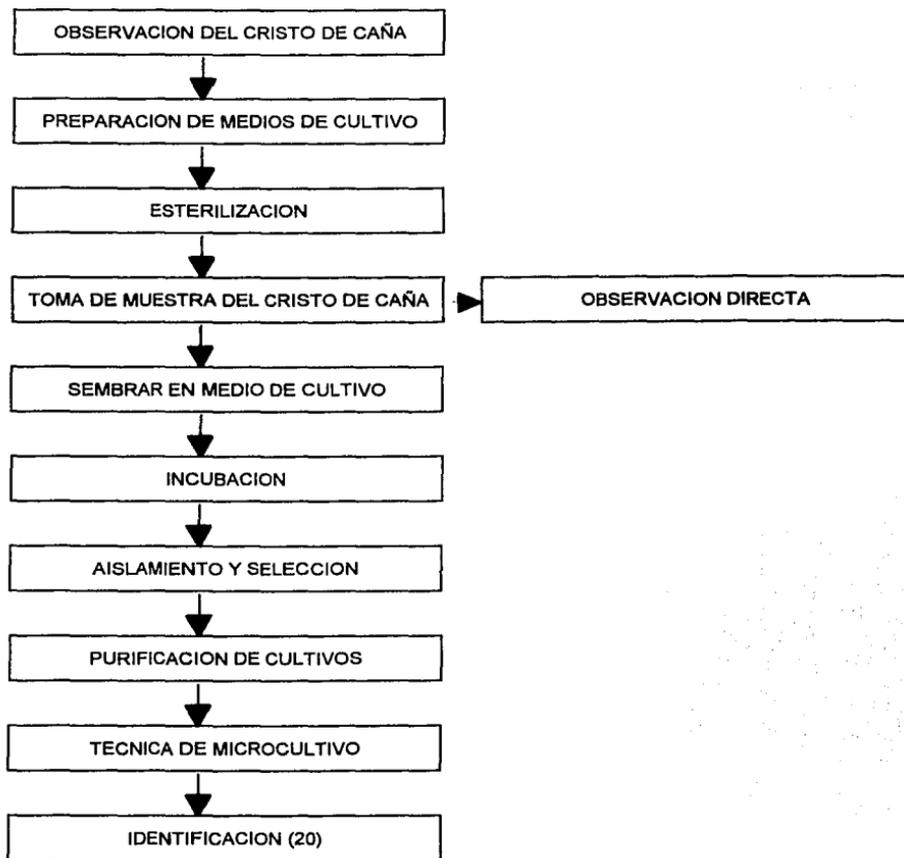


DIAGRAMA DE FLUJO PARA TOMA DE MUESTRA DEL CRISTO DE CAÑA



En la página siguiente se indica las partes del cristo de donde fueron tomadas las muestras.

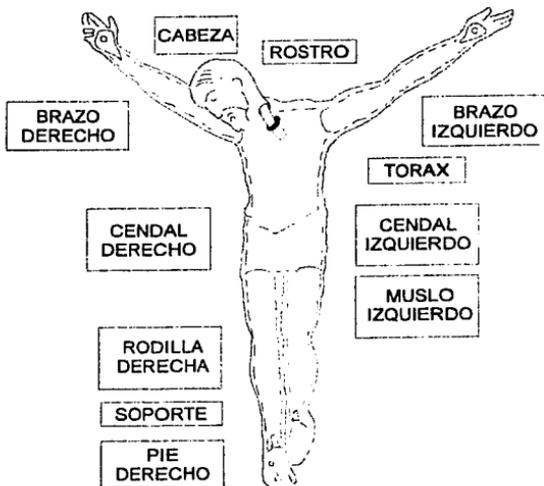


Figura 1.- Cristo de caña



Cristo de caña, Museo Nacional del Virreinato. Tepotztlán Estado de México

VIII Resultados

VIII.1.- Muestreo ambiental.

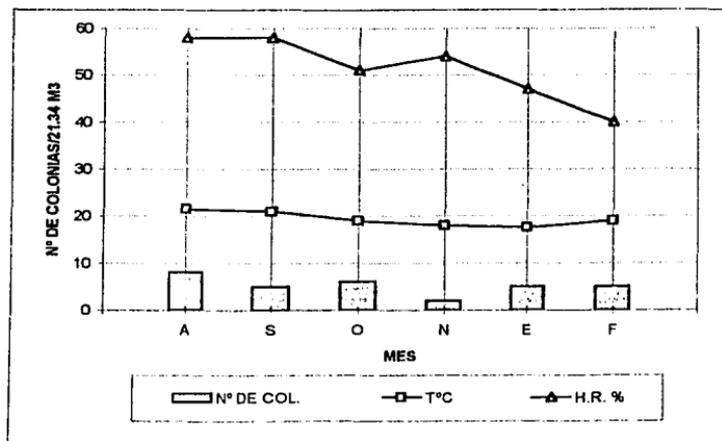
Los resultados comparativos del número de colonias, temperatura y humedad relativa de cada sala durante los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre de 1992 y enero, febrero de 1993 se pueden ver en las graficas 1 a 17.

VIII.1.1.- Gráficas.

GRAFICA 1

RESULTADOS MENSUALES DEL MUESTREO AMBIENTAL DE LA BIBLIOTECA ANTIGÜA

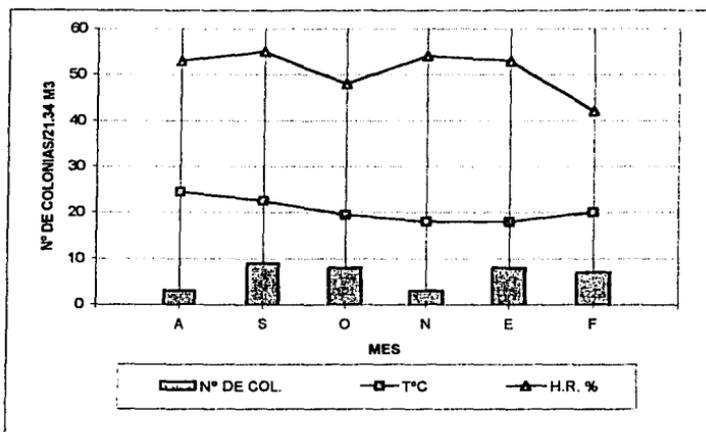
MES	Nº DE COL.	T°C	H.R. %
A	8	21.5	58
S	5	21	58
O	6	19	51
N	2	18	54
E	5	17.5	47
F	5	19	40



GRAFICA 2

RESULTADOS MENSUALES DEL MUESTREO AMBIENTAL DE LA SALA DE MARFILES

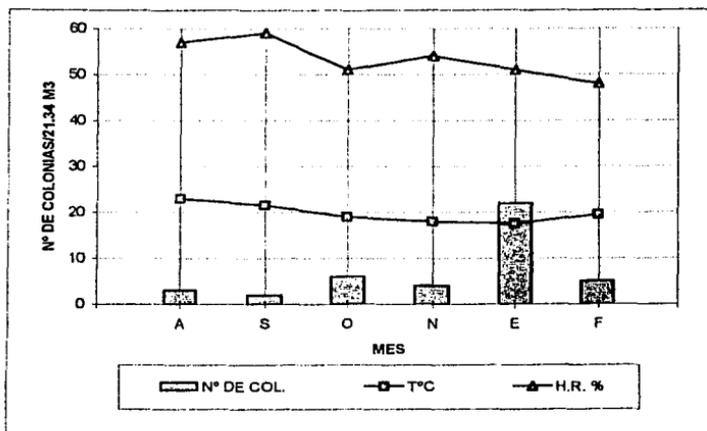
MES	Nº DE COL.	T°C	H.R. %
A	3	24.5	53
S	9	22.5	55
O	8	19.5	48
N	3	18	54
E	8	18	53
F	7	20	42



GRAFICA 3

RESULTADOS MENSUALES DEL MUESTREO AMBIENTAL DEL DEPOSITO DE LIBROS

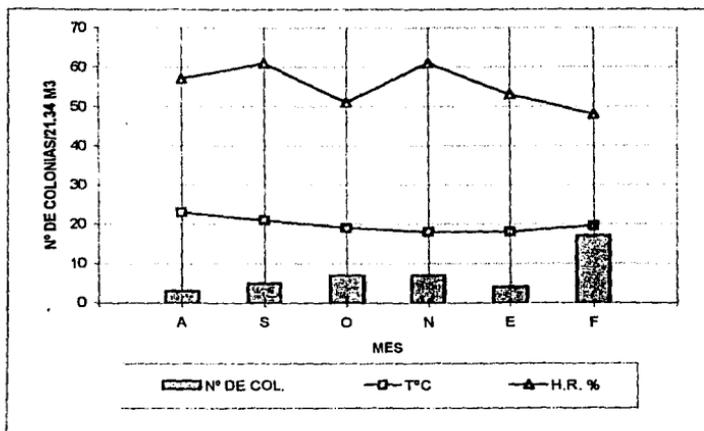
MES	Nº DE COL.	T°C	H.R. %
A	3	23	57
S	2	21.5	59
O	6	19	51
N	4	18	54
E	22	17.5	51
F	5	19.5	48



GRAFICA 4

RESULTADOS MENSUALES DEL MUESTREO AMBIENTAL DEL DEPOSITO DE ESCULTURAS

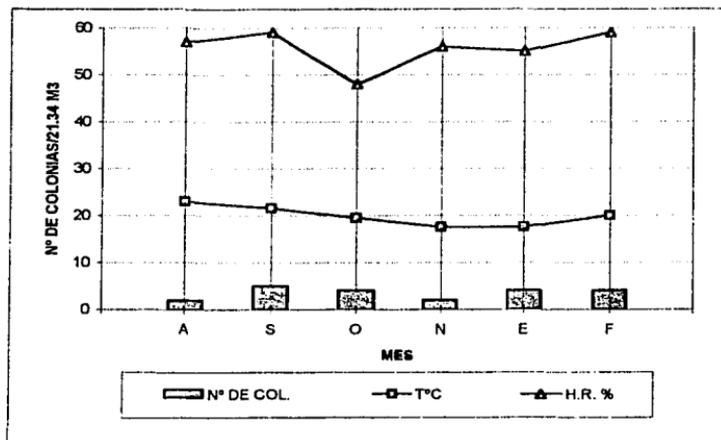
MES	Nº DE COL.	T°C	H.R. %
A	3	23	57
S	5	21	61
O	7	19	51
N	7	18	61
E	4	18	53
F	17	19.5	48



GRAFICA 5

RESULTADOS MENSUALES DEL MUESTREO AMBIENTAL DE LA SALA DE MUEBLES

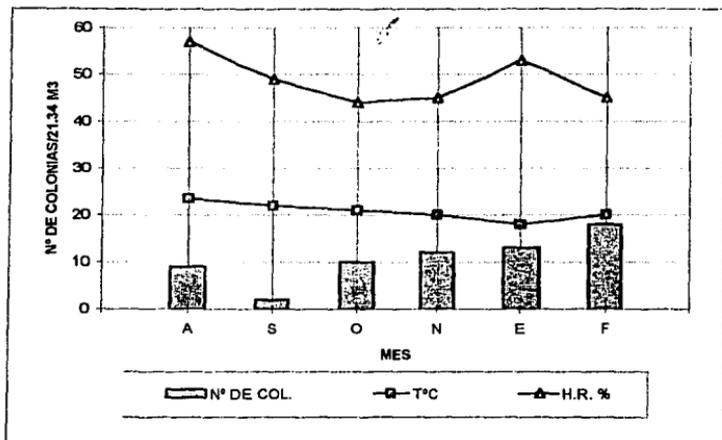
MES	Nº DE COL.	T°C	H.R. %
A	2	23	57
S	5	21.5	59
O	4	19.5	48
N	2	17.5	56
E	4	17.5	55
F	4	20	59



GRAFICA 6

RESULTADOS MENSUALES DEL MUESTREO AMBIENTAL DEL DEPOSITO DE PINTURAS

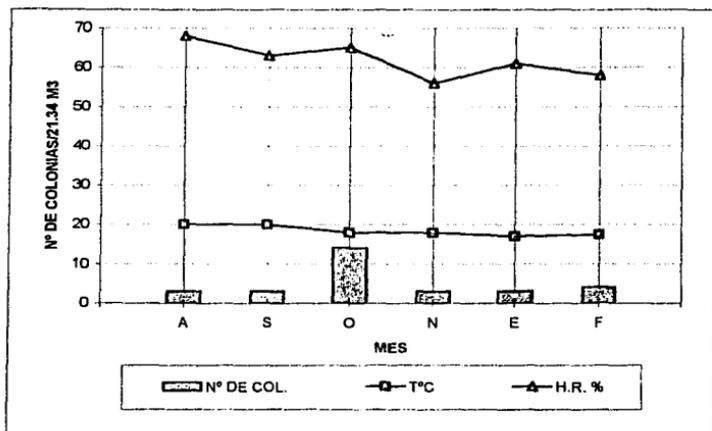
MES	Nº DE COL.	T°C	H.R. %
A	9	23.5	57
S	2	22	49
O	10	21	44
N	12	20	45
E	13	18	53
F	18	20	45



GRAFICA 7

RESULTADOS MENSUALES DEL MUESTREO AMBIENTAL DEL DEPOSITO DE TEXTILES
(TEXTILES a)

MES	Nº DE COL.	T°C	H.R. %
A	3	20	68
S	3	20	63
O	14	18	65
N	3	18	56
E	3	17	61
F	4	17.5	58

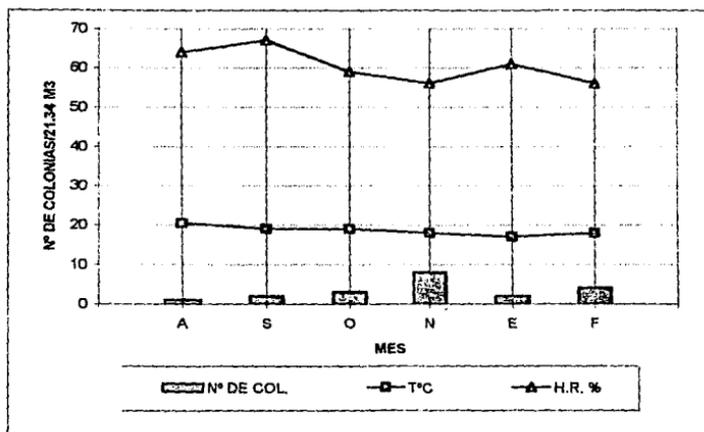


GRAFICA 8

RESULTADOS MENSUALES DEL MUESTREO AMBIENTAL DEL DEPOSITO DE TEXTILES

(RETABLOS b)

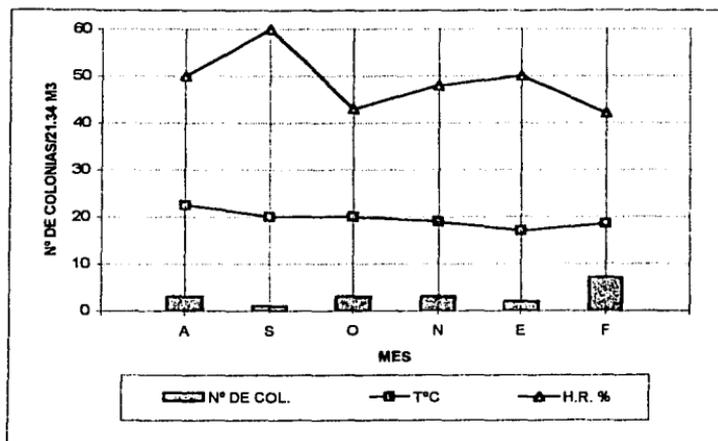
MES	Nº DE COL.	T°C	H.R. %
A	1	20.5	64
S	2	19	67
O	3	19	59
N	8	18	56
E	2	17	61
F	4	18	56



GRAFICA 9

RESULTADOS MENSUALES DEL MUESTREO AMBIENTAL DE LA SALA DE EXPOSICIONES
TEMPORALES A

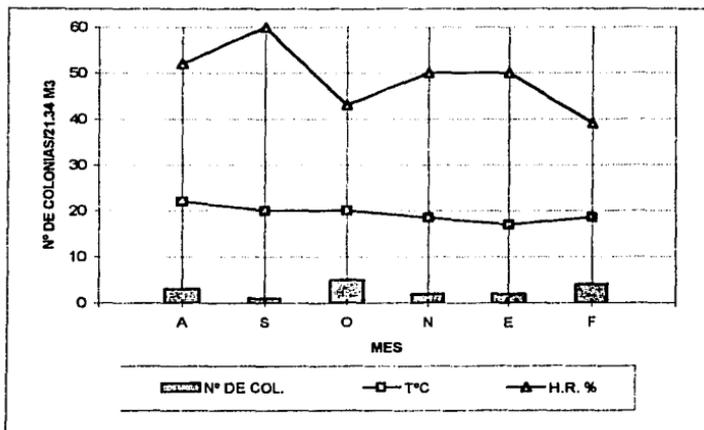
MES	Nº DE COL.	T°C	H.R. %
A	3	22.5	50
S	1	20	60
O	3	20	43
N	3	19	48
E	2	17	50
F	7	18.5	42



GRAFICA 10

RESULTADOS MENSUALES DEL MUESTREO AMBIENTAL DE LA SALA DE EXPOSICIONES
TEMPORALES B

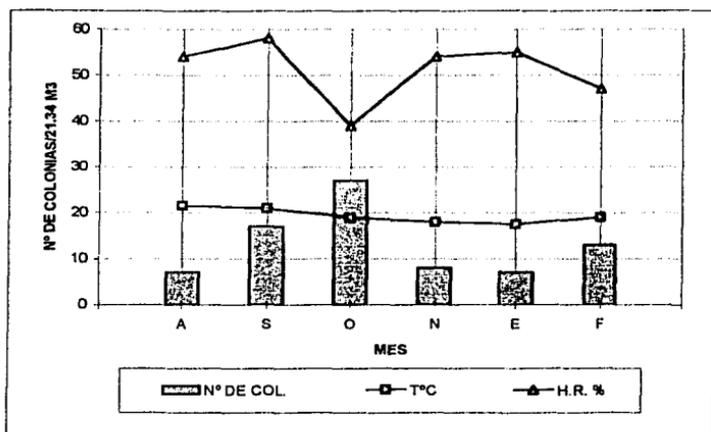
MES	Nº DE COL.	T°C	H.R. %
A	3	22	52
S	1	20	60
O	5	20	43
N	2	18.5	50
E	2	17	50
F	4	18.5	39



GRAFICA 11

RESULTADOS MENSUALES DEL MUESTREO AMBIENTAL DEL CORO

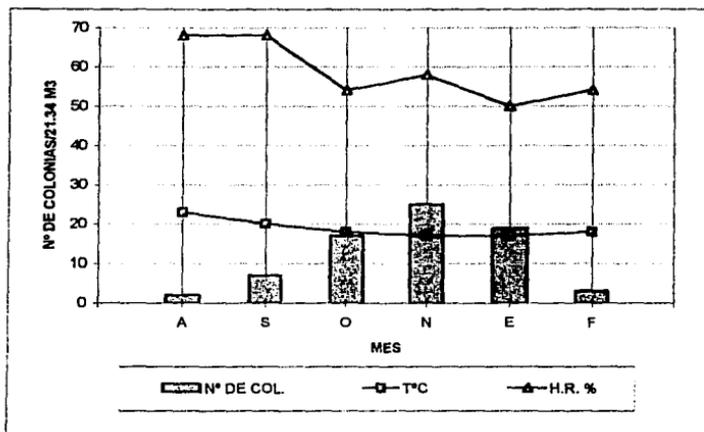
MES	Nº DE COL.	T°C	H.R. %
A	7	21.5	54
S	17	21	58
O	27	19	39
N	8	18	54
E	7	17.5	55
F	13	19	47



GRAFICA 12

RESULTADOS MENSUALES DEL MUESTREO AMBIENTAL DE LA BOTICA

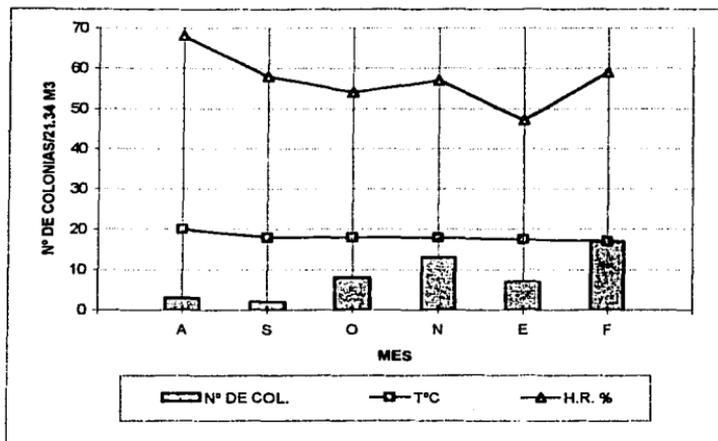
MES	N° DE COL.	T°C	H.R. %
A	2	23	88
S	7	20	88
O	17	18	54
N	25	17	58
E	19	17	50
F	3	18	54



GRAFICA 13

RESULTADOS MENSUALES DEL MUESTREO AMBIENTAL DEL TALLER DE RESTAURACIÓN

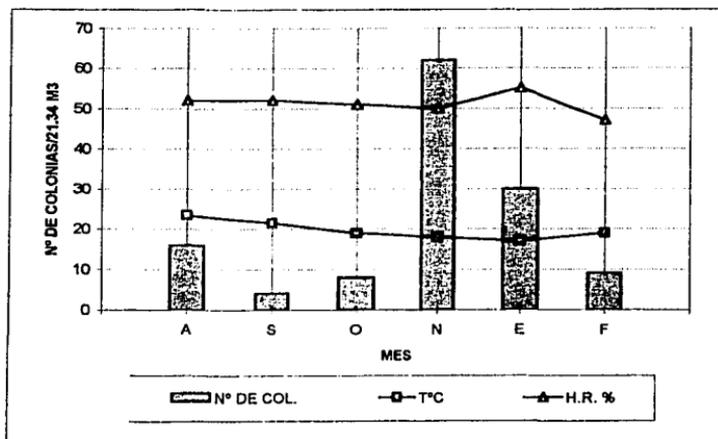
MES	Nº DE COL.	T°C	H.R. %
A	3	20	68
S	2	18	58
O	8	18	54
N	13	18	57
E	7	17.5	47
F	17	17	59



GRAFICA 14

RESULTADOS MENSUALES DEL MUESTREO AMBIENTAL DE BODEGA DE PINTURAS A

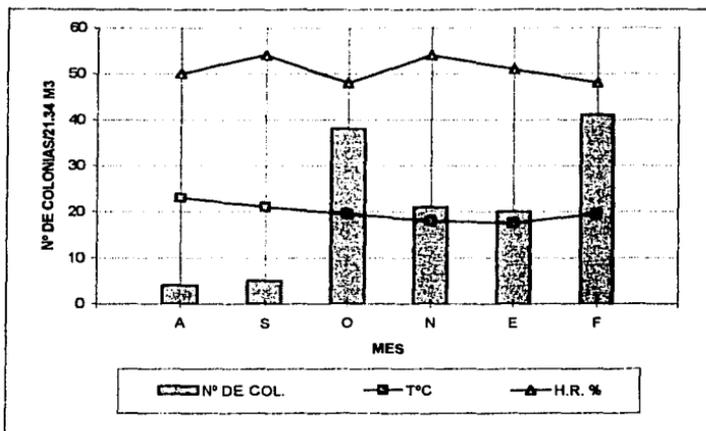
MES	Nº DE COL.	T°C	H.R. %
A	16	23.5	52
S	4	21.5	52
O	8	19	51
N	62	18	50
E	30	17	55
F	9	19	47



GRAFICA 15

RESULTADOS MENSUALES DEL MUESTREO AMBIENTAL DE BODEGA DE PINTURAS B

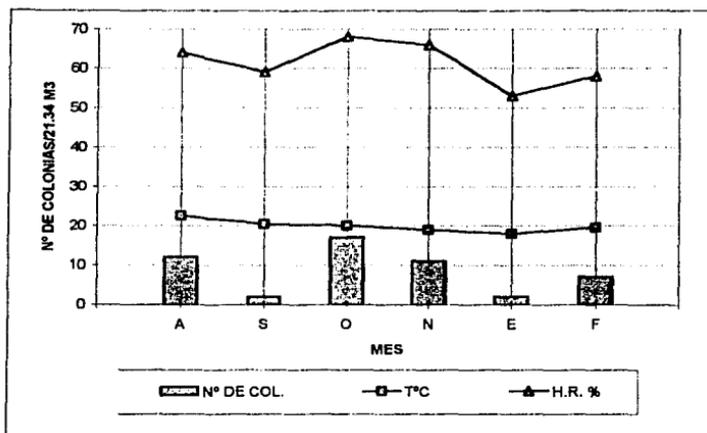
MES	Nº DE COL.	T°C	H.R. %
A	4	23	50
S	5	21	54
O	38	19.5	48
N	21	18	54
E	20	17.5	51
F	41	19.5	48



GRAFICA 16

RESULTADOS MENSUALES DEL MUESTREO AMBIENTAL DE BODEGAS NUEVAS BNF

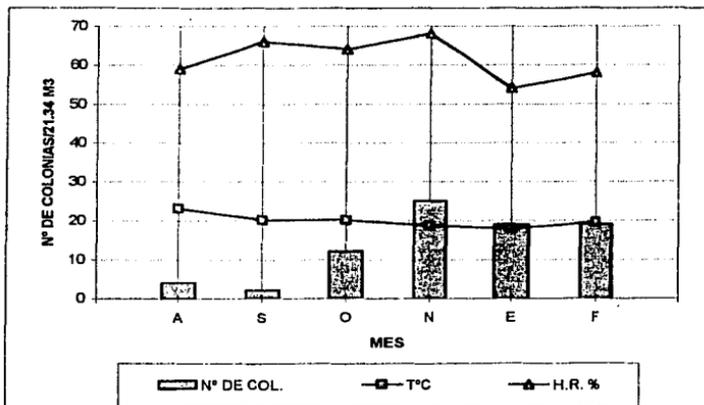
MES	N° DE COL.	T°C	H.R. %
A	12	22.5	64
S	2	20.5	59
O	17	20	68
N	11	19	66
E	2	18	53
F	7	19.5	58



GRAFICA 17

RESULTADOS MENSUALES DEL MUESTREO AMBIENTAL DE BODEGAS NUEVAS BNE

MES	Nº DE COL.	T°C	H.R. %
A	4	23.2	59
S	2	20.2	66
O	12	20.2	64
N	25	18.7	68
E	19	18	54
F	19	19.5	58



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

VIII. 1.2.- Análisis estadístico.

La existencia de gran número de datos experimentales crea la necesidad de usar la Estadística, para recolectar, organizar y analizar los resultados obtenidos o generalizar la información. (13) Para lo cual, se realizarán las siguientes pruebas:

1. Regresión lineal.
2. Durbin & Watson. Determinar si existe o no correlación, es decir, si hay independencia entre los datos experimentales obtenidos.
3. Shapiro Wilk. Determinar si los datos experimentales se comportan de acuerdo a una distribución normal (Curva de Gauss).

A continuación se presenta un ejemplo de la manera como se realizaron estas pruebas.

VIII. 1.2.1.- Regresión lineal, Durbin & Watson y Shapiro Wilk.

Durbin & Watson (Correlación. Existe o no independencia entre los datos). (14)

Agosto

a)				$e_i = \text{valor} - \mu$	$e_i^2 = e_i$
No. azar	No. sala	T°C			
6	1	24.5		24.5 - 22.3647 = 2.1353	4.5595
1	2	22.5		22.5 - 22.3647 = 0.1353	0.0183
13	3	20.5		20.5 - 22.3647 = -1.8647	3.4771
12	4	21.5		21.5 - 22.3647 = -0.8647	0.7477
2	5	22.0		22.0 - 22.3647 = -0.3647	0.1330
16	6	23.0		23.0 - 22.3647 = 0.6352	0.4034
14	7	23.0		23.0 - 22.3647 = 0.6352	0.4034
8	8	20.0		20.0 - 22.3647 = -2.3647	5.5918
	9	23.0		23.0 - 22.3647 = 0.6352	0.4034
11	10	20.0		20.0 - 22.3647 = -2.3647	5.5918
15	11	23.2		23.2 - 22.3647 = 0.8352	0.6975
7	12	23.5		23.5 - 22.3647 = 1.1353	1.2889
9	13	23.5		23.5 - 22.3647 = 1.1353	1.2889
3	14	23.0		23.0 - 22.3647 = 0.6352	0.4034
4	15	21.5		21.5 - 22.3647 = 0.8647	0.7477
5	16	23.0		23.0 - 22.3647 = 0.6352	0.4034
10	17	22.5		22.5 - 22.3647 = 0.1352	0.0182
		$\Sigma Y = 380.2$			$\Sigma Y^2 = 26.1774$

$$n = 17$$

$$\Sigma Y^2 = 8529.24$$

$$\mu = \bar{X} = 22.3647$$

$$S = 1.2409$$

Para realizar esta prueba se requiere el uso del azar para lo cual se utilizaron los números aleatorios, esto se indica en la primera columna de esta tabla. (Durbin & Watson).

$$\begin{aligned}
 \text{b) } \sum_{u=2}^{16} (e_u - e_{u-1})^2 &= (e_2 - e_1)^2 + (e_3 - e_2)^2 + (e_4 - e_3)^2 \dots (e_{16} - e_{15})^2 \\
 &= (0.1353 - 2.1353)^2 + (-1.8647 - 0.1353)^2 + (0.8647 + 1.8647)^2 + \\
 &\quad (-0.3647 + 0.8647)^2 + (0.6352 + 0.3647)^2 + (0.6352 - 0.6352)^2 + \\
 &\quad (-2.3647 - 0.6352)^2 + (0.6352 + 2.3647)^2 + (-2.3647 - 0.6352)^2 + \\
 &\quad (0.8352 + 2.3647)^2 + (1.1353 - 0.8352)^2 + (1.1353 - 1.1353)^2 + \\
 &\quad (0.6352 - 1.1353)^2 + (-0.8647 - 0.6352)^2 + (0.6352 + 0.8647)^2 + \\
 &\quad (0.1352 - 0.6352)^2 = 52.5715
 \end{aligned}$$

$$d = \frac{\sum_{u=2}^{16} (e_u - e_{u-1})^2}{\sum_{u=2}^{16} e_u^2} = \frac{52.5715}{26.1774} = 2.0082$$

En base a las tablas de Durbin & Watson:

Si $dL < d < dU$

Valores de tablas:

$$dL = 0.739 \quad \leftarrow (du - E(d))$$

$$dU = 1.392 \quad 2.131 - 1.392$$

Por lo tanto:

$dL < d < dU$

0.739 1.392 2.0082

H_0 : No existe correlación entre los datos

Si $dc < dL$ rechazo H_0

Si $dc > dU$ acepto H_0

Como:

dc > du acepto Ho, no existe correlación entre los datos de temperatura utilizados
 2.0082 1.392 en este ejemplo.

e_i = Diferencia entre el valor y la media

dc = Valor estadístico d calculado

dL y du = Valor estadístico d de tablas dependiendo del número de datos

Ho = Hipótesis nula

Shapiro Wilk (Normalidad). (4)

Agosto

i) Ordenar de menor a mayor

No. sala	Temperatura °C
1	20.0
2	20.0
3	20.5
4	21.5
5	21.5
6	22.0
7	22.5
8	22.5
9	23.0
10	23.0
11	23.0
12	23.0
13	23.0
14	23.2
15	23.5
16	23.5
17	24.5
	$\Sigma Y = 380.2$ $\bar{Y} = 22.3647$

ii) $S^2 = \Sigma (Y - \bar{Y})^2$

$$\begin{aligned}
 &= (20.0-22.3647)^2+(20.0-22.3647)^2+(20.5-22.3647)^2+(21.5-22.3647)^2+ \\
 &\quad (21.5-22.3647)^2+(22.0-22.3647)^2+(22.5-22.3647)^2+(22.5-22.3647)^2+ \\
 &\quad (23.0-22.3647)^2+(23.0-22.3647)^2+(23.0-22.3647)^2+(23.0-22.3647)^2+ \\
 &\quad (23.2-22.3647)^2+(23.5-22.3647)^2+(23.5-22.3647)^2+(24.5-22.3647)^2 \\
 &= 5.5918+5.5918+3.4771+0.7477+ 0.7477+0.1330+0.0183+0.0183+0.4036+
 \end{aligned}$$

$$0.4036+0.4038+0.6977+1.2889+1.2889+4.5595$$

$$S^2 = 25.7751$$

iii)

$$b = \sum_{i=1}^{K=17} a_{n+1} (Y_{n+1} - Y_i)$$

$$\text{impar } K = \frac{n-1}{2} = \frac{17-1}{2} = \frac{16}{2} = 8$$

Por lo tanto la mediana no se toma en cuenta.

$$n = 17$$

De tablas:

$a_{11} = 0.4968$	$a_{15} = 0.1524$
$a_{12} = 0.3273$	$a_{16} = 0.1109$
$a_{13} = 0.2540$	$a_{17} = 0.0725$
$a_{14} = 0.1988$	$a_{18} = 0.0359$

$$b = a_{11}(Y_{17} - Y_1) + a_{12}(Y_{16} - Y_2) + a_{13}(Y_{15} - Y_3) + a_{14}(Y_{14} - Y_4) +$$

$$a_{15}(Y_{13} - Y_5) + a_{16}(Y_{12} - Y_6) + a_{17}(Y_{11} - Y_7) + a_{18}(Y_{10} - Y_8)$$

$$b = 0.4968(24.5-20.0) + 0.3273(23.5-20.0) + 0.2540(23.5-20.5) + 0.1988(23.2-21.5) +$$

$$0.1524(23.0-21.5) + 0.1109(23.0-22.0) + 0.0725(23.0-22.5) + 0.0359(23.0-22.5)$$

$$b = 2.2356 + 1.1455 + 0.762 + 0.3379 + 0.2286 + 0.1109 + 0.0362 + 0.0179$$

$$b = 4.8746$$

$$W = \frac{b^2}{S^2}$$

$$= \frac{(4.8746)^2}{25.7751} = \frac{23.7617}{25.7751} = 0.9218$$

Para niveles de confianza del 95 %

Si $n=17$ en tablas $W=0.981$

Por lo tanto: $Wt = 0.981 > 0.9218 = Wc$

La distribución no es normal

S^2 = Varianza

b = La sumatoria de las diferencias entre parejas de datos mayor y menor de la lista ordenada multiplicada por a .

a = Coeficientes normalizados.

W = Valor estadístico para determinar normalidad.

TABLA 1. Resultados de Regresión lineal, Pruebas de Durbin & Watson (Correlación) y Shapiro Wilk (Normalidad) para temperatura-número de colonias y humedad relativa-número de colonias en los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre de 1992 y enero, febrero de 1993.

REGRESION LINEAL			DURBIN & WATSON			SHAPIRO WILK			
			dc<dL correlación			Wt>Wc distribución			
			dc>du No correlación			no normal			
	T°C / No. col	HR / No. col	Temperatura			Temperatura			
mes	r	r	dL	du	dc	Wt	Wc		
Agosto	0.2280	0.1936	0.739	1.392	2.0082	No correlación	0.981	0.9218	No normal
Septiembre	0.3480	0.0911	0.739	1.392	2.0087	No correlación	0.981	0.9508	No normal
Octubre	0.0648	0.0200	0.739	1.392	3.3495	No correlación	0.981	1.0848	Normal
Noviembre	0.0959	0.0200	0.739	1.392	2.3650	No correlación	0.981	0.8359	No normal
Enero	0.0173	0.1153	0.739	1.392	2.1436	No correlación	0.981	0.5517	No normal
Febrero	0.2304	0.0031	0.739	1.392	2.5309	No correlación	0.981	0.9103	No normal
			HR			HR			
mes			dL	du	dc	Wt	Wc		
Agosto			0.739	1.392	1.7755	No correlación	0.981	0.9005	No normal
Septiembre			0.739	1.392	1.5617	No correlación	0.981	0.8625	No normal
Octubre			0.739	1.392	1.6895	No correlación	0.981	0.9386	No normal
Noviembre			0.739	1.392	1.6731	No correlación	0.981	0.9050	No normal
Enero			0.739	1.392	2.4539	No correlación	0.981	0.9131	No normal
Febrero			0.739	1.392	1.3312	No correlación	0.981	0.8926	No normal

jc= valor estadístico o calculado de Durbin & Watson

jl y du= valores estadísticos de tablas dependiendo

del número de datos de acuerdo a Durbin & de Watson.

Wc= valor estadístico para determinar normalidad de acuerdo a Shapiro Wilk.

Wt= valor estadístico de tablas para determinar normalidad de acuerdo a Shapiro Wilk.

VIII. 1.2.2.- Análisis de varianza y prueba de Tukey.

Fué necesario realizar otras dos pruebas que validan los datos experimentales como son: Análisis de Varianza y Prueba de Tukey con la finalidad de relacionar la influencia que existe entre los factores como la época del año (meses) y las salas (ubicación, obras de arte que se exponen o almacenan, etc.) con respecto a las variables que se manejaron: número de colonias, temperatura y humedad relativa.

Para llevar a cabo estas pruebas se realizó un diseño experimental, referido a la estructura del experimento, con lo cual se define la composición de los bloques, o sea, el conjunto de las unidades experimentales (unidad básica que se emplea para experimentar: mes), así como también, los tratamientos (modo o nivel que puede tomar un factor en estudio, es decir, en este caso las salas) que se aplican a las unidades experimentales.

Para este caso se utilizó un diseño en bloques al azar, el cual se caracteriza porque todos los tratamientos aparecen representados una vez en cada uno de los bloques.

El modelo lineal para interpretar los experimentos completamente aleatorios, esta dado por la relación:

$$Y_{ij} = \mu + r_i + e_{ij}, \quad j = 1, 2, 3 \dots r_i \quad i = 1, 2, \dots, t$$

donde μ = es el efecto común a todas las unidades experimentales r_i es el efecto del tratamiento i , e_{ij} el término de error y Y_{ij} el valor de la característica en estudio. (18)

Para nuestro caso el modelo lineal queda de la siguiente manera:

$$Y_{ij} = T_i + H_{ij} + TH_{ij} + e$$

en donde:

Y_{ij} = número de colonias, humedad relativa o temperatura
 T_i = temperatura
 H_{ij} = humedad relativa
 TH_{ij} = interacción entre humedad y temperatura
 e = error

A continuación se presenta como se estructuró el experimento para cada uno de los casos, número de colonias, humedad relativa y temperatura.

	SALA	MES	A	S	O	N	E	F
Biblioteca antigua	1	A	8	5	6	2	5	5
Sala de marfiles	2	B	3	9	8	3	8	7
Depósito de libros	3	C	3	2	6	4	22	5
Depósito de esculturas	4	D	3	5	7	7	4	17
Sala de muebles	5	E	2	5	4	2	4	4
Depósito de pinturas	6	F	9	2	10	12	13	18
Depósito de textiles a	7	G	3	3	14	3	3	4
Depósito de textiles b	8	H	1	2	3	8	2	4
Sala de exposiciones temporales A	9	I	3	1	3	3	2	7
Sala de exposiciones temporales B	10	J	3	1	5	2	2	4
Coro	11	K	7	17	27	8	7	13
botica	12	L	2	7	17	25	19	3
Taller de restauración	13	M	3	2	8	13	7	17
Bodega de pinturas A	14	N	16	4	8	62	30	9
Bodega de pinturas B	15	O	4	5	38	21	20	41
Bodegas nuevas BNF	16	P	12	2	17	11	2	7
Bodegas nuevas BNE	17	Q	4	2	12	25	19	19

A agosto
S septiembre
O octubre

N noviembre
E enero
F febrero

Tratamientos (salas)
Bloques (meses)

Xij= número de colonias en la sala i-ésima en el mes j-ésimo

	SALA	MES	A	S	O	N	E	F
Biblioteca antigua	1	A	21.5	21.0	19.0	18.0	17.5	19.0
Sala de marfiles	2	B	24.5	22.5	19.5	18.0	18.0	20.0
Depósito de libros	3	C	23.0	21.5	19.0	18.0	17.5	19.5
Depósito de esculturas	4	D	23.0	21.0	19.0	18.0	18.0	19.5
Sala de muebles	5	E	23.0	21.5	19.5	17.5	17.5	20.0
Depósito de pinturas	6	F	23.5	22.0	21.0	20.0	18.0	20.0
Depósito de textiles a	7	G	20.0	20.0	18.0	18.0	17.0	17.5
Depósito de textiles b	8	H	20.5	19.0	19.0	18.0	17.0	18.0
Sala de exposiciones temporales A	9	I	22.5	20.0	20.0	19.0	17.0	18.5
Sala de exposiciones temporales B	10	J	22.0	20.0	20.0	18.5	17.0	18.5
Coro	11	K	21.5	21.0	19.0	18.0	17.5	19.0
botica	12	L	23.0	20.0	18.0	17.0	17.0	18.0
Taller de restauración	13	M	20.0	18.0	18.0	18.0	17.5	17.0
Bodega de pinturas A	14	N	23.5	21.5	19.0	18.0	17.0	19.0
Bodega de pinturas B	15	O	23.0	21.0	19.5	18.0	17.5	19.5
Bodegas nuevas BNF	16	P	22.5	20.5	20.0	19.0	18.0	19.5
Bodegas nuevas BNE	17	Q	23.2	20.5	20.2	18.7	18.0	19.5

A agosto
S septiembre
octubre

N noviembre
E enero
F febrero

Tratamientos (salas)
Bloques (meses)

Xij=temperatura en la sala i-ésima en el mes O j-ésimo

	SALA	MES	A	S	O	N	E	F
Biblioteca antigua	1	A	58	58	51	54	47	40
Sala de marfiles	2	B	53	55	48	54	53	42
Depósito de libros	3	C	57	59	51	54	51	48
Depósito de esculturas	4	D	57	61	51	61	53	48
Sala de muebles	5	E	57	59	48	56	55	59
Depósito de pinturas	6	F	57	49	44	45	53	45
Depósito de textiles a	7	G	68	63	65	56	61	58
Depósito de textiles b	8	H	64	67	59	56	61	56
Sala de exposiciones temporales A	9	I	501	60	43	48	50	42
Sala de exposiciones temporales B	10	J	52	60	43	50	50	39
Coro	11	K	54	58	39	54	55	47
botica	12	L	68	68	54	58	50	54
Taller de restauración	13	M	68	58	54	57	47	59
Bodega de pinturas A	14	N	52	52	51	50	55	47
Bodega de pinturas B	15	O	50	54	48	54	51	48
Bodegas nuevas BNF	16	P	64	59	68	66	53	58
Bodegas nuevas BNE	17	Q	59	66	68	68	54	58

A agosto
S septiembre
O octubre

N noviembre
E enero
F febrero

Tratamientos (salas)
Bloques (meses)

X_{ij}=humedad relativa en la sala i-ésima en el mes j-ésimo

A partir de esto, se realizó el siguiente procesamiento de datos aplicando un Análisis de Varianza, el cual trata de analizar la variación de una respuesta y de asignar porciones de esta variación a cada una de las variables de un conjunto de variables independientes y determinar como interactúan y afectan la respuesta. (19)

La Prueba de Tukey. Una vez que la prueba F rechazó la hipótesis H₀, es decir, que no todas las varianzas son iguales, se aplicó a los datos la Prueba de Tukey, la cual realiza comparaciones de las medias de los datos experimentales entre sí para cada una de las variables, en este caso número de colonias, humedad relativa y temperatura. (18)

TABLA A

Y = Número de colonias

Análisis de Varianza

Clase	Niveles	Valores
Sala	17	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17
Mes	6	1 2 3 4 5 6

No. de observaciones = 102

Variable dependiente: Y

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Media cuadrada	F	Pr>F
Modelo	21	4253.911765	202.567227	3.3	0.0001
Error	80	4917.078431	61.463480		
Corrección total	101	9170.990196			
	R cuadrada	Coefficiente de variación (C.V.)	Raíz del cuadrado medio exp. (MSE)	Y media	
	0.463844	87.20460	7.839865	8.99019608	
Fuente de variación	Grados de libertad	ANOVA S.S.	Media cuadrada	F	Pr>F
Sala	16	3259.156863	203.697304	3.31	0.0002
Mes	5	994.754902	198.950980	3.24	0.0103

Modelo	$F_1 = 3.30$	$F_{0.0005} \leq F_c \leq F_{0.0001}$	Los efectos son significativos
Bloque (mes)	$F_c = 3.24$	$F_{0.0001} < F_1 < 0.0103$	Efectos significativos
Tratamiento (sala)	$F_c = 3.31$	$F_{10.0001} < F_c < 0.0002$	Efectos significativos

Los bloques (mes) y tratamientos (sala) producen efectos significativos sobre el número de colonias.

TABLA B

Y = Humedad relativa

		Análisis de Varianza																	
Clase	Niveles	Valores																	
Sala	17	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Mes	6	1	2	3	4	5	6												
		No. de observaciones = 102																	
Variable dependiente: Y																			
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Media cuadrada	F	Pr>F														
Modelo	21	3335.401961	158.828665	8.47	0.0001														
Error	80	1499.941176	18.749265																
Corrección total	101	4835.343137																	
	R cuadrada	Coefficiente de variación (C.V.)	Raíz del cuadrado medio exp. (MSE)	Y media															
	0.689796	7.939319	4.330042	54.5392157															
Fuente de variación	Grados de libertad	ANOVA S.S.	Media cuadrada	F	Pr>F														
Sala	16	2200.176471	137.511029	7.33	0.0001														
Mes	5	1135.225490	227.045098	12.11	0.0001														

Modelo	$F_1 = 8.47$	$F_{0.0005} < F_c \leq F_{0.0001}$	Los efectos son significativos
Bloque (mes)	$F_c = 12.11$	$F_{10.0001} < F_{c0.0001}$	Efectos altamente significativos
Tratamiento (sala)	$F_c = 7.33$	$F_{c0.0001} < F_{10.0001}$	Efectos significativos

Los tratamientos (sala) producen efectos significativos y los bloques (mes) producen efectos altamente significativos sobre la humedad relativa.

TABLA C

Y = Temperatura

		Análisis de Varianza																	
Clase	Niveles	Valores																	
Sala	17	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Mes	6	1	2	3	4	5	6												
No. de observaciones = 102																			
Variable dependiente: Y																			
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Media cuadrada	F	Pr>F														
Modelo	21	316.7069608	15.0812838	36.60	0.0001														
Error	80	32.9688235	0.4121103																
Corrección total	101	349.6757843																	
	R cuadrada	Coefficiente de variación (C.V.)	Raiz del cuadrado medio exp. (MSE)	Y media															
	0.905716	3.298229	0.641958	19.4637255															
Fuente de variación	Grados de libertad	ANOVA S.S.	Media cuadrada	F	Pr>F														
Sala	16	47.6641176	2.9790074	7.23	0.0001														
Mes	5	269.0428431	53.8085686	130.57	0.0001														

Modelo	$F_t = 36.60$	$F_{0.0005} \leq F_c \leq F_{0.0001}$	Los efectos son significativos
Bloque (mes)	$F_c = 130.57$	$F_{10.0001} < F_c < F_{0.0001}$	Efectos altamente significativos
Tratamiento (sala)	$F_c = 7.23$	$F_{0.0001} < F_{10.0001}$	Efectos significativos

Los bloques (mes) producen efectos altamente significativos y los tratamientos (sala) producen efectos significativos sobre la temperatura.

Al 99.9999 de nivel de confianza de una distribución normal y probabilidad de $p=0.0001$

$F_1 < F_c$ se rechaza H_0

$F_1 = F_{\text{tablas}} = 2.84$

$F_c = F_{\text{calculado}}$

Humedad

Modelo	$F_1 = 2.84 < F_c = 8.47$	Si existe diferencia entre S^2
Bloque	$F_1 = 2.84 < F_c = 12.11$	Si existe diferencia entre S^2
Tratamiento	$F_1 = 2.84 < F_c = 7.33$	Si existe diferencia entre S^2

$H_0: S_c^2 = S_t^2$

$H_A: S_c^2 \neq S_t^2$

Si existe influencia o interacción entre tratamientos (salas) y bloques (meses), por lo tanto, el número de colonias está en función de la humedad relativa.

Temperatura

Modelo	$F_1 = 2.84 < F_c = 36.60$	Si existe diferencia entre S^2
Bloque	$F_1 = 2.84 < F_c = 7.23$	Si existe diferencia entre S^2
Tratamiento	$F_1 = 2.84 < F_c = 130.57$	Si existe diferencia entre S^2

$H_0: S_c^2 = S_t^2$

$H_A: S_c^2 \neq S_t^2$

Si existe influencia o interacción entre tratamientos (salas) y bloques (meses), por lo tanto, el número de colonias está en función de la temperatura.

TABLA D. Prueba de Tukey aplicada a datos de número de colonias.

Prueba para variable Y

Alfa = 0.05 Grados de libertad=80 Suma de cuadrados medio (MSE) = 61.46348

Diferencia Mínima Significativa = 16.17

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Grupo Tukey	Media	N	Sala
A	21.500	6	15
A	21.500	6	14
B A	13.500	6	17
B A	13.167	6	11
B A	12.167	6	12
B A	10.667	6	6
B A	8.500	6	16
B A	8.333	6	13
B A	7.167	6	4
B A	7.000	6	3
B	6.333	6	2
B	5.167	6	1
B	5.000	6	7
B	3.500	6	5
B	3.333	6	8
B	3.167	6	9
B	2.883	6	10

TABLA E. Prueba de Tukey aplicada a datos de humedad relativa

Prueba para variable Y

Alfa = 0.05 Grados de libertad=80 Suma de cuadrados medio (MSE) = 18.74926

Diferencia Mínima Significativa = 8.931

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Grupo Tukey	Media	N	Sala
A	61.833	6	7
A	61.500	6	17
A	61.333	6	16
A	60.500	6	8
B A	58.667	6	12
B A C	57.167	6	13
B A C	55.667	6	5
B A C	55.167	6	4
B A C	53.333	6	3
B C	51.333	6	1
B C	51.167	6	14
B C	51.167	6	11
B C	50.833	6	2
B C	50.833	6	15
C	49.000	6	10
C	48.833	6	6
C	48.833	6	9

TABLA F. Prueba de Tukey aplicada a datos de temperatura.

Prueba para variable Y

Alfa = 0.05

Grados de libertad=80

Suma de cuadrados medio (MSE) = 0.41211

Diferencia Minima Significativa = 1.3241

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Grupo Tukey	Media	N	Sata
A	20.750	6	6
B A	20.417	6	2
B A C	19.883	6	17
B A C	19.883	6	5
B A C	19.883	6	16
B A C	19.750	6	3
B A C	19.750	6	15
B A C	19.750	6	4
B A C	19.687	6	14
B D C	19.500	6	9
B D C	19.333	6	11
B D C	19.333	6	10
B D C	19.333	6	1
D E C	18.833	6	12
D E C	18.583	6	8
D E	18.333	6	7
E	18.000	6	13

TABLA 2. Coeficientes de variación de las variables en estudio: número de colonias, humedad relativa y temperatura.

VARIABLE	COEFICIENTE DE VARIACION (C.V.)
No. de colonias	87.20
Humedad relativa	7.93
Temperatura	3.29

VIII. 1.2.3.- Hongos identificados. (TABLA 3)

SALAS	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	ENERO	FEBRERO	HONGO MAS FREC.
BIBLIOTECA ANTIGÜA	<i>Penicillium spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i>	NO	<i>Penicillium spp.</i> <i>Epicoccum spp</i>	<i>Helminthosporium spp</i> <i>Cladosporium spp.</i> <i>Penicillium spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i>
SALA DE MARFILES	<i>Heterosporium spp.</i>	<i>Fusarium spp</i> <i>Geotrichum spp.</i>	NO	NO	<i>Helminthosporium spp</i> <i>Alternaria spp.</i>	<i>Heterosporium spp.</i> <i>Cladosporium spp.</i>	<i>Heterosporium spp.</i>
DEPÓSITO DE LIBROS	<i>Aspergillus spp</i>	<i>Geotrichum spp.</i> <i>Penicillium spp.</i>	NO	NO	<i>Paecilomyces spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i>
DEPÓSITO DE ESCULTURAS	<i>Aspergillus spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i> <i>Rhodotorula spp.</i>	<i>Paecilomyces spp.</i> <i>Curvularia spp.</i>	<i>Geotrichum spp.</i>	<i>Alternaria spp.</i> <i>Penicillium spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i>
SALA DE MUEBLES	<i>Cladosporium spp.</i>	<i>Cladosporium spp.</i> <i>Alternaria spp.</i>	NO	NO	<i>Mucor spp.</i>	<i>Cladosporium spp.</i>	<i>Cladosporium spp.</i>
DEPÓSITO DE PINTURAS	<i>Heterosporium spp.</i> <i>Penicillium spp.</i>	NO	NO	<i>Penicillium spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i> <i>Cladosporium spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i>
DEPÓSITO DE TEXTILES a	<i>Penicillium spp.</i> <i>Aspergillus spp.</i>	<i>Penicillium sp.</i>	<i>Penicillium spp.</i>	NO	<i>Helminthosporium spp</i> <i>Epicoccum spp</i>	<i>Cladosporium spp.</i> <i>Epicoccum spp</i> <i>Geotrichum spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i>
DEPÓSITO DE TEXTILES b	<i>Penicillium spp.</i> <i>Aspergillus spp.</i>	NO	NO	<i>Penicillium spp.</i> <i>Aspergillus spp.</i>	<i>Cladosporium spp.</i>	NO	<i>Penicillium spp.</i> <i>Aspergillus spp.</i>
EXP. TEMP. A	<i>Heterosporium spp.</i> <i>Paecilomyces spp.</i> <i>Alternaria spp.</i>	NO	NO	<i>Aspergillus spp.</i>	<i>Nigrospora spp.</i> <i>Helminthosporium spp</i>	<i>Cladosporium spp.</i> <i>Alternaria spp.</i>	<i>Alternaria spp.</i>
EXP. TEMP. B	<i>Cladosporium spp.</i> <i>Penicillium spp.</i>	NO	<i>Penicillium spp.</i>	<i>Cladosporium spp.</i>	NO	<i>Cladosporium spp.</i> <i>Heterosporium spp.</i>	<i>Cladosporium spp.</i>
CORO	<i>Mucor spp.</i> <i>Cladosporium spp.</i> <i>Heterosporium spp.</i>	<i>Aspergillus spp.</i> <i>Penicillium spp.</i>	NO	<i>Paecilomyces spp.</i> <i>Geotrichum spp.</i>	<i>Helminthosporium spp</i> <i>Penicillium spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i> <i>Mucor spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i>
BOTICA	<i>Penicillium spp.</i>	<i>Alternaria spp.</i>	NO	<i>Alternaria spp.</i> <i>Scopulariopsis spp.</i>	<i>Alternaria spp.</i>	<i>Cladosporium spp.</i>	<i>Alternaria spp.</i>
TALLER DE RESTAURACIÓN	<i>Paecilomyces spp.</i>	<i>Aspergillus spp.</i>	NO	<i>Alternaria spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i> <i>Helminthosporium spp</i>	<i>Fusarium spp</i> <i>Cladosporium spp.</i> <i>Helminthosporium spp</i>	<i>Helminthosporium spp</i>
BODEGA DE PINTURAS A	<i>Penicillium spp.</i> <i>Mucor spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i>	NO	<i>Alternaria spp.</i> <i>Aspergillus spp.</i> <i>Cladosporium spp.</i>	<i>Mucor spp.</i>	<i>Mucor spp.</i> <i>Geotrichum spp.</i>	<i>Mucor spp.</i>
BODEGA DE PINTURAS B	<i>Heterosporium spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i>	<i>Paecilomyces spp.</i>	<i>Aspergillus spp.</i> <i>Penicillium spp.</i>	<i>Paecilomyces spp.</i>	<i>Cladosporium spp.</i> <i>Paecilomyces spp.</i>	<i>Paecilomyces spp.</i>
BODEGAS NUEVAS (BNF)	<i>Curvularia spp.</i> <i>Penicillium spp.</i>	NO	NO	<i>Helminthosporium spp</i> <i>Aspergillus spp.</i>	<i>Paecilomyces spp.</i>	<i>Mucor spp.</i>	
BODEGAS NUEVAS (BNE)	<i>Aspergillus spp.</i> <i>Alternaria spp.</i>	<i>Mucor sp.</i> <i>Penicillium spp.</i> <i>Paecilomyces spp.</i>	<i>Aspergillus spp.</i> <i>Alternaria spp.</i>	<i>Aspergillus spp.</i> <i>Helminthosporium spp</i> <i>Geotrichum spp.</i>	<i>Paecilomyces spp.</i> <i>Helminthosporium spp</i>	<i>Heterosporium spp.</i> <i>Aspergillus spp.</i> <i>Cladosporium spp.</i>	<i>Aspergillus spp.</i>

VIII. 2.- Muestreo obras de arte.

TABLA 4. Hongos identificados en algunas obras de arte: Escritorio de madera, Silla de cuero y Misal de coro.(20)

OTRAS OBRAS	HONGO AISLADO
Escritorio de madera	<i>Penicillium spp.</i>
Silla de cuero	<i>Scopulariopsis spp.</i>
Misal de coro	<i>Curvularia spp.</i>

VIII. 3.- Muestreo Cristo de caña.

TABLA 5. Hongos identificados en diferentes partes del cuerpo del Cristo de caña.(20)

ZONA	HONGO AISLADO
Cabeza	<i>Rhizopus spp., Penicillium spp.</i>
Rostro	<i>Penicillium spp.</i>
Torax	<i>Helminthosporium spp., Paecilomyces spp.</i>
Brazo derecho	<i>Helminthosporium spp., Paecilomyces spp.</i>
Brazo izquierdo	<i>Penicillium spp.</i>
Cendal derecho	-----
Cendal izquierdo	<i>Penicillium spp., Aspergillus spp.</i>
Muslo izquierdo	<i>Aspergillus spp., Helminthosporium spp.</i>
Rodilla derecha	<i>Aspergillus spp., Paecilomyces spp.</i>
Pie derecho	<i>Penicillium spp.</i>
Extremidad inferior derecha (soporte)	<i>Helminthosporium spp.</i>

IX Discusión

Se analizaron 17 salas del Museo Nacional del Virreinato respecto al grado de contaminación del medio ambiente, durante los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre de 1992, enero y febrero de 1993; así como también, algunas obras de arte.

Se diseñó un experimento con el objeto de estudiar los efectos de la temperatura y la humedad sobre el crecimiento de hongos. La metodología empleada en este estudio fue adaptada, considerando las necesidades del procedimiento experimental, ya que, no existe información para realizar este tipo de trabajo, puesto que estos procedimientos solo se emplean para el control de calidad de productos farmacéuticos y para el diagnóstico.

Al realizar un estudio estadístico de regresión lineal, se pudo comprobar que no existe función lineal entre el número de colonias-temperatura para cada uno de los meses, es decir, no son directamente proporcionales ambas funciones. Es importante mencionar que no existe una relación absoluta entre la humedad-número de colonias y temperatura-número de colonias. La regresión lineal se muestra en la TABLA 1. Se realizó además la prueba Durbin & Watson con la cual se determinó que no existe correlación entre los datos (ver TABLA 1), es decir, son independientes entre sí. Para justificar el comportamiento de los datos anteriores se propuso la prueba de Shapiro Wilk, que nos confirma que la distribución de los datos no sigue un comportamiento normal (ver TABLA 1). Aunado a estos resultados, se efectuó un Análisis de Varianza del cual se obtuvieron 102 datos de 17 salas, durante un período de 6 meses, de cada una de las siguientes variables: temperatura, humedad relativa y número de colonias. Este estudio estadístico se diseñó en bloques aleatorios, en el cual los tratamientos fueron las salas y los bloques los meses.

Del Análisis de Varianza podemos decir que los bloques (meses) presentaron un efecto altamente significativo sobre la humedad relativa y la temperatura (ver TABLA B y C), los tratamientos (salas)

presentaron efectos significativos sobre el número de colonias, humedad relativa y temperatura (ver TABLAS A, B, C). En general se puede decir que tanto bloques (meses) como tratamientos (salas) presentan efectos significativos, aunque en diferente medida, sobre número de colonias, humedad relativa y temperatura. Esto es lógico, puesto que existe variación climatológica durante el año y esto provoca diferencias en los valores de humedad relativa (H.R. = 48.8 - 61.8) y temperatura (temperatura = 18 - 20.75 °C), además de esto, la ubicación de las salas, construcción, ventilación y piezas u obras de arte que ahí se exponen o almacenan.

Al 99.9999 de nivel de confianza de una distribución normal y probabilidad de $p=0.0001$, analizando humedad relativa y temperatura, se tiene que los valores de F de tablas para ambos casos fueron menores que los valores de F calculado para modelo, bloques (meses) y tratamientos (salas), es decir, existe diferencia entre las varianzas, por lo tanto la interacción entre tratamientos y bloques, lo que confirma lo mencionado anteriormente, el número de colonias está en función de la humedad relativa y la temperatura.

De acuerdo a la Farmacopea Nacional el coeficiente de variación para procesos químicos y físicos es de 1-5, por lo tanto, analizando el coeficiente de variación obtenido en el Análisis de Varianza que se puede observar en la TABLA 2, se nota que en cuanto a la temperatura se puede considerar que no existió variación entre los datos (C.V. = 3.29), en cambio en la humedad relativa se presentó una cierta variación (C.V. = 7.93) por arriba de los valores de referencia para el caso de estos procesos, sin embargo, con respecto al número de colonias (C.V. = 87.2) existió una gran variación entre los datos comparada con el valor de referencia para este caso.

Ahora bien, si la temperatura casi no presenta variación está relacionada con el hecho de que la humedad relativa no presentara una gran variación, es decir, que entre temperatura y humedad relativa existe una relación que provoca estos resultados, aunado a los ya mencionados anteriormente. La variación con respecto al número de colonias (C.V. = 87.2) fue demasiado grande comparada con los coeficientes de variación de la humedad relativa y la temperatura; existieron aquí probablemente otros factores que influyeron en la variación de los datos, como pudieron haber sido, el tiempo de exposición de las cajas, limpieza de las salas, conteo de las colonias, acarreo de partículas (por personal

del museo, visitantes o piezas traídas del exterior), horario de la toma de muestra, etc., sin embargo, esto no indica que tratando de controlar al máximo estos factores, no pueda o no deba existir realmente esta variación, ya que en general las salas muestreadas son diferentes, no solamente por su ubicación sino por las piezas (obras de arte) que ahí se encuentran, y que debido precisamente a ello es por lo cual pudo haber existido principalmente esa variación entre los datos.

Por los resultados obtenidos al aplicar la prueba de Tukey la TABLA D muestra que la Bodega de pinturas A (GRAFICA 14) y Bodega de pinturas B (GRAFICA 15) fueron las salas que presentaron durante todo el período de experimentación el mayor número de colonias ($X = 21.5$), debido a que son unas de las salas en las cuales se observa que, aunque las condiciones de humedad relativa son las recomendadas (H.R. no mayor a 60 %) durante casi todo el período de muestreo (ver GRAFICA 14 y 15) el número de colonias es cercano o mayor a 10, por lo tanto, es importante que se tenga en consideración esta observación, ya que esto puede causar problemas posteriores en las piezas que ahí se encuentran. En este caso puede ser que exista una clase de hongo que no necesariamente deba crecer en las condiciones de humedad relativa por arriba del 60 %, o que las esporas existen y que estas se desarrollaron al proporcionarles el medio de cultivo adecuado.

Si se observa la Bodega Nueva del fondo (GRAFICA 16) y la Bodega Nueva de la entrada (GRAFICA 17) en la TABLA D, nos muestra que aunque el número de colonias está dentro de un intervalo $X = 8.5 - 13.5$, los valores de humedad relativa en ambos casos se encuentra por arriba del 60 % (ver TABLA E) y por lo tanto sobrepasa los niveles recomendados (ver GRAFICA 16 y 17), esto nos indica que se debe estar pendiente de estas dos salas, es decir, tener en consideración que en un momento dado se pueden tener las condiciones propicias para el crecimiento de hongos.

Las salas Depósito de textiles a (GRAFICA 7) y b (GRAFICA 8) aunque presentan valores de humedad relativa por arriba del 60 % como nos muestra la TABLA E, el número de colonias se encuentra en menos de 6, lo cual indica que no existe una considerable contaminación por hongos, como en el caso de las Bodegas de pinturas A y B. en las GRAFICAS 7 y 8 puede observarse con mayor detalle el comportamiento de estas salas durante el período de experimentación.

Los valores de temperatura media máxima durante todo el período del muestreo ambiental no

sobrepasaron los 21 °C (ver TABLA F), es decir, las condiciones de temperatura son las requeridas para el crecimiento de los hongos (18-25 °C), sin embargo, para que haya desarrollo de hongos se requiere no solamente de temperatura, sino también humedad y sustrato adecuados. La realización del muestreo ambiental indica que las salas que presentaron el mayor número de colonias durante el período de muestreo fueron: Bodega de pinturas A (GRAFICA 14), siendo el hongo más frecuente *Mucor spp.*; y Bodega de pinturas B (GRAFICA 15) en este caso el hongo más frecuente *Paecilomyces spp.*

Algunas obras de arte fueron muestreadas encontrándose diferentes hongos en cada una de ellas, los cuales se indican en la TABLA 4.

Otra importante obra, un Cristo de caña, el cual tiene un gran valor histórico, como todas las piezas que se encuentran en el Museo Nacional del Virreinato, fue muestreado en diferentes partes de su cuerpo (ver Figura 1), encontrándose los hongos que se indican en la TABLA 5, siendo los más frecuentes *Penicillium spp* y *Helminthosporium spp*, y común para Cristo de caña y Escritorio de madera *Penicillium spp*.

Los hongos encontrados en el medio ambiente de las salas del Museo Nacional del Virreinato corresponden al mismo género que los encontrados en las obras de arte, incluyendo al Cristo de caña, excepto *Scopulariopsis spp* que solamente fue encontrado en la silla de cuero.

La conservación de nuestro patrimonio cultural es muy importante, por lo tanto las piezas dañadas o deterioradas requieren ser restauradas, por lo cual para el caso del Cristo de caña se sabe los tipos de hongos que se encuentran en él (ver TABLA 5), pero se requiere además un estudio a fondo de la estructura interna en relación con los materiales de que está elaborado, y a partir de esto llevar a cabo los posibles métodos de tratamiento de esta pieza, que podría ser en base a los métodos conocidos de desinfección en humanos, aplicación de sustancias utilizadas en granos para alimentos, barnices, aplicación de productos químicos, etc. No sin antes realizar las pruebas necesarias para determinar el método más adecuado para ello.

A medida que se fue llevando a cabo la investigación tanto experimental como bibliográfica, se observó que se requiere una investigación particular para cada uno de los museos, debido a las características propias de los mismos, y a los requerimientos necesarios para el crecimiento de los

hongos.además de que la conservación de obras de arte y del medio ambiente (humedad,temperatura) requiere de personal capacitado para este tipo de trabajo; que comprende no solamente el análisis de productos químicos que se puedan utilizar para la conservación, sino que además se estudien las características propias de los hongos que afectan las obras de arte y evitar su propagación. Contribuyendo de esta manera a la conservación de nuestro patrimonio cultural, lo cual resulta ser demasiado costoso tanto a nivel de instituciones públicas como privadas.

Por último cabe mencionar que el riesgo para el personal dedicado a este tipo de investigación es alto, como por ejemplo la inhalación, debido a las características propias de los hongos y a las malas condiciones que en ocasiones se encuentran las salas y el almacenamiento de las obras de arte.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

X Conclusiones

1.- Las salas que presentaron el mayor número de colonias durante el período de muestreo fueron: Bodega de pinturas A (GRAFICA 14), siendo el hongo más frecuentemente aislado *Mucor spp*; y Bodega de pinturas B (GRAFICA 15) en cuyo caso el hongo más frecuente fue *Paecilomyces spp*. De acuerdo a lo establecido por la Prueba de Tukey.

2.- El crecimiento de los hongos depende fundamentalmente de la temperatura, humedad y tipo de sustrato.

3.- El muestreo general realizado en 17 salas del Museo Nacional del Virreinato reveló que el hongo más frecuentemente aislado fue *Penicillium spp*, seguido de *Cladosporium spp*, *Aspergillus spp* y *Alternaria spp*.

4.- De las obras de arte muestreadas como el Escritorio de madera se aisló *Penicillium spp*, de la Silla de cuero *Scopulariopsis spp*; y del Misal de coro *Curvularia spp*.

5.- En el muestreo realizado al Cristo de caña los hongos más frecuentemente aislados fueron: *Penicillium spp* y *Helminthosporium spp*.

Recomendaciones.

De acuerdo a las características propias de la investigación y teniendo en cuenta que las técnicas empleadas fueron realizadas por similitud con aquellas utilizadas a nivel industrial y de laboratorio clínico, es posible que se hayan presentado ciertos errores, los cuales podrán minimizarse al realizar estudios subsecuentes, que en la medida de su avance mejorarán las técnicas y su aplicación a futuro, para ampliar los conocimientos en este campo.

Es importante contar con el personal entrenado para el mantenimiento de los museos y de las obras de arte que ahí se encuentran, ya que de esta manera se evitará los riesgos de la salud principalmente del personal que ahí labora y cuya estancia en estos lugares es prolongada.

Los trabajos que se realizan en los museos no deben ser solamente a nivel estético, sino abarcar otros campos de la investigación, aunque para ello se requiera de una inversión económica bastante considerable, sin embargo, a largo plazo este reflejará un mayor beneficio para los museos y las instituciones a las cuales se les ha asignado el cuidado de nuestro patrimonio cultural.

Por otra parte no debemos dejar de tener en cuenta la siguiente consideración, las obras de arte, las edificaciones, los museos y las tradiciones van unidos a la historia de una Nación.

APENDICE A

Restauración y conservación de Cristo de caña

NOTAS

- I) Estas muestras fueron analizadas por el Biólogo Pablo Torres Soria del laboratorio de Biología de la Dirección de Restauración del Patrimonio Cultural del I.N.A.H.
- II) Según Andres Estrada Jasso, Imaginería en caña, p. 23,27. y Abelardo Carrillo y Gariel, El Cristo de Mexicaltzingo, p. 16, el procedimiento para hacer la pasta de caña es el siguiente:
"Cortadas las cañas de maíz, ya secas, las hervían en agua con yerbas venenosas para matar en ellas todo germen de polilla. Vueltas a secar al sol las descortezaban y aprovechaban sólo la médula que molían cuidadosamente y antes de reducirlas a polvo estando más bien martajadas, las mezclaban con la goma de una begonia y orquídea llamada en tarasco "tatzingue". Los bulbos de esta planta se cocían en agua y soltaban el aglutinante o goma, que era el elemento aprovechable, ligerísima y de gran duración que tomado el nombre de la orquídea empleada denominaban "tatzingueni" y con esta pasta los "acahecha" o sacerdotes hacían sus ídolos...". Investigaciones modernas indican que la pasta de tatzingueni era el resultado de 2 partes de médula del tallo del maíz con 5 partes de la orquídea llamada "tatzingue". Dicha begonia se ha identificado ahora con lo que actualmente llaman en Uruapan "oraracua" o también "aroracua". En la ciudad de Morelia se le conoce por "limoncillo" porque el olor de sus frutos tiene parecido al zumo del limón. El mismo resultado se logró con las begonias tan abundantes en Michoacán llamadas "itzumacua" o flor de corpus y el llamado lirio de San Francisco..."
- III) Torres y Sotomayor en el análisis de los materiales del Códice Colombino, incluidos en la publicación de Alfonso Caso sobre La interpretación del Códice Colombino, P. 89-99, y K. Nowotny en el estudio de los Códices Becker I y II, p. 9, indican que estos códices de la época prehispanica tienen una base o imprimatura de yeso (sulfato de calcio dihidratado) mezclado con limonita (ocre amarillo), para dar un tono amarillo. Elí de Gortari, Del saber y la técnica del México antiguo, p. 49, también menciona el uso de yeso (tlacuauac o chimaltzatl), en la época

prehispánica, para los colores blancos.

IV) Laca de granza, laca de rubia o simplemente "rubia", es un pigmento rojo carmín introducido por los españoles durante la Colonia para la pintura y la escultura de esa época. La rubia es un colorante rojo obtenido de la raíz de la Rubia tintoria cuyo color se debe principalmente a la materia colorante conocida como alizarina. Para usarse como pigmento (laca, en este caso), el colorante es preparado con un material inerte que generalmente es hidróxido de aluminio $(Al(OH)_3)$. Este pigmento ha sido encontrado en el sangrado de casi todos los Cristos de la época colonial, analizados hasta la fecha. Apud in R. J. Gettens, and J. L. Stout. *Painting Materials a Short Encyclopedia*, p. 126.

V) El rojo cochinilla es un colorante natural obtenido de los insectos secos (hembras) de la especie *Coccus Cacti*. El principio colorante es el ácido carminico o extracto puro de cochinilla. Apud R. J. Gettens, and J. L. Stout op cit., p. 110.

... "la grana o cochinilla que se cría en las hojas del nopal se llama en mexicano "nochestli" palabra compuesta de "nochtli", fruto del nopal (nopalli) y de "extli" sangre, como parece en efecto la mancha roja que deja la cochinilla estrujándola entre los dedos..."

... "fue muy utilizada por los indígenas en la época prehispánica para teñir sus pajes y pelos de los animales..." Carrillo y Gariel, A., *Técnica de la pintura de la Nueva España*, p. 10.

En el color rojo de los Códices Becker 11 y Colombino fue encontrada una mezcla de rojo de cochinilla con hematita o almagre. Apud en S. Garza Tarazona de G. *Códices genealógicos*, p. 13. También en el fragmento del códice encontrado en el Cristo de Mexicaltzingo apareció el rojo cochinilla. Apud en Carrillo y Gariel, A. *El Cristo de Mexicaltzingo*, vid. supra.

VI) El azul maya es un pigmento que fue muy usado para decorar diversos objetos y en gran parte de la pintura mural prehispánica. Apud in, Alejandro Huerta C. *Análisis de la policromía de los petroglifos de la estructura A*, en: *El recinto sagrado de México-Tenochtitlán*, p. 87. La mezcla azul maya-yeso, encontrada en este Cristo no ha sido reportada hasta la fecha; Torres y Sotomayor, vid supra, únicamente mencionan el yeso mezclado con limonita.

APENDICE B

Posibles medidas de control de hongos tanto para el medio ambiente como para las obras de arte del Museo Nacional del Virreinato.

Siempre se ha tratado de llegar a controlar los hongos del medio ambiente y de las obras de arte de una manera sencilla, ya que esto está justificado por las características del lugar, en éste caso el Museo Nacional del Virreinato, que es uno de los más visitados no solamente por gente del país, sino también por gente del extranjero, debido a la importancia y riqueza histórica que éste contiene y que comprende el periodo Virreinal.

Es por ello que se debe tener cuidado de los productos que se utilizan para la fumigación y la conservación del lugar, puesto que la mayoría de ellos son residuales; y que no solamente pueden afectar a los visitantes, sino sobretudo al personal que ahí labora, además de que también puede afectar de una manera importante a las obras de arte que se encuentran en éste lugar.

Por lo anterior se propone una serie de medidas preventivas sencillas y económicas como son: ventilación y limpieza de las salas; control de humedad y temperatura y aislamiento del foco de infección que se presente tanto a nivel personal como del medio ambiente y de la misma obra de arte.

La no existencia de una amplia investigación científica en la conservación de obras de arte y ambiente de las mismas; ya que la investigación que existe es a nivel estético, ha originado que por lo menos en el caso de éste museo se hayan puesto en práctica algunas de las medidas preventivas mencionadas en el parrafo anterior, las cuales han dado buenos resultados.

Al llevar a cabo la investigación se pudo observar que si bien existe un conocimiento general científico sobre como conservar el medio ambiente y las obras de arte, no existe un conocimiento sistematico o especifico sobre como tratar los hongos.

En el caso particular de un espacio que iba a ser usado como depósito de libros para venta, se hizo el estudio micologico y se opto por aplicar una bomba de formol (tambien puede ser usada una bomba de permanganato) para fumigar el espacio. Lo anterior se aplico en dos espacios que se encontraban contaminados con hongos. En este caso la utilización de estas bombas solamente se recomienda para salas contaminadas, pero que estén debidamente desahojadas tanto de personal como

de cualquier obra de arte. Estos productos afectan las mucosas del organismo como son, las fosas nasales, ojos, etc.; además de que éste tipo de compuestos químicos puede reaccionar con metales, celulosa y destruir las obras de arte. Antes y después de la aplicación de la bomba de formol se realizó un muestreo. Resultando considerablemente menor el número de colonias después de la aplicación de la bomba de formol. Esta experiencia tiene que ser considerada puesto que hasta el momento de la terminación de la tesis no se ha presentado problema alguno.

Otra medida de prevención es evitar el acarreo de obras contaminadas que vengan del exterior, ya que, a simple vista no es posible observar la contaminación que pudiera existir por hongos, es recomendable hacer una revisión de ésta obra y evitar el acarreo por personal que esté en contacto con obras de arte contaminadas, esto es porque las esporas de los hongos al no ser detectadas a simple vista pasan desapercibidas y entonces dispersadas en el ambiente o sobre otras obras de arte.

Las obras de arte que no se encuentren en exposición deben ser almacenadas de acuerdo al material de que están elaboradas, para que de ésta manera sea más fácil establecer un ambiente adecuado de limpieza, temperatura, iluminación, ventilación, etc. que se requiera para la conservación adecuada de ellas, ya que la temperatura, humedad y sustrato son factores que influyen en el crecimiento de hongos y que además puede existir una adaptación a las condiciones ambientales adversas, debido a las características biológicas de éstos, crecer o permanecer en forma de esporas esperando un sitio adecuado para su desarrollo.

Las posibles medidas para el control de hongos recomendadas para evitar su desarrollo se pueden resumir de la siguiente manera:

- Limpieza
- Ventilación
- Control de humedad y temperatura
- Fumigación adecuada
- Aislamiento y tratamiento de obras afectada
- Evitar acarreo
- Condiciones adecuadas de almacenamiento de obras de arte

Es difícil negar completamente a los hongos la posibilidad de sobrevivir, podemos tratar de impedir que llegue oxígeno a ellos tal como se especifica en el uso de silos herméticos de almacenamiento de alimentos, sin embargo, esto resulta imposible en la práctica, podemos impedir que los hongos dispongan de la temperatura adecuada para desarrollarse, pero es casi imposible a lo largo de todo el tiempo. Se puede impedir que los hongos dispongan de agua, este es el principio del mecanismo de control empleado en la industria de alimentos balanceados.

Las diferentes especies de *Aspergillus flavus* crecen a temperaturas superiores a los 21.1 ° C y con un contenido de humedad del 10 al 40 %. En la industria alimenticia las técnicas de secado que permiten bajar la humedad reducen el problema del crecimiento de hongos.

El control de los requerimientos vitales constituye una práctica de manejo excelente y necesaria, pero no puede por sí mismo resolver el problema, para esto se necesita emplear un inhibidor de hongos que podrá garantizar de alguna manera la estabilidad microbiana del lugar.

En el mercado se encuentran una serie de productos inhibidores de hongos, empleados tanto en la industria de los alimentos como en la industria pecuaria, los cuales pudieran ser utilizados en el Museo Nacional del Virreinato. A continuación mencionamos algunos de ellos.

Unión Carbide tiene el Ucarsan 420, que es un desinfectante a base de glutaraldehído que actúa contra virus, bacterias y hongos.(29)

Mold-X, actividad inhibidora de hongos, mohos y levaduras en alimentos para animales, bajo costo de aplicación.(8)

Mycad. Es un producto útil para el control de las micotoxinas en alimentos para aves.(16)

Debido a lo delicado de las piezas existentes en el Museo Nacional del Virreinato es necesario establecer cual inhibidor usar en base a costos, presupuesto y disponibilidad de empleo, pero sobre todo que la sustancia a emplear no dañe las obras de arte.

Con el paso del tiempo se ha visto la necesidad de la existencia de una relación cercana entre la ciencia y la técnica, para avanzar en la conservación y restauración de obras de arte, es por ello que al realizar esta investigación se ha querido contribuir a despertar el interés de las personas relacionadas con la ciencia hacia los museos; aunque resulta difícil que alguien que no esté relacionado con ellos quiera introducirse en este amplio campo de trabajo, no solamente para aquellas personas dedicadas a

las Ciencias Químico Biológicas. Pero esto no ha sido tomado en cuenta también por las instituciones responsables de los museos para considerarlo como personal de base para ellos.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Araujo, S. R., Huerta C. A., Guerrero Sergio. Esculturas de Papel Amate y Caña de Maíz. Fideicomiso Cultural Franz Mayer, 1989,3-20
- 2) Bernard D. Davis, M. D.; Renato Dulbecco, M. D.; Herman N. Elson, M. D.; Harold S. Ginsberg, M. D. y W. Barry Wood, J. R. M. D.; Maclyn Mc. Carty, M. D. Tratado de Microbiología. Tercera edición 1985. Salvat editores, 7-10
- 3) Betancourt, M. Ma. Eugenia. Etiología fúngica de los agentes de deterioro en obras pictóricas de la Antigua Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, 1983, 1-21
- 4) By S.S. Shapiro and M.B. Wilk Ananalysis of variance test for normality (complete samples). Biometrika (1965), 52, 3 and 4,591. With 5 text-figures. Printed in Great Britain.
- 5) Carrillo y Gariel, Abelardo. El Cristo de Mexicaltzingo. Técnicas de escultura en caña. Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- 6) C. de Gante Pablo . Tepozotlán, su historia y sus tesoros artísticos. Editorial Porrúa, S.A. México, 1958, 1 - 95
- 7) Constantino, J. Alexopoulos. Introducción a la micología. Ediciones Omega, S. A., Barcelona , 1985, 3-5,38
- 8) Dowes México, S. A. de C. V. Nuestro acontecer porcino. Vol. I, N°1. Enero 1993. Ediciones Pecuarías de Méico, S. A. de C. V. 31.37
- 9) Eliodoro Valle Rafael. El convento de Tepozotlán. Talleres graficos del Museo de Arqueología, Historia y Etnografía. México 1924, 1- 39
- 10) Endt,-DW-von; Jessup,- WC; Von-Endt,-DW. The deterioration of protein materials in museums. Biodeterioration 6. Papers presented at the 6th.International Biodeterioration Symposium. Washington, D.C. August 1984 (edited by Barry, S.; Houghton D.R.), 1986, 332-337;14 ref. Farnham Royal Slough U.K. CAB Internacional.
- 11) Estrada Jasso, Andrés. Imaginería en caña. Ediciones "Al voleo", Monterrey, N.L. México, 1975
- 12) Giacobini,-C; Cicco,-MA-de; Tiglie,-I; Accardo,-G. Actinomycetes and biodeterioration in the field

of fine art.. Biodeterioration 7. Selected Papers presented at the 7th International Biodeterioration symposium, Cambridge, UK, September 1989 edited by Houghton, D.R. Smith, R.N.; Eggins, H.O.W. 1988, 418-423; ref. Borking, UK; Elsevier Science Publishers Ltd. Rome Italy. 71 Biodeterioration-Abstracts 1989.

- 13) Haber Audrey; P. Runyon Richard. Estadística General. Addison-Wesley Iberoamericana, S.A., 1986, 1-6
- 14) Hilko van der Voet, Piet de Haan and Durk A. Doombos. The use of Durbin-Watson statistic for testing the Validity of Kinetic Models for dissolution. International Journal of Pharmaceutics, 14 (1983) 291-298. Elsevier Biomedical Press.
- 15) Instituto Nacional de Antropología e Historia. Museo Nacional del Virreinato, Tepotzotlán. Guía oficial, 1-11
- 16) Laboratorio Avi-Mex, S.A. de C.V. Tecnología Avipecuaria. Ed. Publicaciones Média Relaciones S.A. de C.V. Junio de 1997, N° 113, 11
- 17) Luft Enrique. Imágenes de caña. Artes de México. El maque: Lacas de Michoacán, Guerrero y Chiapas. Impreso en México por Comercial Nadrosa, S. A. 1972
- 18) Martínez Garza Angel. Diseños Experimentales. Métodos y elementos de teoría. Editorial Trillas, 1988, 118-158
- 19) Mendenhall William; L. Schaefer Richard; D. Wackerly Dennis. Estadística Matemática con aplicaciones. Grupo Editorial Iberoamerica, 1986, 528-531
- 20) Moreno Martínez Ernesto, Dr. Manual para la identificación de hongos en granos y sus derivados. Universidad Nacional Autónoma de México. Primera edición 1988, 51-75
- 21) Moysés, Xavier. México Angustia de sus Cristos. Fotografía de Sonia de la Roziere. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México 1967, 11-21
- 22) Pérez, J. Ma. Eugenia, Rodríguez L. María. Investigación micológica en obras pictóricas dañadas por mohos en el Museo Nacional del Virreinato, así como del medio ambiente de la bodega en que se encuentran estas pinturas. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, 1988, 1-29
- 23) Seaward,-MRD; Giacobini,-C. Oxalate encrustación by the lichen *Dirina massiliensis* forma soreliata and its role in the deterioration of works of art. Le pellicole ad ossalati: origine e

- significato meela conservazione delle opere d' arte. Milano, 25-26 October, 1989, atti del convagno 215-219,15 ref. Italy. 71 Biodeterioration-Abstracts 1990.
- 24) Zlochevskaya,-IV; Mortirosova,-EV; Rebrikova,-NM; Gorfenka-MV. Effects of humidity on the growth of leather and parchmente attacking fungi Mikologina-I Fitopatologiya, 1986, 20:1, 43-46; 9 ref. Universitet Moscow 71 Biodeterioration-Abstracts 1987.
- 25) Sociedad de Amigos del Museo Nacional del Virreinato. Tepetzotlián, la vida y la obra en la Nueva España. México 1988.
- 26) Szczepanowska,-H; Lovett,-CM, Jr. Fungal stains on paper: their removal and prevention the conservation of far Eastern art: preprints of the contributions to the Myoto Congress, 19-23 September 1988 edited by Mills, J.S.; Smith, p, Yamasaki, K. 1988, 13-14; 5 ref. London U.K.; International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works. Japanese. 71 Biodeterioration-Abstracts 1990.
- 27) Thomas D. Brock; Michael T. Madigan. Microbiología, sexta edición. Prentice Hall Hispanoamericana S.A. 1993, 888-900
- 28) Tiano, P.; Morton-LHG. Biological deterioration of exposed work of art made of stone. Biodeterioration of constructional materials. Proceedings of the summer meeting of the Biodeterioration Society, delf Netherlands, 18-19. September 1989 edited by Norton L.H.G. 1987 37-44, ref. Kew Surrey, UK Biodeterioration on Society. Florence Italy. 71. Biodeterioration-abstracts 1987.
- 29) Union Carbide. Nuestro acontecer porcino Vol. N° 1. Enero 1993. Ediciones pecuarias de México S.A. de C.V. 8,31,36
- 30) Wainwright, INM. Rock art conservation research in Canada. Bolletino del Control Comuno-di-Studi-Preistorico. 1985,22, 15-46; 111 ref. 71 Biodeterioration-Abstracts 1989.
- 31) Willard Rippon, John, ph. D. Micología Médica. Tercera edición, Ed. Interamericana, Mc. Graw-Hill, 1990, 135,150
- 32) William G. Walter; Richard H. M. C. Bee; Kenneth L. Temple. Introducción a la Microbiología. Compañía Editorial continental S. A. De C. V., México 1984, 57