

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA



**ESTUDIO TOXICOLOGICO Y NUTRICIONAL DE HONGOS
COMESTIBLES QUE CRECEN EN LOS BOSQUES DE
CONIFERAS DEL MUNICIPIO DE HUAYACOTLA, VER.**



T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
P R E S E N T A

ISAAC BELTRAN GONZALEZ

México, D. F.

1979



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA
CLAS TESIS 1979
LIBRO M.T. 39
FECHA _____
PROC _____



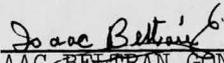
Jurado asignado originalmente según el tema:

Presidente	Profr.	Ignacio Diez de Urdinavia
Vocal	"	Ninfa Guerrero de Callejas
Secretario	"	Enrique Garcia Galeano
Primer Suplente	"	Angela Sotelo López
Segundo Suplente	"	Emilio Barragan Hernández

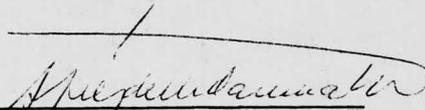
Sitio donde se desarrolló el tema:

FACULTAD DE QUIMICA

Nombre completo y firma
del sustentante


ISAAC BELTRAN GONZALEZ

Nombre completo y firma
del asesor del tema


Profr. Ignacio Diez de U.

A mis padres:

Isaac y Altagracia
Con infinito agradecimiento
por guiarme siempre en la
senda de la verdad.

A mi hermana Carolina
fuente de comprensión
y cariño familiar,
con gratitud plena.

A mis hermanas:
Leticia y Guadalupe.

A mis hermanos:

Lic. Guillermo Beltrán G.

L.A.E. Homero Beltrán G.

M.V.Z. Armando Beltrán G.

A mis maestros:

A quienes siempre recordaré
con especial afecto.

A mis amigos.

Al Honorable jurado.

I N D I C E

CAPITULO I	Pág.
<u>INTRODUCCION</u>	1
CAPITULO II	
<u>GENERALIDADES</u>	
11.1 Localización del municipio de Huayacotla, Ver.	3
11.2 Flora	7
11.3 Características generales	8
11.4 Morfología de los hongos	11
11.5 Recolección de hongos	16
11.6 Principales hongos comestibles	19
11.7 Identificación de hongos comestibles	23
CAPITULO III	
<u>CULTIVO DE HONGOS COMESTIBLES</u>	
111.1 Domesticación de especies silvestres	30
111.2 Proceso de composteo	31
111.3 Fase I	35
111.4 Fase II	40
111.5 Cambios durante el composteo	45
CAPITULO IV	
CARACTERISTICAS NUTRICIONALES DE HONGOS COMESTIBLES	
IV.1 Valor nutritivo	59
IV.2 Preparación para consumo humano	62
CAPITULO V	
<u>CARACTERISTICAS TOXICOLOGICAS</u>	
Va.Principios activos tóxicos	69

	Pág.
V.a. Efectos toxicológicos	
V.b. Principales compuestos tóxicos	71
V.b. Identificación de compuestos tóxicos	
V.b. Eliminación de compuestos tóxicos	
CAPITULO VI	
CONCLUSIONES	86
BIBLIOGRAFIA	90

CAPITULO I

INTRODUCCION

INTRODUCCION

Debido a los grandes recursos forestales, agrícolas y minerales, con que cuenta la región de la sierra norte del estado de Veracruz, del que orgullosamente soy originario. Ha movido mi interés en efectuar un estudio en particular sobre el aspecto vegetal, específicamente hongos comestibles, de los cuales crecen en gran variedad en los bosques de coníferas del municipio de Huayacocotla, Veracruz.

Tomando en consideración que la alimentación de la población de esta región, es básicamente maíz, frijol, chile y verduras, especialmente aquellas que son cultivadas en parcelas familiares, así como hierbas silvestres y lógicamente hongos comestibles, los cuales son un alimento temporal puesto que solo crecen en épocas de lluvias es decir de junio a septiembre.

Se considera de gran importancia analizar minuciosamente, basandose en estudios muy completos tanto a nivel nacional como a nivel mundial. (De estos hongos); para determinar el valor nutritivo y tóxico que estos puedan tener.

Con la finalidad de que en un futuro próximo de ser posible, incrementar el cultivo a nivel familiar o de comunidad sin depender del ciclo natural para su cultivo, proponiendo técnicas para su mejor aprovechamiento.

Esto traerá como consecuencia una mejoría en los niveles de vida de las personas.

Con este modesto trabajo, trato de dar a conocer este girón de tierra veracruzana y contribuir de ser posible al desarrollo agrícola de mí región, en beneficio de mis gentes y de mí patria.

CAPITULO II

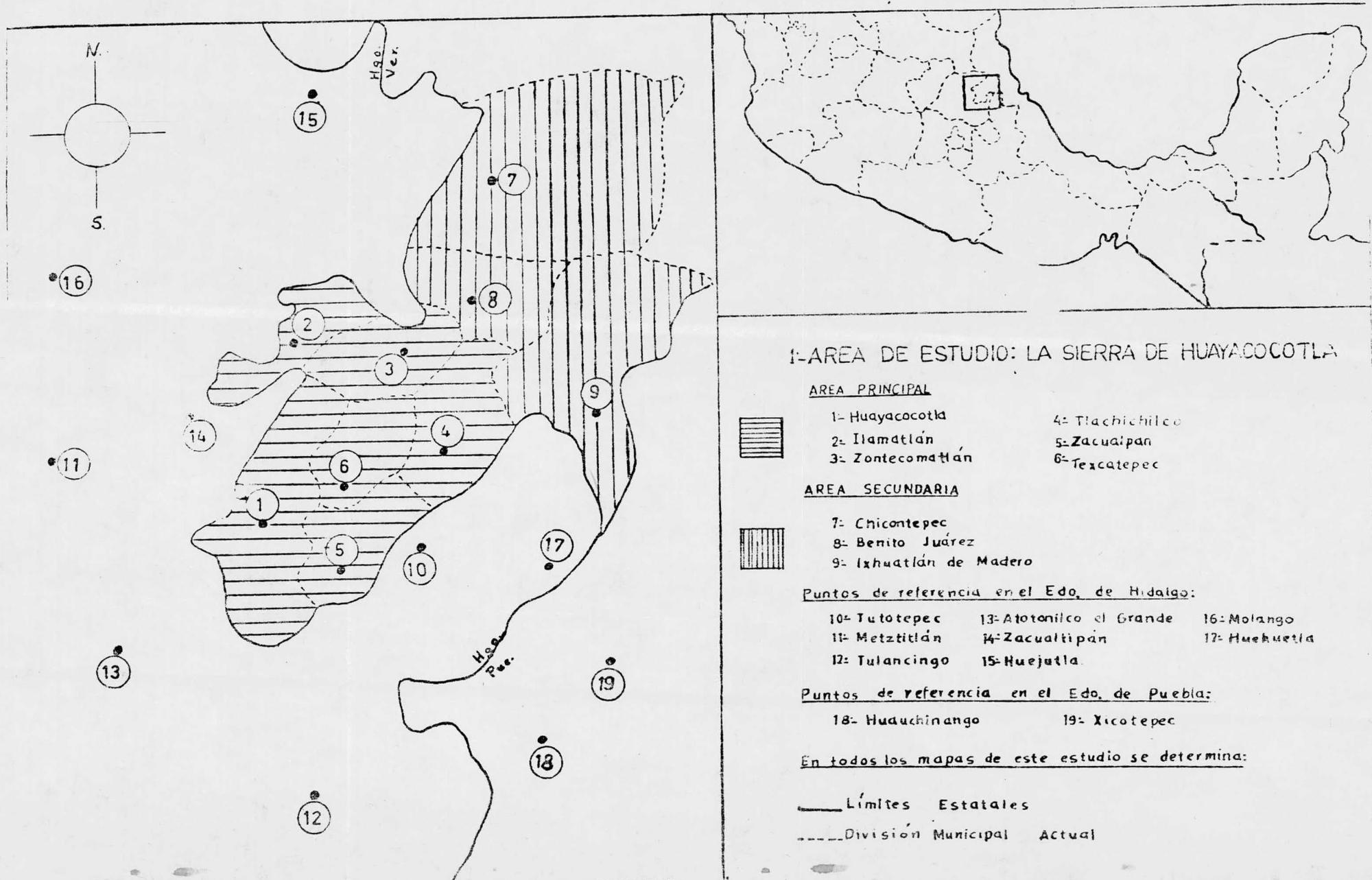
GENERALIDADES

1.- GENERALIDADES

Se comenzará por describir la región veracruzana donde se encuentra enclavado el municipio de Huayacocotla, veracruz.

La sierra de Huayacocotla forma parte del sistema montañoso denominado comunmente sierra madre oriental.

En este tramo montañoso se insertan territorios de diferentes entidades políticas, como son: Hidalgo, Puebla y la mayor parte que corresponde a veracruz.



Sobresalen dos regiones muy diferenciadas panorámicamente dentro de su aspecto físico: la serrana y la Huasteca.

Suelos.- En la sierra de Huayacocotla podemos encontrar la presencia de suelos arbumíferos (color rojo, café y café rojizo) en la parte alta de la sierra.

El Chernozem (tierras negras) se encuentra alternando con los anteriores,

Predominan en la sierra de huayacocotla los suelos podzólicos y turbosos en la parte alta y en la parte baja los lateríticos.

Los suelos anteriormente descritos pueden agruparse en dos categorías: Los de complejo de montaña, y los de pradera.

Los primeros se extienden en el municipio de huayacocotla veracruz, los de pradera ocupan la parte de la huasteca.

El macizo montañoso es conocido a través de los libros de texto de geografía del estado de veracruz bajo el nombre de "Cumbre de Huayacocotla". Y como se ha dicho forma parte de la sierra madre oriental.

Las cumbres más elevadas son: El Cerro Verde, Cerro de las Ollas, El corcovado, Cerro del Plumaje y el Texcatepec, que oscilan entre los 2,400m y 1,600m de altura sobre el nivel del mar.

Climatología.- El clima de la sierra de Huayacocotla ha sufrido una profunda alteración en los últimos doce años, hasta 1957 podía hablarse del microclima de la parte alta de la sierra como humedo frio sin estación seca definida. A partir de esa fecha gradualmente, la estación no lluviosa ha ido intensificandose notablemente hasta definirse en los meses de marzo y julio.

Como consecuencia ha habido un notable aumento en la temperatura podemos atribuir este cambio a alteraciones climatológicas a nivel mundial, pero quizá se debe en gran parte a la desforestación continúa de los bosques por la mano del hombre.

Aún así se puede considerar al municipio de Huayacocotla con un clima frio.

Los vientos dominantes son los alisios del golfo los que acarrean una nubosidad muy densa a las cumbres de Huayacocotla que actuando como reten proporcionan el enfriamiento adiabático que proporciona la precipitación.

Este fenómeno es responsable de la escasa precipitación al oeste del parteaguas en el altiplano mexicano. Consiguientemente y en contraste, la vertiente oriental de la sierra mantiene un considerable coeficiente de humedad en los suelos y en el medio ambiente.

La precipitación media en la sierra alta es en orden de los 2,800 mm. Las heladas son frecuentes en el suroeste de la región hacia los 2,000 m de altura en los meses invernales.

El municipio se encuentra regado por aguas de ríos y arroyos entre los más importantes tenemos: el río Vinazco, que nace en los escurrideros localizados a 10 Km suroeste de la Villa de Huayacocotla. Considerado como la corriente troncal del río Tuxpan.

Existen cascadas de importancia y de belleza indescriptible así como cañones, es notable el cañón de Vinzaco entre Huayacocotla y Texcatepec, por su profundidad, vegetación y belleza, esta llamado a ser un atractivo turístico de primera magnitud.

Flora.- Es extraordinaria la variedad de flora en Huayacocotla, debido a la alta humedad, predominando los bosques de coníferas, encinos, alamos, oyamel, etc.

Entre las coníferas encontramos el "Cupresus Bethani",

identificado en las orillas de la villa de Huayacocotla.

En estos bosques de Coníferas se produce el liquidanbar cuya referencia para Huayacocotla la encontramos ya desde fines del siglo XVIII en la crónica TEATRO MEXICANO, del franciscano Agustín de Betancourt.

"El liquidanbar que los indios llaman Xochiocolzotl se saca de un árbol grande y hermoso que tiene las hojas como la yedra nace en tierras calientes y templadas como en Huayacocotla."

Crecen también una gran variedad de plantas menores, y por supuesto hongos venenosos y comestibles de los cuáles nos ocuparemos posteriormente.

Características generales:

Cada hongo (como los organismos vivos) tienen dos nombres el primero es el genérico y se escribe con mayúscula, el segundo es la especie y se escribe con minúscula, ambos nombres se escriben en latín. Y por eso se escriben en letra cursiva, o se subrayan en manuscrito, por ejem.

Amanita caesares.

El primer nombre es el genérico y el segundo nombre es la especie. Un género puede tener varias especies, tal como un apellido puede estar unido a diferentes nombres, es decir, que tienen características que se asemejan entre sí a la vez que son diferentes.

En varias regiones del país, la gente del campo aplica los hongos diversos nombres populares, tales como, llaneros, trompetas, etc.

Sin embargo, debe seguirse la costumbre de llamar a los hongos por sus nombres científicos (en latín) debido a que los nombres populares muchas veces se aplican a diferentes especies como es el caso de los ejemplos antes mencionados, llanero puede ser: Agaricus campestris, Agaricus bitorquis o Agaricus subperonatus. Todos ~~los~~ hongos comestibles pero se aplica también el nombre de llanero a Agaricus xanthodermus que es tóxico.

El conjunto de géneros de hongos (como sucede en todos los organismos vivos), forma parte de grupos taxónomicos más o menos definidos muy útiles para conocer mejor las especies.

Por ejemplo los hongos con láminas debajo del sombrero, con o sin pie son los agaricáceos.

IDENTIFICACION BOTANICA DE LOS HONGOS COMESTIBLES

Los hongos comestibles pertenecen al grupo de los Basidiomicetos, son hongos verdaderos los cuales se reproducen por esporas, por tanto se consideran como plantas, las esporas se desarrollan en el exterior de estructuras claviformes llamadas vasidios, muchos de ellos están entre los conocidos como setas que son los comunes hongos de sombrilla entre los que podemos encontrar a los hongos comestibles, generalmente son macroscopicos llegando a alcanzar algunas especies hasta 50cm de altura.

Son en su mayoría saprófitos, forman un cuerpo fructífero (carpóforo) visible, cuyas partes principales son: El pedúnculo o estípote, que sostiene al sombrero o pileo cuya coloración es muy variada: blanca, amarilla, parda, roja, negra, etc. En la parte inferior del pileo se encuentran poros, tubos o láminas en donde se desarrollan las esporas.

Láminas No. 2 y No. 3

Morfología de los hongos.

La forma del cuerpo del hongo es básica para la identificación de la especie, debido a su gran variabilidad la morfología de los hongos, es de suma importancia en la sistemática de estos organismos.

Paralelamente a la morfología, también el color, el olor, y el sabor son caracteres de gran valor en la identificación de los hongos.

En las láminas dos y tres se puede observar que a lo que suele llamarse hongo, es en realidad el cuerpo reproductor o cuerpo fructífero de la gran masa algodonosa y blanca, o sea el micelio, que se encuentra y vive en el suelo o sustrato donde crece el hongo (mantillo, estiercol, madera, etc), de uno o muchos según se trate de los llamados "hongos solitarios" o de los "gregarios". Los conocidos anillos de brujas, anillos de hadas, corraleras, etc. En realidad son conjuntos de cuerpos fructíferos de hongos, los cuales han crecido en círculo debido a que se desarrollan en toda la periferia de la gran masa algodonosa que tiene forma de disco. El crecimiento y la formación de los cuerpos de los hongos se realizan precisamente en la periferia del disco; por lo tanto estos quedan acomodados en círculo o anillo.

Dichos cuerpos sirven al hongo para producir y diseminar sus esporas o sea las simientes o "semillas" con las cuales se reproduce y perpetúa. La superficie o estructura que produce las esporas se llama Himenio y la estructura que la sostiene es el Esporóforo o cuerpo fructífero. El Esporóforo suele ser simplemente el pie del hongo o estructuras muy complicadas.

En los ascomicetos el himenio está en la superficie superior del cuerpo fructífero, y en los Basidiomicetos, en la superficie inferior del sombrero. Precisamente en los basidiomicetos, la variabilidad del himenio es la base para definir a las especies, ya que puede haber hongos subterráneos y en los licoperdáceos el himenio se encuentra en la parte interna de la gran masa globosa que constituye el cuerpo fructífero.

Características más usuales en la identificación de los hongos:

- 1.- Forma del cuerpo fructífero.
- 2.- Color de cada una de las partes de dicho cuerpo, incluyendo la interna o "carne" y la parte subterránea.
- 3.- Presencia o ausencia de cualquier estructura o característica del cuerpo fructífero, llamativa a la vista; por ejemplo: escamas, verrugas, pelos, espinas, poros, grietas, estrias, viscosidad, carnosidad, etc.

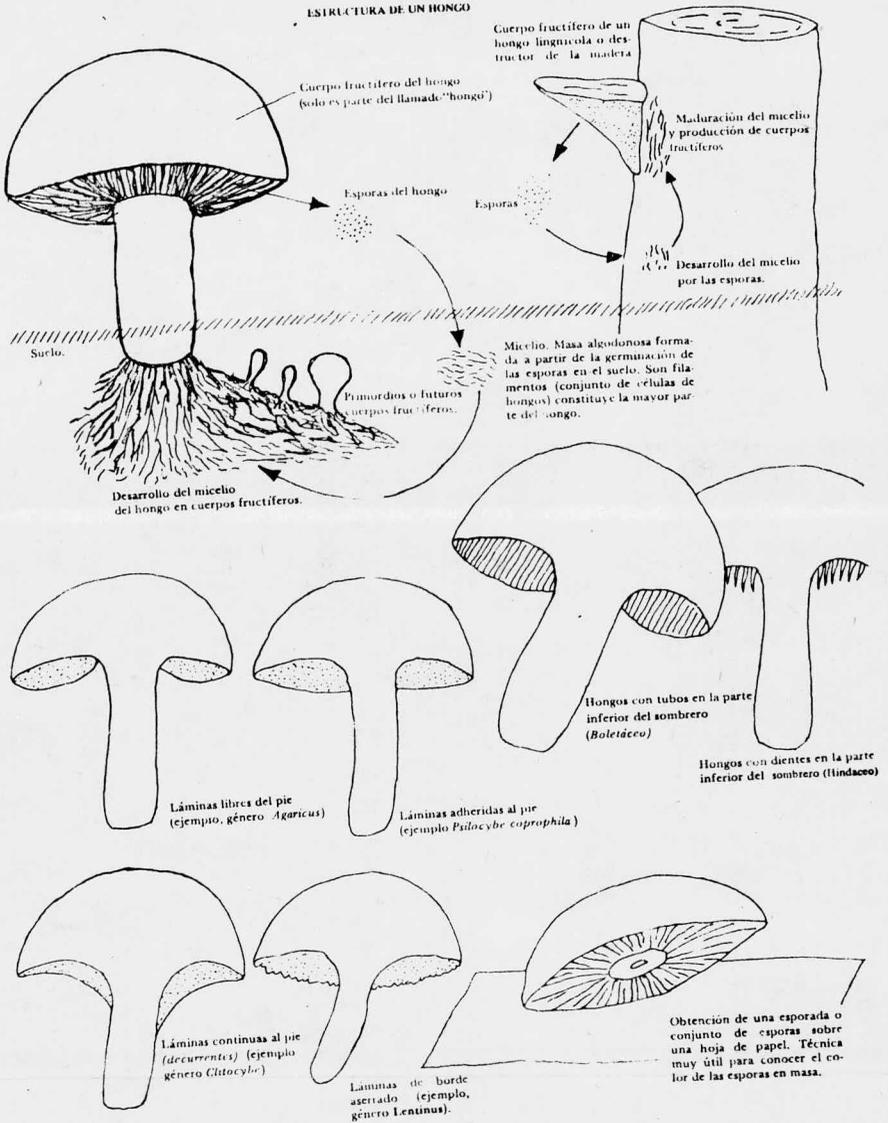
- 4.- Cambio de color de cualquiera de las partes, ya sea al maltratarse o cortarse (para ello se corta el hongo con una navaja y se observa si cambia o no de color).
- 5.- Presencia o ausencia de un jugo lechoso o latex, deberá anotarse el color del mismo y si cambia o no de color al exponerse al aire.
- 6.- Olor del hongo (principalmente de la carne).
- 7.- Sabor de la "carne" (para ello se masticará suavemente un pequeño fragmento del cuerpo fructífero, se saborea y se escupe. No existe ningún peligro en probar hongos venenosos, si se escupe inmediatamente y se enjuaga la boca con agua).
- 8.- Color de las esporas en masa. Obtención de una esporada sobre el papel; para obtener una esporada de un hongo, se corta el pie de éste si es que tiene y se coloca la parte superior o sombrero sobre una hoja de papel durante unas ocho horas, al cabo de este tiempo levante el sombrero y encontrará depositada sobre el papel una gran masa de esporas a manera de polvo muy fino, la cual quede ser negra, rosada, café, amarillenta o blanca. Este dato es muy importante sobre todo en hongos que tienen láminas debajo del sombrero. El color de las esporas es básico para la identificación de muchos hongos algunas veces y con ciertas reservas, el color de las láminas del sombrero del hongo, pueden ser el de las esporas, aunque no siempre.

El anillo y la copa que presenta el pie de algunos hongos son estructuras valiosas para la identificación de las especies, pero son muy delicadas y poco durables en el cuerpo fructífero si el hongo se maltrata. El anillo es el resto de un velo o cortina que cubría a las láminas o himenio del hongo en los estados muy jóvenes; al romperse, esta cortina cuelga o se desliza por el pie formando el anillo o, al menos un conjunto de mechas.

La copa del pie, también llamada volva, es el resto de una gran envoltura que cubría a todo el hongo a manera de cascarón de huevo, también en los estados muy jóvenes. Cuando el hongo madura, rompe el cascarón por la parte de arriba, llevándose algunas veces restos de dicha envoltura en su sombrero.

Lámina No. 2

ESTRUCTURA DE UN HONGO



ESTRUCTURA DE UN HONGO

Cuerpo fructífero del hongo (solo es parte del llamado "hongo")

Esporas del hongo

Suelo.

Desarrollo del micelio del hongo en cuerpos fructíferos.

Primordios o futuros cuerpos fructíferos.

Cuerpo fructífero de un hongo lignícola o destructor de la madera

Esporas

Maduración del micelio y producción de cuerpos fructíferos

Desarrollo del micelio por las esporas.

Micelio. Masa algodonosa formada a partir de la germinación de las esporas en el suelo. Son filamentos (conjunto de células de hongos) constituy[e] la mayor parte del hongo.

Hongos con tubos en la parte inferior del sombrero (Boletáceo)

Hongos con dientes en la parte inferior del sombrero (Hirudáceo)

Láminas libres del pie (ejemplo, género Agaricus)

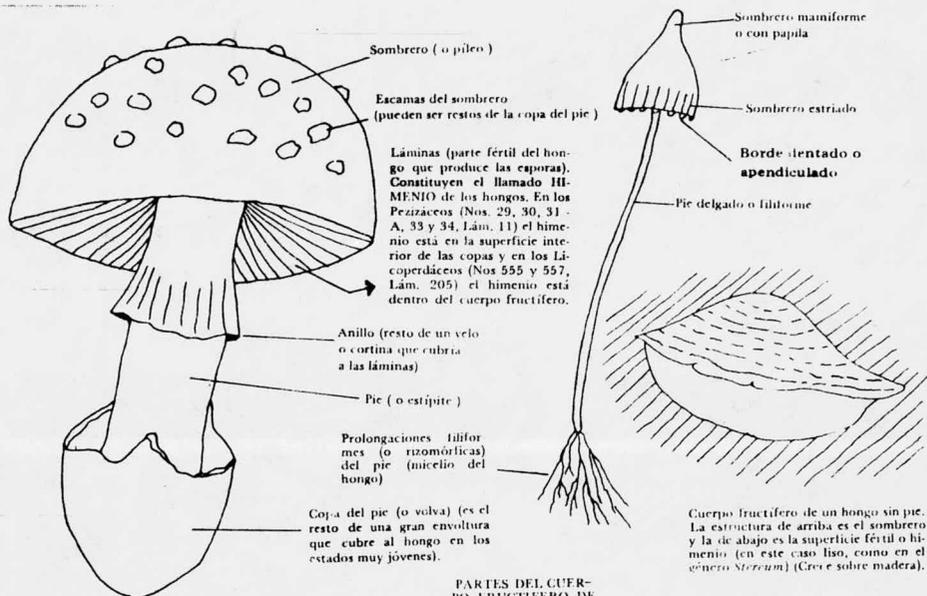
Láminas adheridas al pie (ejemplo Psilocybe coprophila)

Láminas continuas al pie (decurrentes) (ejemplo género Clitocybe)

Láminas de borde aserrado (ejemplo, género Lentinus)

Obtención de una esporada o conjunto de esporas sobre una hoja de papel. Técnica muy útil para conocer el color de las esporas en masa.

Lámina No. 3



Cuerpo fructífero de un hongo sin pie. La estructura de arriba es el sombrero y la de abajo es la superficie fértil o himenio (en este caso liso, como en el género *Stecium*) (Crea sobre madera).

PARTES DEL CUERPO FRUCTIFERO DE UN HONGO

Lámina 3

Cuando se va al campo o al bosque en busca de hongos, ya sea con el fin de conseguir especies para la cocina o con el propósito de estudiarlas o por simple curiosidad, se deberá llevar:

Canasta

Navaja o cuchillo

Papel encerado

Libreta de notas y lápiz.

Al encontrar un hongo, lo primero que se hará es escarbar con el cuchillo o navaja, de tal manera que se saque totalmente con todo y sus partes subterráneas, si es que tiene, o al menos con la base completa. Inmediatamente después colóquese el hongo sobre una hoja de papel encerado ya cortado, aproximadamente al tamaño de un pañuelo, y hágase un paquete depositándolo en la canasta. En la libreta de notas se apuntará el nombre de la localidad lo más exacto posible (pueblo, nombre del municipio, estado, tantos Kms al N, S. E, u O, de tal o cual parte, etc.), se anotará también la fecha y el tipo de vegetación del lugar. Pero sobre todo deberán anotarse y estudiarse las características inmediatas del hongo (expresadas en la página 7,8).

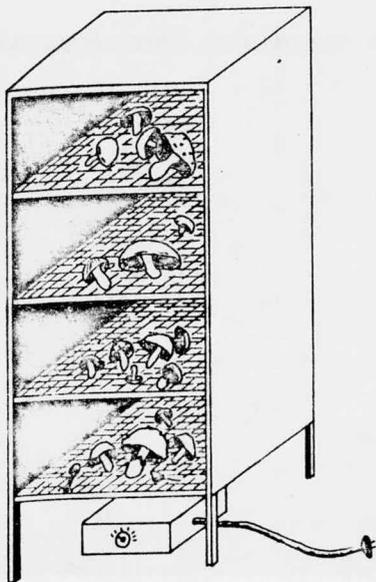
Si los hongos son para estudio, deberán secarse por medio de calor, si no se dispusiera del tiempo necesario para ello pueden dejarse en la canasta hasta unas ocho horas, pero es más conveniente guardarlos en un refrigerador, o al menos colocarlos en lugar aereado y fresco.

Para secar los hongos se deberá disponer de una parrilla eléctrica o de una lámpara de petróleo y de tela de alambre. Puede construirse una secadora de la siguiente manera: Coloquese la tela de alambre sobre ladrillos o botes a manera de edificios, la lámpara o la parrilla eléctrica quedará abajo, en el piso y los hongos sobre la tela de alambre como puede verse en el dibujo cúbrase todo con papel periódico para propiciar un ambiente cálido, pero dejense espacios o hendiduras entre los periódicos para facilitar la circulación de aire; de esta manera los hongos se secarán en unas 24 horas. Ya secos se depositan en cajas de cartón o en sobres de papel y así se pueden guardar en armarios. Esto constituye un herbario de hongos.

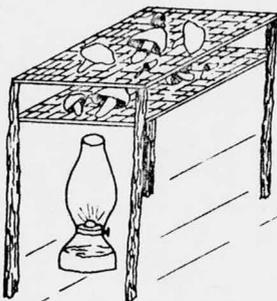
Cúidese de que cada hongo en su sobre o caja, tenga la etiqueta o etiquetas conteniendo todos los datos referentes a la localidad, fecha, tipo de vegetación y características del hongo fresco; con esta información será fácil identificar el hongo mediante las claves que posteriormente se darán.

Indudablemente la identificación de los hongos es más sencilla si se tiene el material fresco, recién colectado.

Lámina No. 4



SECADORA DE HONGOS CON PARRILLA ELECTRICA
El mueble puede ser de madera o de metal. Las rejillas de tela de alambre en donde van los hongos, son móviles, para el mejor manejo de los hongos.

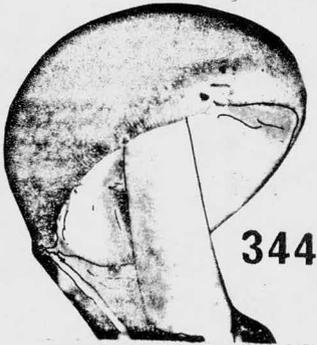


SECADORA DE HONGOS CON QUINQUE O LAMPARA DE PETROLIO.
Util en lugares en donde no hay corriente eléctrica. Para mejor secado, debéra estar cubierto todo con papel periódico para favorecer un ambiente caliente.

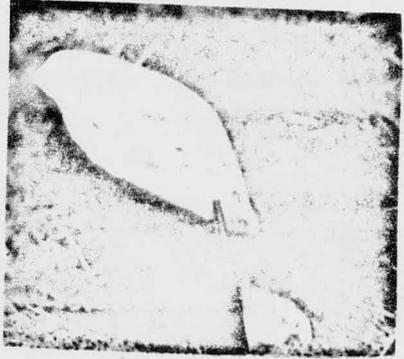
Principales hongos comestibles:

<u>Nombre científico</u>	<u>Nombre común (autóctono)</u>
1.- <u>Amanita caesarea</u>	Ahuevoado, yemas, teconote chullo, yullo, sochi, Xochilnanácatl.
2.- <u>Boletus edulis</u>	Corralito, pansa, pambaso de encino, cepa seta, mayasel.
3.- <u>Lactarius deliciosus</u>	Enchilado de ocote, enchilado rebellón, chilpan.
4.- <u>Cantharellus cibarius</u>	Corneta, trompeta, duraznillo, fuchila.
5.- <u>Laccaria laccata</u>	Manzanita, manzanilla, Xocoyol.
6.- <u>Agaricus campestris</u>	Llanero, hongo de Sn. Juan yotito, champiñón.
7.- <u>Amanita fulva</u>	pollita.
8.- <u>Ustilago Zeae*</u>	*Huitlacoche, cuitlacoche.

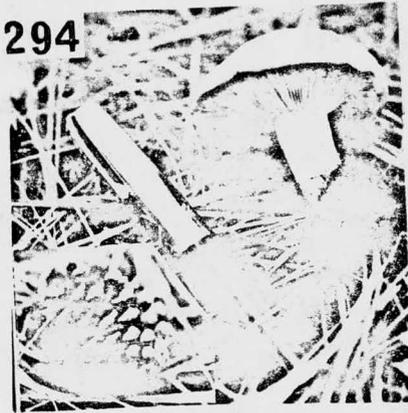
*Nota.- Este hongo crece en la mazorca de maíz, por ser muy común en la región su consumo, se ha tomado en cuenta para nuestro estudio.



1



2

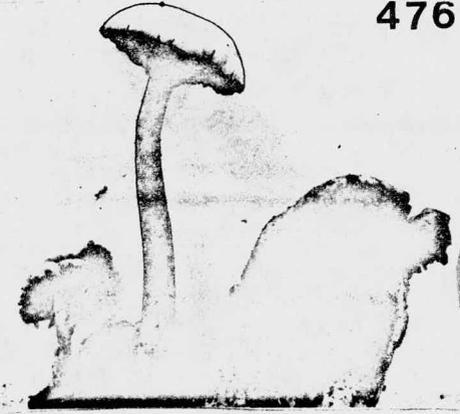


3



4

476



5



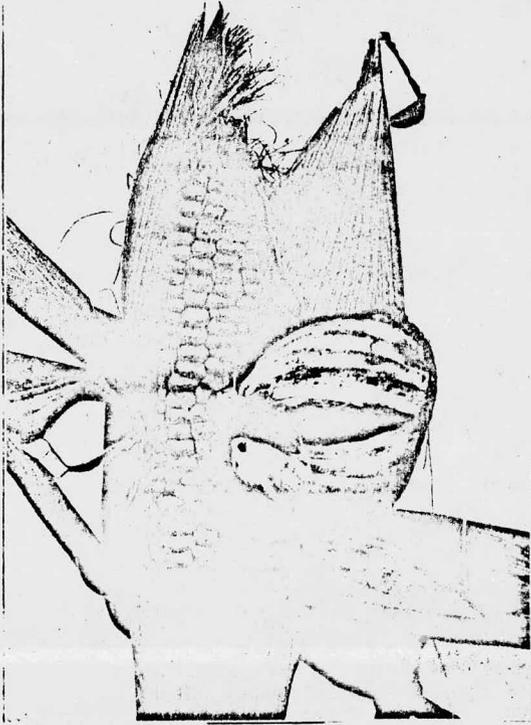
6



7



8



(*Ustilago zoea*).

8



396

6

a) Características Morfológicas de los hongos comestibles.

Amanita caesares

Hongos con anillo bien definido en los estados adultos, el cual es membranoso, colgante y amarillo, sombrero de 10 a 15 cms. de diámetro, anaranjado rojizo o amarillo anaranjado, subviscoso, liso, pero estriado en el margen. Sus láminas varían de amarillentas a amarillas. El pie es de color blanco a amarillento, liso o subescamoso, con su copa blanca, gruesa y grande. Crecen en bosque de encinos y pinos.

Boletus edulis

Hongos con carne blanca que no cambia de color; olor y sabor agradables muy ligeros (en seco el color es fuerte, parecido al del pan). Sombrero de 8 a 30cms. de diámetro liso, aterciopelado, regular o irregularmente; blanquecino, amarillento claro, color paja o gris amarillento, a veces con el centro rosa o café rojizo; mudable de viscoso a seco. Poros blanquecinos, amarillentos o rosa amarillentos, levemente adheridos al pie. Tubos amarillo-verdosos. Pie grueso, robusto, subulboso o cilíndrico que varía de blanquecino a amarillento sobretodo en la parte superior. Crecen solitarios o en pequeños grupos en bosques de pinos y de encinos, es escaso en los de abetos.

Lactarius deliciosus

Hongos anaranjado-amarillos, con zonas concéntricas gris plateados en el sombrero. Latex anaranjado. Sombrero de 4 a 8 cms. de diámetro. Se manchan notoriamente de verde en todas sus partes. Su carne tiene sabor agradable no acre. Crecen exclusivamente en bosques de pinos (frecuentemente son atacados por otros hongos de color anaranjado). *Hypomyces lactifluorum* o de color café, *Hypomyces macrosporus*, los cuales cubren totalmente al *Lactarius*, dándole a las láminas un aspecto venoso por lo que éstas no se ven bien definidas y semejan a un *Cantharellus*.

Cantharellus cibarius

Sombrero, venaciones y pie anaranjados, hongos con color a durazno (aunque muy ligero), con las venaciones más formadas que las láminas. Sombrero liso, en forma de embudo de 3 a 6 cms. de diámetro. Crecen en el suelo en bosques de pinos.

Laccaria laccata

Láminas de color rosa violáceo a gris violáceo, adheridas al pie, sombrero de 2 a 5cms. de diámetro. Liso a finalmente granuloso o agrietado con la edad, no estriado, no viscoso, de color rosa amarillento, rosa guinda o purpuráceo a amarillento purpuráceo- violáceo. Pie del color del sombrero o más violáceo, con escamas a la vez que fibriloso-estriado, ligeramente sinuoso y más ancho en la parte inferior. Crecen en el suelo, en forma gregaria, en bosques de pinos.

Agaricus campestris *fo do*

Hongos con anillo sencillo, suelto, membranoso, colgante, delicado y fácilmente desprendible o perdedizo. Sombrero de 3 a 8cms. de diámetro. Crecen silvestres, en conjuntos, a veces formando círculos o anillos en las praderas, potreros y jardines, en zonas tropicales, subtropicales y templadas.

Amanita fulva

Hongos con pie liso o finamente escamoso a la lupa, blanco. Copa del pie blanca, con manchas de color café anaranjado o café rojizo. El sombrero mide de 4 a 10 cms. de diámetro; de color café anaranjado oscuro a café cuero o café amarillento rojizo, estriado en el margen. Las láminas varían de blancas a amarillentas grisáceas en seco. Crecen en bosques de pinos y de encinos.

Ustilago zaeae o Ustilago maydis

Hongos globoso-subcilíndricos, de carnosos a polvorientos por dentro. Cuando adultos polvo carbonáceo negro. Superficie gris, gris violáceo claro a oscuro. Crecen sobre las mazorcas del maíz o también sobre los nudos del tallo.

CAPITULO III

CULTIVO DE HONGOS COMESTIBLES

CULTIVO DE HONGOS COMESTIBLES:

Dada la gran cantidad de nutrientes, orgánicos y minerales así como lo apto del clima (temperatura media anual de 19-20°C) abundante vegetación, es posible primeramente domesticar las especies silvestres de hongos comestibles y de este modo cultivarlos durante la mayor parte del año y no solamente en época de lluvias como sucede de manera natural.

La domesticación de hongos comestibles es una labor compleja que implica el trabajo conjunto de varias áreas dentro de la biotecnología como son: Microbiología, Micología, Bioquímica de suelos y pedología. El primer paso para la domesticación es aislar cultivos puros de varias clases y localidades. Después de esto es necesario conocer las características genéticas, fisiológicas y los requerimientos ecológicos de las especies aisladas.

Uno de los factores más importantes para la domesticación de los hongos comestibles lo constituyen la base nutricional necesaria de cada hongo, ya que cada clase de hongos tiene una capacidad específica para la descomposición de materia orgánica.

De acuerdo a su base nutricional y sus relaciones con las plantas superiores, los hongos se pueden ordenar dentro de tres categorías posibles: parásitos, saprobios y micorrizas, las cuales se encuentran íntimamente ligadas entre sí

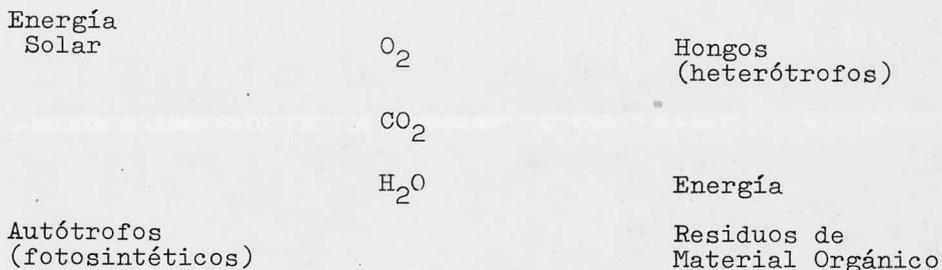
y dependen de la situación en particular. Varios hongos parásitos pueden vivir bajo ciertas circunstancias como saprobios y viceversa.

Estas interacciones con las plantas superiores, con otros microorganismos y con el sustrato presente, es lo que determina la presencia de cada hongo en el ecosistema.

En la producción de hongos superiores se tiene que hacer el sustrato selectivo para el hongo a cultivar. Esto es una labor fácil en el caso de hongos que sean agentes primarios de descomposición, los que son capaces de degradar materiales de descomposición, los que son capaces de degradar materiales no modificados o previamente degradados. La preparación del sustrato para hongos que sean agentes consecutivos de descomposición o coprófilos presenta las dificultades que trae el realizar una fermentación controlada del mismo. Las dificultades mayores se presentan en la preparación de sustratos para los hongos que viven asociaciones de micorriza con los árboles.

PREPARACION DE SUSTRATOS PARA EL CULTIVO
DE HONGOS COMESTIBLES

Como se acaba de mencionar, es de suma importancia conocer las demandas nutricionales de los hongos comestibles que se desea utilizar comercialmente. Todos los hongos son organismos heterótrofos, es decir solo son capaces de propagarse en material orgánico, por lo que son dependientes de los organismos autotrófos fotosintéticos para el suministro de materia orgánica en la cual puedan crecer. Esta interdependencia se puede visualizar en el siguiente esquema:



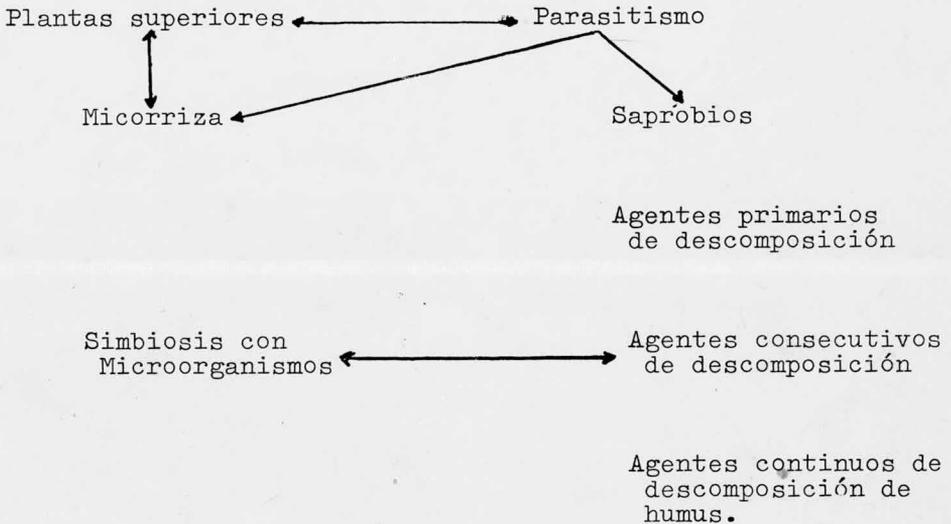
No obstante que todos los hongos descomponen material orgánico, se encuentra una variedad muy grande en cuanto a su presencia en los diversos tipos de material orgánico.

Muchos se encuentran principalmente en los troncos de los árboles (Pleurotus ostratus, Lentinas edodes), ó bien en suelos ricos en humus (agaricus campestris). Esto no excluye

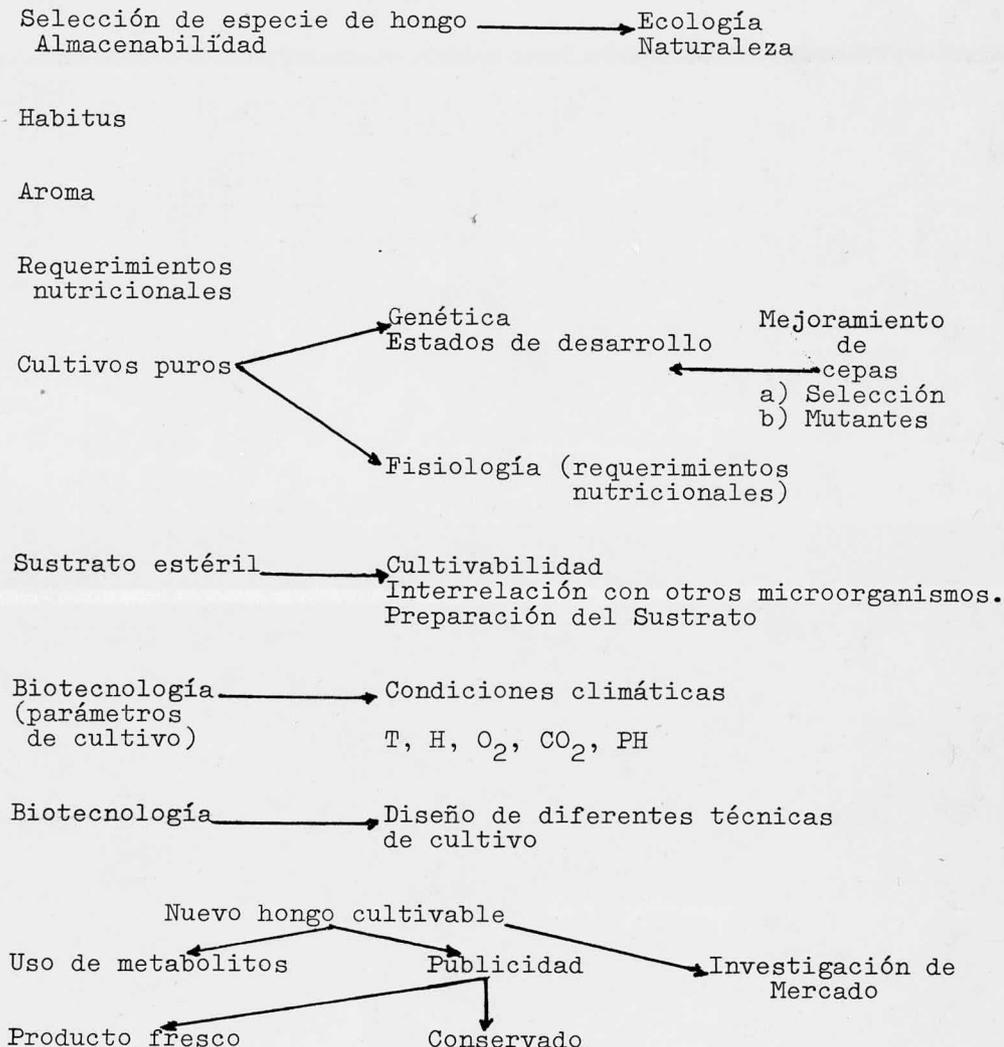
de ninguna manera que pudieran ser cultivados en cierto tipo de desperdicios ligno celulosicos en los cuales no ocurren naturalmente. Tal es el caso del cultivo de Pleurotus ostreatus en olotes de maíz y diversos tipos de pajas.

ESQUEMA DE NUTRICION DE HONGOS COMESTIBLES:

(ZADRAZIL F. 1974)



ESQUEMA PARA SELECCION Y DOMESTICACION DE ESPECIES SILVESTRES DE HONGOS COMESTIBLES



PROCESO DE COMPOSTEO (fermentación al aire libre)

Así se denomina a la degradación microbiana de sólidos orgánicos por medio de una respiración aerobia que pasa por una fase termofílica es un proceso usado para el tratamiento de basuras sólidas con los siguientes objetivos:

Reducción de masa y volumen: por medio de la volatilización de parte del carbono orgánico a CO₂.

Higiéne públiz: Eliminación de patógenos y de lugares donde se reproduzcan insectos, plagas, etc.

Utilización de recursos desperdiciados. El uso principal del material producido es agronómico, permitiendo de esta forma reintegrar al suelo nutrientes minerales que de otra forma se perderían. Se ha probado también, utilizar composta urbana como alimento de ganado con resultados preliminares muy favorables así como otros usos no relacionados con la agricultura.

El proceso de composteo, empieza de hecho con una colección heterógena de material orgánico, que contiene una población grande de hongos y bacterias propias. Estos microorganismos se desarrollan y empezarán con el proceso de descomposición en el momento en que se presenten condiciones favorables de humedad, temperatura, y aereación.

Esta actividad microbiana producirá un aumento en la temperatura a consecuencia de las oxidaciones biológicas exotérmicas, y dado que la materia orgánica posee una muy mala conductividad.

La preparación de sustratos para hongos agentes primarios de descomposición no presenta problemas muy serios. Es tan solo necesario hacer que el sustrato obtenga la humedad necesaria que permita el crecimiento de estos hongos y obtener un material uniforme en el caso de usar mezclas de diversos materiales ó (Huk,Jet, al 1974).

La preparación de sustrato para el cultivo de Agaricus es más problemática y requiere de la fermentación termofílica controlada de ciertos tipos de sustratos; ya que este tipo de organismos sólo son capaces de desarrollarse en sustratos con cierto grado de descomposición. Por medio de ésta fermentación se persiguen varios objetivos, uno de ellos es hacer al sustrato homogéneo tanto desde el punto de vista químico, composición homogénea del sustrato, así como físico este último aspecto es muy importante porque durante la fermentación se asegura una buena distribución de los componentes y un ablandamiento de la estructura de las pajas u otros materiales de deshecho empleado que les permite absorber agua, dentro de sus fibras. En los materiales iniciales el agua se encuentra rodeandolos, y al cabo de la preparación fermentativa la cubierta protectora de estos materiales, que repelia el agua, ha sido destruida parcialmente permitiendo la absorción de agua dentro de las fibras.

La cantidad de agua presente en el sustrato juega un papel muy importante en el cultivo de hongos comestibles, ya que los cuerpos fructificantes constan de 90% de agua.
del 1. del 5. del 10. del 15. del 20. del 25. del 30. del 35. del 40. del 45. del 50. del 55. del 60. del 65. del 70. del 75. del 80. del 85. del 90. del 95. del 100.
Por otro lado la cantidad de agua presente es muy importante para el curso correcto de la fermentación, en caso de tomarse un exceso de agua en el sustrato (75%) se presentan condiciones de anaerobiosis debido a los pocos espacios libres y mal intercambio de gases en estas condiciones. En caso de existir una falta de agua en el sustrato, se tiene como consecuencia una falta de actividad microbiana y una disposición muy rápida del calor durante la fase de fermentación al aire libre.

El otro aspecto de la preparación fermentativa termofílica del sustrato es todavía mayor importancia y esta en relación con las necesidades nutritivas del tipo de organismos representados por Agaricus sp. (degradadores de materia húmica). El tipo de nutrientes en el material inicial (pajas, estiércol, etc.) no es directamente asimilable por este tipo de organismos, además que el nitrógeno en los materiales de tipo estiércoles se encuentra principalmente en forma de amoníaco ó bien puede ser convertido fácilmente a amoníaco por la microflora presente, por otro lado, Agaricus sp. así como otros de los hongos comestibles cultivables son sumamente sensibles a la presencia de amoníaco, el cual a su vez favorece el desarrollo de otro tipo de macro-micetos que son dañinos (Chaetomium sp.) al micelio

de los hongos comestibles ó bien compiten por nutrientes (Coprínus) con el hongo comestibles cultivado. Por esto mismo es necesario convertir esta forma de nitrógeno por medio de un proceso fermentativo a materia microbiana y formas de nitrógeno incorporado en el complejo lignina-humus que se forma durante una fase de esta fermentación termofílica.

Por lo anterior se puede ya suponer la importancia de la cantidad y tipo de materia orgánica en el sustrato para el cultivo de hongos comestibles y su relación con los rendimientos. En el caso de *Agaricus campestris* se necesitan cerca de 250 g. de materia orgánica por cada Kg. de cuerpos fructificantes formados (veeder P. C. et. al 1977).

Por otro lado la cantidad de minerales presentes en los sustratos al fin de la fermentación (10% en base húmeda y 30% en base seca), asegura que en ningún momento la carencia de algún mineral será elemento limitante en el desarrollo de los hongos comestibles, ya que estos son directamente absorbidos y con la materia orgánica se consume 50% para producir la energía para ese crecimiento (Georits J. 1976).

La fermentación termofílica en la preparación de sustratos para *agaricus* se realiza en dos etapas ó fases. La fase I es una fermentación al aire libre, similar al tradicional proceso de composteo. La fase II consiste en un proceso de pasteurización (60°C por 4 h.) y una fermentación

termofílica controlada de 58 a 48°C.

FASE I

Esta fase es un calentamiento (fermentación) al aire libre que toma alrededor de 12 días para su realización. Aquí el material en fermentación es dividido, mezclado y humidificado con el objeto de reducir estructuras y homogeneización. Los fines que tiene esta fase son:

- 1.- Consumo de nutrientes fácilmente degradables
- 2.- Conversión de suficiente nitrógeno a formas de proteína microbiana
- 3.- Abrir la estructura de la lignina y humificarla
- 4.- Dar al material una humedad correcta 73%

El inicio de este proceso es microbiológico; las bacterias y hongos mesofilos consumen inicialmente los nutrientes fácilmente asimilables y produciendo calor metabólico que inicia este proceso. La materia orgánica actúa como aislante térmico y esto permite un aumento de temperatura en el interior de la pila de material en fermentación que normalmente se encuentra a temperaturas mayores de 75°C. En estas condiciones se favorece el proceso de amonificación microbiana, creando una atmosfera con alto contenido de amoniaco en el interior de la pila que se encuentra a altas temperaturas. Bajo estas condiciones se promueven las reacciones químicas de tipo oxidativo.

Las reacciones químicas que se suscitan propiciadas por el ambiente existente dentro de las pilas es la parte más importante en la fase I. Estas pueden ser de dos tipos.

Episte
CARAMELIZACION DE POLISACARIDOS

A estas temperaturas los polisacaridos son caramelizados formando una capa oscura que cubre las pajas en descomposición (Eddy B. Jacobs L 1976), este material puede ser extraído con agua de la superficie del sustrato fermentado, dejando un material claro. El origen de estos polisacaridos es probablemente microbiano ya que la mayoría de los microorganismos presentes en la fermentación produce polisacaridos extracelulares, y el examen microscópico de esta capa oscura permite observar células bacterianas y micelio de hongos. Así mismo, en los hidrolizados de esta capa oscura se encuentra principalmente glucosa galactosa y manosa, los cuales son azúcares presentes en las cápsulas celulares, y que desaparecen del sustrato durante el ciclo de crecimiento de Agaricus (Eddy B Jacobs L. 1976).

También se ha podido determinar un efecto presente polisacaridos sobre el crecimiento de Agaricus al estar presente polisacaridos extracelulares de ciertas especies de pseudomonas (Stanek, M 1976).

Este tipo de reacciones tiene mucha importancia para el cultivo de Agaricus ya que consiste en la síntesis de una fuente de nutrición específica para Agaricus desapareciendo por otro lado los carbohidratos fácilmente asimilables.

SINTESIS DEL COMPLEJO LIGNINA-HUMUS-PROTEINA

La lignina es una sustancia presente en la mayoría de los desperdicios agrícolas, y su naturaleza fenólica hace que concurra en reacciones de polimerización con varios tipos de sustancias nitrogenadas a las temperaturas del exterior de la pila (75°C) como resultado de esto se producen sustancias húmicas que contienen nitrógeno pegado a su estructura.

Dentro del nitrógeno atrapado en estos compuestos húmicos 20 - 40% se encuentran como amino ácidos, 10 -15% como amoníaco y el resto es resistente a la hidrólisis (Haider K. 1968). Este nitrógeno tiene su origen en los compuestos nitrogenados de origen vegetal o microciano sintetizados durante la fermentación (amino ácidos ó proteínas), ó bien puede ser del tipo de nitrógeno inorgánico presente en los aditivos (NH_4 , NO_3).

En el caso de las reacciones de amino ácidos con grupos fenólicos se sabe que toda la estructura del amino ácido es atrapada, y que una reacción sucesiva la polimeri-

zación es posible dependiendo del tipo de estructura del amino ácido. En el caso del atrapamiento de iones amonio por grupos fenolicos ocurre a valores de P^H entre 8 y 9, un valor comunmente encontrado en las pilas de fermentación en la fase I.

La importancia de este tipo de reacción es muy grande ya que la coinversión de las fuentes de carbono fácilmente degradables en biomasa simultaneamente con la similación de fuentes solubles de nitrógeno y la incorporación posterior de estos nutrientes al complejo lignina-humus-proteina le confiere al sustrato producido al término de la fermentación una selectividad muy grande para el cultivo de hongos comestibles del tipo Agaricus, dado que estos organismos son los únicos capaces de utilizar este tipo de sustancia para su crecimiento, (Grabbe K. 1972). Durante el ciclo de crecimiento, Agaricus C. utiliza durante la propagación vegetativa la mayor parte de la lignina- (63-92%) de la cantidad total que es capaz de metabolizar, y en el momento en el que la fase reproductiva se inicia (formación de esporofóros) es que se inicia la metabolización de la celulosa y hemicelulosa restantes (Gerrits J. 1968).

Esto significa que en la primera etapa del crecimiento de Agaricus se disminuyen las posibilidades de contaminación con hongos saprobios (mohos), ya que no se encuentran carbohidratos de fácil asimilación.

Como condiciones necesarias para conducir este tipo de fermentación correctamente, se necesita además del suministro correcto de nutrientes (carbohidratos y fuente de nitrógeno) así como la humedad adecuada, un intercambio de gases en la pila de fermentación, y aque este es un proceso de degradación aerobia. El oxígeno necesario se suministra por medio de rotación de la pila de fermentación y en una medida mucho menor por difusión de aire fresco dentro de la pila (efecto de chimenea) originado por las diferencias en temperatura dentro de las mismas. Después de la rotación disminuye rápidamente la cantidad de oxígeno en la pila y aumenta el CO_2 , presentandose una estratificación de temperaturas, O_2 , y CO_2 en la pila.

En la base del centro de la pila a causa de la carencia de oxígeno disminuye la actividad microbiana T 35 - 55°C aumenta la concentración de CO_2 (20%) presentandose condiciones anaerobicas en la zona encima de, esta, se registran las mayores temperaturas T 65 - 85°C, una gran amonificación y actividad química (reacciones de caramelización y humificación). Las dimensiones de la pila deben ser tales que favorezcan a la mayor parte de la pila que se encuentre en estas condiciones, por las razones ya mencionadas.



La zona siguiente, comprendida entre las distancias de 15 a 40 de la superficie de la pila se presenta una gran actividad de hongos y actinomicetos termófilos (T 45 -60'C, CO₂ 10%) y los procesos de descomposición se encuentran al máximo. La última capa, se encuentra algo seca y con poca actividad termófilica (T 45' C, CO₂ 5%).

Por las razones anteriores, el tamaño de la pila es un factor sumamente importante para controlar las condiciones de fermentación durante la fase I. Las dimensiones de la pila varían de acuerdo a las condiciones climáticas externas, con climas calientes el tamaño debe reducirse ya que la aereación por medio del efecto de chimenea funciona con menor eficiencia dadas las diferencias pequeñas de temperatura. El parámetro a seguir es reducir la zona anaerobia al mínima y evitar un enfriamiento de la pila a causa de dimensiones muy pequeñas.

FASE II

El sustrato para la fase II lo constituye el producto de la fase I de fermentación, el cual ya presenta una mayor uniformidad que los materiales empleados inicialmente. No obstante, a causa de la estratificación de las pilas de fermentación en la fase I se tienen ciertas diferencias en las diversas partes del sustrato.

Esta segunda fase en el proceso de la preparación fermentativa del sustrato para el cultivo de Agaricus tiene dos finalidades fundamentales:

- 1.- Producir un sustrato selectivo para Agaricus lo más uniforme posible, lo que significa que se deben consumir la totalidad de polisacaridos fácilmente asimilables.
- 2.- Prevenir la entrada en el sustrato a organismos dañinos o que compitan con el micelio de Agaricus por las fuentes de nutrientes.

El primer objetivo se logra si se somete a la totalidad del sustrato a las condiciones de descomposición termofílica aerobia, donde se vió que se realiza el proceso de degradación de carbohidratos fácilmente asimilables a una mayor velocidad y donde también se presenta la mayor asimilación de amoniaco, (menor pérdida de nitrógeno por volatilización). Este paso de desarrollo microbiano termofílico tiene también como finalidad la síntesis de biomasa microbiana que servirá como fuente de nutrientes a Agaricus y que también creará un antagonismo en el sustrato fermentado, a consecuencia de las sustancias de carácter antibiotico que inhiben posteriormente el desarrollo de organismos contaminantes (Stanek M. 1976). Los organismos activos durante esta fase, con temperaturas óptimas de desarrollo son:

Bacterias termofílicas	60 - 65°C
Actinomicetos	55 - 60°C
Hongos termofílicos	53 - 45°C

En la práctica se realiza este proceso de acondicionamiento del sustrato por medio de una disminución gradual de la temperatura de 60 a 48°C (2°C por día), lo que ocasiona una sucesión gradual de las poblaciones de los organismos antes mencionados, terminando con los hongos termofílicos.

El segundo objetivo de la fase II de fermentación se logra sometiendo a la totalidad del sustrato a una temperatura de 60°C por 4 horas o más. Para este objetivo es importante que el sustrato tenga una humedad alta, ya que muchos tipos de nematodos en un ambiente seco se presentan en forma de quistes con una mayor resistencia a las influencias externas. Por otro lado se deben evitar temperaturas mayores de 60°C porque conducen a la eliminación de muchos de los organismos perjudiciales en el sustrato ya que a los hongos dañinos y competitivos no es posible eliminarlos por medios químicos y los insecticidas son muy ineficientes en la composta.

Esta fase II de la fermentación se considera que ha llegado a su fin cuando no se detecta más amoníaco libre en el sustrato, lo cual intimamente relacionado con la disminución del P^H de valores de 8 - 8.5 a valores de 7 - 7.5. Por otro lado no se deben detectar olores rancios (indicadores de restos de fermentación anaeróbica).

El producto obtenido después de esta fermentación tiene las características semejantes, empleando diferentes tipos de materiales en un principio (pajas, estiércol de caballo, gallinaza, etc.).

Se pueden hacer variaciones al proceso descrito. Es posible realizar una fase I (composteo) larga obteniéndose una mayor selectividad en el sustrato, pero consecuentemente también una pérdida mayor de materia orgánica, lo cuál disminuiría la capacidad de rendimiento del sustrato preparado. En caso opuesto es también posible realizar una fase I corta obteniéndose menor pérdida de materia orgánica y selectividad, lo cuál no sería desventaja en caso de realizar correctamente la fase II. Cambios de sustrato durante la fermentación:

HUMEDAD

El valor óptimo para el crecimiento microbianaerobio es 70 71%. Al término de la fermentación se debe buscar y tener una humedad de 66%.

FUENTES DE CARBONO

La totalidad de los polizacaridos fácilmente degradables deben haber desaparecido, mientras que las substancias difiles de metabolizar (lignina, celulosa, hemicelulosa) deben permanecer casi sin tocar. Esto le otorga al sustrato selectividad para el desarrollo basidiomiceto.

FUENTE DE NITROGENO

La pérdida de nitrógeno durante la fermentación se mantiene a un grado mínimo sin afectar negativamente el proceso microbiano cuando se tienen concentraciones iniciales de nitrógeno en el sustrato de 1.5 a 2%. Después del proceso fermentativo, el sustrato contiene 1.5% de nitrógeno en el caso de usar estiercol de caballo y de 2% si se usan pajas para su preparación. Obstante, la forma de nitrógeno a controlar en éste caso es la cantidad de amoniaco presente en el sustrato que no debe exceder 0.4 0.5%.

RELACION C/N

Una relación de 15 es el óptimo para el desarrollo de Agaricus mientras que para iniciar la fermentación al aire libre (composteo) un valor de 30 es el más conveniente, dado que con cantidades mayores de nitrógeno inicial, se tiene una mayor pérdida de nitrógeno como amoniaco volatilizado.

P^H

Un P^H neutro es el óptimo para el desarrollo de Agaricus, mientras que para el desarrollo bacteriano es favorecido por uno ligeramente básico (7.5 - 8.5). Los materiales iniciales (estiercol de caballo o mezclas de paja y gallinazo) tiene valores básicos de P^H 99.0 por lo que se acostumbra agregar caldo de CaSO₄ para disminuirlo un poco, 25 Kg. de CaSO₄ por tonelada de paja disminuyen el P^H del sustrato por 0.5. Cambio en la composición del sustrato durante el cultivo de Agaricus C.

<u>Período</u>	<u>Disminución de sustrato total</u>	<u>H₂O</u>		<u>Materia Orgánica</u>	<u>Minerales</u>	
	%	Kg.	H%	Kg.	Kg.	%
Apilar el material	0	120	- 72%	35 - 0	10 - 22%	
Fase I Fase II	40%	70	- 70%	20 - 40%	10 - 33%	
Fase II a inoculación	58%	45	- 65%	15 - 50%	10 - 40%	
Fin del cultivo	72%	25	- 40%	10 - 70%	10 - 50%	

CAMBIOS DURANTE EL COMPOSTEO

Los microorganismos utilizan rápidamente los carbohidratos fácilmente degradables y los lípidos presentes. Las hemicelulosas y celulosas son degradadas hasta cierto punto y la lignina es el material más resistente a la degradación.

El P^H inicial es ligeramente ácido (6), parecido al material celular de los vegetales. Durante las primeras etapas de composteo el P^H disminuye (debido probablemente a la producción de ácidos orgánicos), y al aumentar la temperatura aumenta también el P^H y se estabiliza ligeramente alcalino (a causa de la producción de amoníaco).

Las formas solubles de nitrógeno son asimiladas inmediatamente, y las formas insolubles son solubilizadas antes de ser usadas por los microorganismos, se produce amoníaco por medio de la desaminación oxidativo de aminoácidos. La mayor parte del nitrógeno sintetizado se encuentra como proteína.

Adición de CaCO₃

La adición de CaCO₃ ó Ca(OH)₂, acelera la velocidad de descomposición de materiales orgánicos (Berkeley, 1953, Gray K. 1971). Pero esto trae asociada una desventaja que es la pérdida de grandes cantidades de nitrógeno como amoniac. (Berkeley, 1953) debido al P^H ligeramente básico que favorece su formación.

Varios estudios han indicado que cantidad de oxígeno consumida depende de la temperatura, tamaño de partícula, composición del material, etc. La aereación de las pilas se realiza por medio de volteo periódico, los cuales debieran estar basados en la concentración de O₂ en la composta, pero en la práctica se determinan por la temperatura (T 70°C) ó cuando la humedad excede en el material 60% (Berkeley, 1953). Normalmente es necesario hacer dos o tres volteos por semana para asegurar una fermentación aeróbica de la basura urbana.

RELACION C/N

Este es probablemente el aspecto más importante del composteo, la mayoría de los microorganismos usa 30 partes en peso de carbono por cada parte de nitrógeno, por lo que una relación C/N de 30 es la más conveniente para una fermentación eficiente, aunque se han reportado composteos eficientes con materiales que poseen valores de C/N 26 a 35 (Poincelot R. 1975).

TEMPERATURA

Dado que la pérdida de calor es proporcional a la superficie y la generación de calor al volumen, en las pilas grandes se tendrá un aumento continuo de la temperatura, mientras que en las pilas pequeñas se presenta un estancamiento temporaneo de la temperatura a 40'C. Los microorganismos mesofílos responsables del calentamiento inicial son substituidos a esta temperatura por organismos termofílicos que se encargan de calentar la pila hasta temperaturas de 70'C.

En la fase termofílica se presenta una más rápida descomposición de materia orgánica. La temperatura óptima de descomposición termofílica tomando en cuenta la producción de CO₂ es de 50 - 60'C, obteniendose resultados desventajosos con temperaturas mayores de 64'C (Viley J. 1957). Esta información no está de acuerdo con otras investigaciones que encontraron que la asimilación de O₂ en una mezcla en fermentación dependia directamente de la temperatura hasta 70'C (Schulze K. L. 1962).

Por otro lado, se ha encontrado tambien que la producción de calor de masas en composteo en la región termofílica presenta un máximo a temperaturas de 60'C (Walker I.K. 1960).

El calentamiento de masas en fermentación por medio de actividad microbiana puede alcanzar una máximo de 76°C en caso de que se tenga suficiente agua para un crecimiento sin limitaciones (Finstein M. S. 1976) y 80°C representa el límite del autocalentamiento de masas orgánicas por causas biológicas.

No obstante a estas temperaturas se realizan reacciones químicas exotérmicas en las masas en fermentación que favorece con calentamientos de las mismas por arriba de los límites biológicos, sobre todo en el caso de tener pilas de dimensiones grandes (Rothbaum H. P. 1963).

HUMEDAD

El contenido de humedad es una variable de operación muy útil pero que no describe el ambiente en que se produce el crecimiento microbiano, por lo que al usarla no se pueden comparar la cantidad de agua disponible para la actividad microbiana en materiales orgánicos diferentes (Finstein M.S. 1976).

La humedad óptima para la fermentación de basura municipal es de 50 - 60% (Poincelot E. P. 1975) pero de 67% en el caso de que tenga más de 40% de papel periódico (Jerris J.S. 1973). En el composteo de pajas de cereales se necesita una humedad de más de 70% (Veader P. C. 1977).

Existe un valor mínimo de la humedad necesaria para producir actividad microbiana, en el caso de basura urbana es cerca de 40% (Poincelot R. P. 1975), en el caso de tener un exceso de humedad, disminuyen los espacios libres en el material y se producirá una fermentación anaerobica.

Debido a que una cierta humedad de cantidad de lípidos se encuentra en estado líquido durante la fase termofílica se ha pensado en sumar ambos términos para obtener la cantidad de líquidos presentes en el material. (Poincelot R. P. 1975).

AEREAACION

Esta tiene 2 finalidades, suministrar el oxígeno y extraer el calor producido.

INFLUENCIA DE FACTORES AMBIENTALES

En este punto se debe tomar en cuenta que las condiciones que favorezcan la propagación vegetativa no son las mismas que favorecen el cambio a la fase reproductiva (fructificación). Los factores más importantes son:

TEMPERATURA

Existe una marcada influencia de la temperatura sobre el desarrollo vegetativo (micelio) de cada hongo, las temperaturas de fructificación de cada hongo son normalmente inferiores a las óptimas para el desarrollo vegetativo del mismo.

CO₂

La cantidad de CO₂ en el ambiente ejerce una influencia selectiva sobre el tipo de organismos presentes y un aumento de la actividad biológica produce un aumento en la concentración de CO₂ en la atmosfera circundante esto es función de la especie y de la cepa en particular. En el caso de Agaricus se encuentra un efecto estimulatorio a una concentración de 0.5%. - C O₂

La tolerancia de altas concentraciones de CO₂ es un fenómeno muy difundido entre los hongos destructores de la madera.

Se sabe que ya al principio del proceso de descomposición, se tiene un aumento de la concentración de CO₂ y disminución de la de oxígeno, no obstante ningún hongo puede crecer anaeróbicamente. Por lo cual se necesita una cierta difusión de oxígeno en el sustrato. Este hecho se puede emplear como un factor para hacer un sustrato selectivo para el cultivo de hongos comestibles, haciendo que su propagación vegetativa se realice en ambientes algo cerrados, lo cual se puede hacer muy fácilmente cubriendo al sustrato con un plástico, etc.

La cantidad de CO_2 (o de algún otro metabolito volátil todavía no identificado, producido simultaneamente con el CO_2) en el medio influye negativamente sobre el proceso de fructificación. La información que se tiene al respecto se restringe a *Agaricus* que para fructificar necesita de concentraciones de CO_2 menores de 0.1%.

P^{H}

Este es un factor determinante para la selectividad del sustrato la mayor parte de los hongos se desarrollan preferentemente dentro de un P^{H} ligeramente ácido. Muchos de los hongos comestibles producen en su propagación en sustrato sólidos metabolitos que tienen a hacer que el P^{H} del sustrato disminuya. Existen excepciones, como es el caso de *Stropharia* que durante su propagación tiende a darle al sustrato un P^{H} básico, lo cual permite a este hongo en cultivos no esteriles reprimir el desarrollo de otros tipos de hongos competitivos y así colonizar el sustrato.

CAMBIOS MICROBIOLÓGICOS DURANTE EL COMPOSTEO

Durante la fermentación de materiales orgánicos se tiene una clara sucesión de poblaciones microbianas (Colucke C. G. 1954) en un principio durante la etapa mezofílica se desarrollan hongos y bacterias productoras de ácido. Al aumentar la temperatura por arriba de 40°C son substituidos por bacterias y hongos termofílicos y actinomicetos. A temperaturas cercanas a 70°C se encuentran principalmente bac-

terias esporulantes. Al disminuir la temperatura reaparecen las bacterias y hongos, mesófilos en esta última etapa se encuentran también protozoarios, nematodos e insectos en el material fermentado.

HONGOS

Durante el calentamiento inicial de la composta se encuentran presentes hongos Saprobios mesófilos, que son substituidos por hongos termofílicos al aumentar la temperatura a 40 - 60°C.

Ambos tipos de hongos son capaces de degradar celulosa y hemicelulosa.

BACTERIAS Y ACTINOMICETOS

Inicialmente se encuentran presentes un gran número de bacterias mesófilas, que se multiplican y producen un aumento de la temperatura, por lo que sus números decrecen a un mínimo al alcanzar temperaturas de 55 a 65°C.

Las bacterias termófilas presentan un desarrollo inverso (Cang Y. 1967). Las bacterias mesófilas consumen durante este tiempo los carbohidratos más fácilmente degradables y producen el aumento inicial de temperatura, mientras que las bacterias termófilas consumen además los lípidos y hemicelulosa, no siendo capaces de atacar lignina y celulosa. (Hankin L. 1976). Los actinomicetos, activos a las temperaturas más altas de esta fase termofílica, son capaces de degradar hemicelulosas y celulosa (Stutzenberg F.J. 1971).

Desde tiempos antiguos, el hombre ha buscado en el mundo vegetal su alimento y cura.

En el pasado las plantas fueron utilizadas enteras y sobre la base de un conocimiento empírico.

Posteriormente el estudio de las plantas se caracterizó por la identificación botánica de las especies consideradas como medicinales, tóxicas o meramente de uso alimenticio.

A partir de entonces se ha puesto atención en la identificación, caracterización y análisis de los principios activos que expliquen las propiedades de las plantas.

Desde la aparición de la humanidad los vegetales han contribuido a facilitar su existencia resolviendo numerosas necesidades.

Esta estrecha relación entre el hombre y los recursos vegetales se ha tratado de explorar a través del tiempo con la influencia modificadora del desarrollo intelectual del hombre, y por tanto de los cambios socioeconómicos y culturales del grupo humano.

CAPITULO IV

CARACTERISTICAS NUTRICIONALES

La parte comestible de los hongos, es el fruto car-
noso de los hongos superiores(Bacidomicetos).

Casi todos los hongos cultivados en los ^{estados} estdos unidos
y en europa contienen 40% de proteína en promedio, conside-
rando que este contenido es muy alto en relación con otros
vegetales, contienen todos los aminoácidos esenciales, así
como todas las vitaminas del complejo B, pero el contenido
de triptofano es muy bajo.

Análisis de hidrolizado de micelio indican la presen-
cia de un mínimo de 14 aminoácidos. En efecto el micelio de
muchos hongos puede madurar sumerjido, recientemente 20 es-
pecies madurarón en esta forma pero solamente dos de ellas;
Agaricus campestris y Lepiota rechodes dieron un sabor agra-
dable.

En el cultivo de hongos, el micelio ofrece una po-
sibilidad para convertir frutos y vegetales atacados por
microorganismos en alimentos nutritivos, en proteína o en
materiales para condimentos.

Ratas alimentadas con hongos, no crecieron adecuada-
mente como las ratas alimentadas con alimento rico en casei-
na, esto pudo haberse debido en parte, a una insuficiencia
de alguno de los aminoácidos esenciales de los hongos o pro-
blemente también al mal sabor de los hongos para las
ratas. (1)

El valor calorico de los alimentos se calcula determinando la cantidad de carbohidratos, grasas y proteinas que contienen ya sea mediante análisis o tablas de composición de alimentos y multiplicando por el factor correspondiente es natural, que un alimento que contiene mucha agua, tiene un valor calórico bajo, mientras que uno rico en grasas tiene un valor calorico alto.

Al freir los alimentos estos, absorven grasa y por tanto aumentan su valor calorico.

Al freir los hongos aumentan la cantidad de calorías por ejemplo de 7 hasta 217 Kcal.

En las determinaciones de valor nutritivo de los hongos comestibles, internacionalmente se especifican aquellos que se consumen más frecuentemente así encontramos un análisis de contenido nutricional para Agaricus campestris (Champiñón)*

(1) Processed Plant. Protein M. Altschul. Dep. of Agriculture, VI. 1958.

* Principaux champignons comestibles. Andre's 1958.

<u>Componente</u>	<u>Hongo (mgm)</u>	<u>Micelio (mgm)</u>
Proteina cruda (NX 6.25)	37.52	35.5
Grasa (Extrac. Eter)	1.81	3.3
Carbohidratos	38.19	48.8
Fibra cruda	10.38	6.92
Cenizas	12.00	4.59
Calcio	0.023	0.12
Fósforo	1.42	1.28
Fierro	0.019	Trazas

En promedio para hongos comestibles y frescos se dan los siguientes datos por 100g de alimento crudo.*

Hongos Promedio	Energía mgm	Prot. mgm	Grasa mgm	Carbo. mgm	Ca mgm
	16	2.4	0.3	4.0	9
P mgm	Fe mgm	Vit. C mgm	Rivoflavina mgm	Niacina mgm	Vit. A mgm
115	1.0	5	0.44	4.9	0

En México se han efectuado estudios sobre el valor nutritivo de los alimentos más comunes en la dieta del mexicano entre estos estudios nutricionales se han estudiado los hongos más comunmente empleados como alimento estos son

* Principaux Champignons comestibles. Andre's 1958.

Ustilago zease (hitlacohe) y Agaricus campestris (champiñón). Pero al mismo tiempo se ha sacado un promedio de valor nutritivo de los hongos más usualmente empleados en alimentación y dentro de este grupo entran los hongos sujetos a estudio en este trabajo.

DATOS ACLARATORIOS:

- 1.- El nombre del alimento anotado corresponde al de mayor uso en el país o en la región en donde se consume. Los valores del contenido de nutrimentos se dan por 100g. de la porción comestible del alimento (peso neto).
- 2.- La porción comestible de los alimentos es muy variable; las cifras anotadas en las tablas son promedios de varias observaciones.
- 3.- Los valores nutritivos anotados corresponden a los del alimento crudo, que casi siempre son diferentes a los del alimento cocinado. Las diferencias principales se deben a modificaciones en la hidratación, ya que algunos alimentos aumentan de peso con la cocción por ejemplo el frijol que lo hace tres veces, pero otros se reducen, como la carne. También hay modificaciones por pérdidas de algunas vitaminas por efecto del calor o de difusión al medio líquido.

DEFINICION DE CONCEPTOS COMUNMENTE USADOS EN NUTRICION

PESO BRUTO es el peso del alimento tal y como se obtiene en el mercado.

PESO NETO es la porción del alimento utilizable, libre de parte no comestibles (o sea sin semillas, huesos, cáscaras, pellejos, etc.)

Para calcular el valor nutritivo de un alimento es necesario primero convertirlo a peso neto, descontando la porción no comestibles o multiplicando el peso bruto por el factor (porción comestible).

La cantidad así obtenida, que es la porción comestible, se multiplica por el valor de cada nutrimento y se divide entre 100, por ejemplo: si se quiere conocer el contenido de ácido ascórbico de un plátano de 180g. primero se le descuenta el peso de la cáscara, si se conoce; si no, se multiplica por 0.68 que es un promedio de la porción comestible; los 122.4 g que resultan es lo conocido como peso neto. Esta cantidad se multiplica por 12, que es el contenido promedio de vitamina C por porción de 100g y se divide entre 100. El resultado es que un plátano de dicho tamaño aporta más o menos 14.7mg de vitamina C.

FACTORES PARA CALCULAR EL VALOR ENERGETICO DE LOS ALIMENTOS

	PROTEINAS	GRASAS	CARBONIDRATOS
HONGOS	2.62	8.37	3.48

VALOR NUTRITIVO DE LOS ALIMENTOS EN 100g DE PESO

	Hongos (Promedio)	Huitlacoche (U. zease)	Champiñón (A. campestris)
Porción			
Comestible	0.85	0.70	1.0
EnergíaKcal	27.00	29.00	37.00
Proteínas (g)	3.20	1.60	4.70
Grasas (g)	0.40	0.40	0.10
Carbohidratos (g)	4.40	6.20	6.90
Calcio (mg)	19.00	6.00	12.00
Fierro (mg)	4.30	1.00	0.70
Tiamina (mg)	0.48	0.07	0.07
Rivoflavina (mg)	0.39	0.26	0.37
Niacina (mg)	3.60	0.70	2.30
Ac. Ascórbico (vit. C)	3.00	4.00	0.00
Retinol	0.00	0.00	0.00

CONTENIDO DE AMINO ACIDOS. g DE AMINOACIDO 100g DE PROTEINA

HONGOS PROMEDIO

Lisina	Isoleucina	Treonina	Valina	Leucina
2.00	4.70	3.60	6.60	3.20
Triptofano	Metionina	Fenilamina		
0.10	0.50	0.40		

Como se puede deducir en las tablas anteriores se ve que los hongos son ricos en la mayoría de los aminoácidos esenciales pero son muy pobres en contenido de triptofano aunque esto de hecho tiene una solución si el alimento se mezcla con otro que sea rico en contenido de triptofano.

Al igual que la mayoría de los alimentos de origen vegetal los hongos contienen un alto porcentaje de agua y solamente un 0.85 es la porción asimilable.

De ahí que tengan que consumirse casi siempre mezclados con otros alimentos para incrementar su valor nutritivo. Esto quizá la gente del campo lo hace por simple intuición tratando de mejorar el aspecto organoléptico del alimento, al adicionar grasa la textura del alimento es más aceptable así como el sabor pero a la vez se ha incrementado el valor calórico del alimento, puesto que la grasa proporciona un mayor número de calorías por gramo de alimento.

En México la dieta diaria de los campesinos la constituye el maíz y el frijol así como chile y solo en contadas ocasiones carne.

En el municipio de Huayacocotla, Ver. La población la constituye una gran mayoría de campesinos los cuales tienen una dieta a base de maíz, frijol, chile, verduras y en muy contadas ocasiones carne.

Por lo tanto podemos deducir que la dieta de esta población es muy pobre en proteína.

Debido a esta carencia proteica en la dieta de esta población. son manifiestas las consecuencias sobre todo en la niñez ya que los niños son muy propensos a enfermedades infecciosas y de tipo viral así como la lentitud en el desarrollo mental, pues se ha demostrado que debido a deficiencias alimenticias, o carencia de los nutrientes necesarios para el desarrollo adecuado, el aprendizaje es lento en esta población infantil.

A través de las instituciones gubernamentales como la SSA el INI, etc. se esta llevando a cabo una campaña tendiente a enseñar a las amas de casa de la región a cambiar aunque solo de manera parcial sus hábitos alimenticios, introduciendo en sus dietas semillas mejoradas, enseñandoles el cultivo de verduras ricas en minerales, vitaminas, etc. Así como el consumo de otros alimentos hasta hace poco tiempo desconocidos en la región como cierto tipo de atoles que proporciona el INI y los desayunos escolares en los cuales se trata de dar una cantidad de proteína con el fin de mejorar la dieta de los menores.

Solo en los meses de lluvia se consumen los hongos y se preparan de una infinidad de maneras tomando en cuenta desde luego la variedad del hongo así como su grado de maduración.

MODO DE PREPARAR LOS HONGOS COMESTIBLES POR LOS CAMPESINOS

Una vez recolectados e identificados los hongos comestibles según su variedad, se procede a prepararlos, generalmente como sopa poniéndolos primeramente en un recipiente con agua, sal hierbas olorosas, ajo y cebolla.

Otras veces se preparan en empanadas y algunas variedades en mole o salsa picante, por ejem: Amanita caesares, (llemas) generalmente se preparan en sopa, (una vez recolectados los hongos se hierven con agua sal, ajo, si el ajo se pone negro se deberá a que el hongo ya esta en un proceso de descomposición por acción de la putrecina la cual es una substancia tóxica, de la cual se hablará posteriormente, o también que el hongo esta contaminado con hongos parasitos que crecen en este hongo por lo que no será conveniente comerlos.

También se acostumbra poner una moneda de cobre muy bien lavada, si esta se pone de color verdoso o café muy oscuro tampoco será conveniente comer estos hongos, puesto que estarán presentes compuestos tóxicos los cuales son so-

lubles en agua y por tanto al ponerse en contacto con el metal lo oxidan.

Una vez que los hongos han pasado esta prueba, se frie en aceite y cebolla y se adisiona a la sopa, juntamente se adiciona una rama de epazote con la finalidad de dar un sabor mas agradable.

Las otras variedades de hongos tambien se cocinan de la misma manera, es decir primero cociéndolos con ajo o cobre, y posteriormente se guisan de la manera más adecuada al gusto de la persona, algunas veces se preparan cremas, como el caso de Agaricus campestris (hongo de ~~san~~ Juan o champiñones). Los hongos se muelen una vez que se han cocido adisionando cebolla y ajo molido y algunas veces también jitomate molido.

Lactarius deliciosus (hongo de ocote) generalmente se consume en empanadas (tortillas de maíz rellenas con hongo finamente picado y sasonado en manteca de cerdo o aceite con cebolla y ajo, algunas veces epazote o chile picado)

Ustilago zease (huitlacoche) se consume preparado de la misma forma que el anterior solo que a este no se le hacen las pruebas de ajo y cobre como en casos anteriores puesto que se considera de ante mano que este hongo es totalmente inofensivo aunque si se han presentado casos de intoxicación

Lactarius deliciosus

Hongos anaranjado-amarillos, con zonas concéntricas gris plateados en el sombrero. Latex anaranjado. Sombrero de 4 a 8 cms. de diámetro. Se manchan notoriamente de verde en todas sus partes. Su carne tiene sabor agradable no acre. Crecen exclusivamente en bosques de pinos (frecuentemente son atacados por otros hongos de color anaranjado). *Hypomyces lactifluorum* o de color café, *Hypomyces macrosporus*, los cuales cubren totalmente al *Lactarius*, dándole a las láminas un aspecto venoso por lo que éstas no se ven bien definidas y semejan a un *Cantharellus*.

Cantharellus cibarius

Sombrero, venaciones y pie anaranjados, hongos con olor a durazno (aunque muy ligero), con las venaciones más formadas que las láminas. Sombrero liso, en forma de embudo de 3 a 6 cms. de diámetro. Crecen en el suelo en bosques de pinos.

Laccaria laccata

Láminas de color rosa violáceo a gris violáceo, adheridas al pie, sombrero de 2 a 5cms. de diámetro. Liso a finamente granuloso o agrietado con la edad, no estriado, no viscoso, de color rosa amarillento, rosa guinda o purpúreo a amarillento purpúreo-violáceo. Pie del color del sombrero o más violáceo, con escamas a la vez que fibriloso-estriado, ligeramente sinuoso y más ancho en la parte inferior. Crecen en el suelo, en forma gregaria, en bosques de pinos.

CAPITULO V

CARACTERISTICAS TOXICOLOGICAS

El único medio de apreciar las cualidades buenas o malas de los hongos, consiste en conocer perfectamente los caracteres distintos de la especie a que pertenecen y saber de este modo si la especie es comestible o no.

Son frecuentes, los casos de envenenamiento por hongos cuya gravedad, depende de la mayor o menor toxicidad de la especie, tambien depende de la edad y el temperamento de las personas, del modo de preparación y de la cantidad ingerida.

Hay algunos hongos que tomados en cantidades considerables no producen mas que pesades y malestar, y otros ingeridos en pequeñas cantidades, ocasionan a todo lo largo del tubo digestivo una irritación violenta y una inflamación que degenera en gangrena.

Se han preconizado diferentes procedimientos para quitar la toxicidad a los hongos venenosos. Unos cre^{en} que es un buen sistema espolvorearlós con sal y prensarlos ligeramente, pero en Rusia, donde para la preservación de las setas se usa la sal de cocina no ha producido resultado como lo prueba la muerte de infinidad de personas que consumen estos hongos.

Las propiedades tóxicas de algunas variedades sólo son hijas del clima o de la localidad de donde proceden, así por ejemplo hongos con alto contenido de sustancias tóxicas, son

comestibles en algunas regiones y en otras son muy venenosos de tal manera que con una pequeña porción de estos hongos se podría envenenar todo un pueblo.

Esto se debe según los químicos que han extraído los principios activos de los hongos comestibles y venenosos, a que la proporción de estos principios puede variar considerablemente en ejemplares de la misma especie.

Además, muchas de las especies venenosas de los hongos se alteran con gran facilidad, y es probable que algunas no existan más que en un período corto de la vida del hongo y otros se desarrollen cuando el hongo comienza a descomponerse, (putrecina).

Por fin hay que tener en cuenta, cuando se trata de la toxicidad de un hongo, si fué comido fresco o seco y la preparación culinaria que haya sufrido. Existe una preparación que practicamente hace inofensivos a todos los hongos que consiste en macerarlos durante muchas horas en agua con un poco de sal marina o de vinagre, lavarlos luego, hacerlos hervir en agua y lavarlos de nuevo, pero priva a los vegetales de su sabor y aroma.

*para q' se destruya los sust
toxicos*

Gerard, que fúe quien dió a conocer este procedimiento ha demostrado su eficacia comiendo durante muchos meses, hongos de los más venenosos, preparados como hemos dicho antes.

Los principales compuestos tóxicos en los diferentes géneros de hongos comestibles generalmente se encuentran en una mínima cantidad por lo que resulta muy difícil poderlos identificar.

Los hongos comestibles contienen los mismos compuestos tóxicos, y en muchos casos se denomina el compuesto tóxico tomado en cuenta el nombre de la planta de donde se ha extraído por primera vez, por ejemplo (Agaritina se identificó en hongos del género Agaricaseae), aunque no solamente en este género se encuentra presente puesto que se puede encontrar también dentro del género Amanitae, por lo tanto en cada caso se especificará en que género de hongos se puede encontrar presente un determinado compuesto tóxico.

Las identificaciones de compuestos tóxicos en hongos comestibles, han sido efectuadas en países extranjeros, como los EUA, Francia, Alemania, Japón. Y los hongos sujetos a estudio provienen en su mayoría de regiones en las cuales las condiciones de climatología son muy similares así como las condiciones ecológicas, (flora, nutrientes del suelo) y tomando en consideración por la información recopilada que las condiciones climáticas, así como los nutrientes del suelo y edad del mismo, etc. Son esenciales para el desarrollo de los diferentes géneros de hongos. Haciendo una comparación de estas condiciones se ha llegado a determinar el tipo de sustancia tóxica presente en estas especies de hongos así como los efectos de dichas sustancias tóxicas en hongos comestibles.

NOTA.- La determinación de las sustancias tóxicas que contienen los hongos comestibles, así como la eliminación de estos compuestos tóxicos, se ha efectuado en relación a estudios bibliográficos y tomando en cuenta únicamente en cuanto a la identificación de los compuestos tóxicos las técnicas más fácilmente aplicables y comunes.

Con perspectivas a efectuar la determinación de compuestos tóxicos en un futuro inmediato, sometiendo los hongos comestibles a que se producen en el municipio de Huayacocotla, Ver., a un estudio experimental exhaustivo.

PRINCIPIOS ACTIVOS TOXICOS

PRINCIPIO ACTIVO TOXICO	HONGO EN QUE SE ENCUENTRA
AGARITINA	<u>AGARICUS CAMPESTRIS</u> <u>AMANITA CAESAREAE</u> <u>AMANITA FULVA</u>
AGARIN	<u>AGARICUS CAMPESTRIS</u> <u>AMANITA CAESAREAE</u> <u>CANTHARELLUS CIBARIUS</u> <u>BOLETUS EDULIS</u> <u>LACTARIUS DELICIOSUS</u>
BUFOTENINA	<u>AMANITA FULVA</u> <u>AGARICUS CAMPESTRIS</u>
PUTRCINA	PRESENTE EN TODOS LOS GENEROS DE HONGOS
NEBULARINA	<u>BOLETUS EDULIS</u> <u>AGARICUS CAMPESTRIS</u>
ACIDO IBOTENICO	<u>AGARICUS CAMPESTRIS</u>
ACIDO USTILAGICO	<u>USTILAGO ZEAE</u>
USTILAGININA	<u>USTILAGO ZEAE O MAYDIS</u>

todo

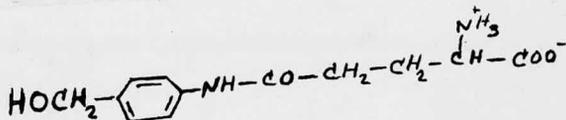
Se mencionan diferentes métodos químicos para la identificación de estos principios tóxicos, los cuales se irán describiendo en cada uno de los compuestos tóxicos descritos a continuación.

PRINCIPALES COMPUESTOS TOXICOS

Nombre	Fórmula	P.M.
<u>AGARITINA</u>	$C_{12}H_{17}N_3O_4$	267.29

Composición

%N	15.72
%O	23.94
%C	53.92
%H	6.41



L-Ac. Glutámico-5-(-2-(-4-Hidroximetil)fenil(hidrazida)O
tambien:

B-N(r-1(+)-glutamil)-4-Hidroximetilfenil,Hidrazina.

Compuesto considerado derivado del ácido glutámico, presente en Agaricus campestris, se encuentra en mayor concentración en hongos jóvenes disminuyendo la concentración a medida que el hongo envejece. Componente de gomas vegetales.

Extracción

Se extrae de hongos tiernos con solución alcalina ($Ca(OH)_2$) macerando los hongos con esta solución alcalina, y posteriormente se filtra la mezcla, procediendo a cristalizar en frío, adicionando gotas de alcohol etílico.

Identificación

RMN del espectro de Agaritina indica la presencia de una cadena de benceno P-distribuida con un grupo $-CH_2OH$ como uno de los substituyentes.

De acuerdo al R.M.N. y la estructura propuesta, la oxidación de Agaritina con cloruro férrico, produce ácido-glutámico y alcohol bencilico con la concomitante evolución del nitrógeno.

AGARITINA es estable a PH cercano a neutro.

Para oxidación de agaritina con cloruro férrico se preparan: 404mg de agartina en 100 ml de agua destilada a 38'c se añade una solución de cloruro férrico al 20% lentamente y gota a gota, se observa que el nitrogeno evoluciona rapidamente y a los 3.5 ml de Sal. Fecl₃ adisionado a la evolución nitrogeno ha cesado completamente. La solución se extrae con 3 porciones de 10 ml. de benceno. Por medio de una cromatografía de gases se puede determinar la presencia de alcohol bencilico.

Identificación colorimetrica. Los cristales coloridos de agaritina son solubles en alcohol diluido dando un u.v. Mas en agua, 237.5 a 280 n m (a 1,200).

()²⁵_D 7(c=0.8)

Agaritina es muy soluble en agua, prácticamente insoluble en los más usuales solventes orgánicos anhidros. PK_a en agua 3.4 y 8.86.

EFFECTOS TOXICOLOGICOS

Por ser un compuesto de gomas vegetales no es fácilmente absorbido, ocasionalmente provoca alergia, diarrea y flatulencia.

ELIMINACION

Se puede eliminar fácilmente en la cocción de los hongos, debido a su alta solubilidad PK_a de 3.4 y 8.86, si la primera agua de cocción se elimina juntamente se puede eliminar la agaritina.

(Se encuentra presente en mínima cantidad en todos los géneros de hongos comestibles).

Nombre	Fórmula	P.M.
AGARIN	$C_4H_6H_2O_2$	114.11

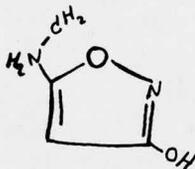
Composición

%N 24.55

%C 42.10

%O 28.05

%H 5.30



5-(Aminometil)-3-isoxazol

o tambien

5-(Aminometil-3-hidroxi isoxazol.

Substancia presente en todos los hongos comestibles en mínima cantidad, en mayor contenido se le encuentra en gé-

nero Amanitae y en género Agaricus. (Amanita Caesarea, Agaricus campestris, Cantharellus cibarius, Boletus edulis, Lactarius deliciosus.)

Extracción

Se extrae de hongos tiernos con solución alcalina, soluble en agua, fácilmente cristalizable en alcohol.

Identificación

Estructura idéntica a la de sustancia usada como insecticidas, cristales P.F. 175'LD₅₀ en ratones 3.8mg/Kg S.C, siendo esta la forma más común, empleada en su identificación es decir por su estructura y su grado de toxicidad.

Efecto Toxicológico

Actúa sobre sistema nervioso central, parálisis de miembros, LD₅₀ en ratas 3.8mg/Kg S.c., 2.5mg/Kg I.P. en ratas. se puede emplear como sedante (45mg/Kg vía oral).

Eliminación

Fácilmente eliminable en la primera cocción, por ser muy soluble en agua.

Nombre	Fórmula	P.M.
Bufotenina	$C_{12}H_{16}N_2O$	204.28

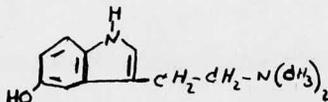
Composición

%C 70.56

%H 7.90

%O 7.83

%N 13.72



3-(-2-dimetilamino)etil)-1H-indol-5-ol

o bien

3-(-2-dimetilamino etil)-5-indolol

5-Hidroxí-n-dimetiltriptamina

Se encuentra presente en plantas y animales (veneno se sapos) en hongos se encuentra en el género Amanitae, Agaricae, principalmente se ha extraído de Amanita Fulva, Caesarea y Agaricus campestris.

Extracción

Se extrae con solventes orgánicos (acetato de etilo), Alcohol, de una solución alcalina, de hongos muy jóvenes.

Identificación

Insoluble en agua, soluble en alcohol, poco soluble en ete]soluble en dilución ácido-base.

Cristales amarillos de monopicrato cambian a rojo, modificación de 120° a 140°C y punto de fusión 179-180°.

Dipicrato cristales rojos en metanol punto de fusión 176-177°C.

Prueba de color; ácido sulfúrico-test formaldehído color café con molibdato de amonio de azul-verde-amarillo (sensibilidad 0.1 mmg).

Efecto toxicológico

La **Bufotonina** tiene efectos alucinogénos similar a la dimetiltriptamina cuando se administra por inyección intravenosa en dosis de 8 a 70mg. se ha reportado que en dosis de más de 20mg y **50mg por ingestión oral no produce efecto alucinogéno.**

Eliminación

Este se puede eliminar añadiendo a los hongos cocinados un poco de alcohol para solubilizarlo y posteriormente colar los hongos y se procede a prepararlos de la manera más adecuada.

También se puede eliminar si se añade un poco de vinagre a la sopa de hongos, y se elimina la primera agua, debido a que es soluble en dilución ácida, fácilmente se puede eliminar.

Nombre	Fórmula	P.M.
Putrecina	$H_2N.(CH_2)_4.NH_2$	88.2
Tetrametilendiamina.		

Este compuesto se forma durante la putrefacción por descarboxilación bacteriana de lisina y puede sufrir aminación para producir amonio y aldehído. Presente en todos los hongos comestibles, sobre todo cuando ya están en proceso de descomposición.

Extracción

La putrecina es muy soluble en agua y no es usual encontrarla en extractos tóxicos, pero si se encuentra en gran cantidad puede ser extraída con cloroformo.

Identificación

Prueba para cristales: micro, ácido picrico-sensibilidad de 1 en 1,000; solución de yoduro de platino.

Cromatografía en papel, las manchas se revelan con yodoplatinato; color blanco, con spray de bromocresol, verde la reacción es muy débil.

Sistema Thin Layer- R_f 0.02 con spray acidificado de yodoplatinato da reacción positiva.

Efecto toxicológico

Cuando el hongo esta en un estado de descomposición avanzado se encuentran presentes grandes cantidades de putre-cina y por tanto provocan una intoxicación a nivel intestinal, provocando mala digestión dolor de estomago, nauseas, vomito y diarrea.

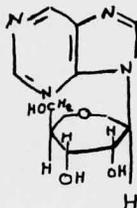
Eliminación

Por ser muy soluble en agua se puede eliminar en la cocción pero, lo más eficiente es no comer los hongos que den muestras muy claras de descomposición, esto se puede ver de manera directa si el hongo presenta olor a podredumbre o esta con una consistencia muy viscosa, por tanto es muy fácil eliminarla.

Nombre	Fórmula	P.M.
Nebularina	$C_{10}H_{12}N_4O_4$	252.24

Composición

%C	47.62
%H	4.80
%O	22.22
%N	25.37



Extracción

Este compuesto se extrajo por primera vez del hongo Clitocibe Nebularis de donde proviene su nombre (agua-butanol).



Identificación

Son pequeños cristales rombohédricos en etil metil cetona y metanol P.F. 181-182' innecesario metanol 182-183'.

$(\alpha)^{25} -48.6(H_2O)$ u.v. Max (0.1N Hcl) 262 n m. $(E_{1cm}^{1\%} 232)$

y con (0.1N N_aOH) 263 n m. $(E_{1cm}^{1\%} 361)$ (Método colorimétrico)

Considerablemente soluble en agua (10%), ligeramente soluble en etanol frío, muy soluble en acetona, eter, cloroforno.

Coefficiente de partición butanol-agua es de 0.42, la sol. acuosa puede ser esterilizada por ebullición sin descomponerse.

Efecto toxicológico

Cuando se hacen pruebas de cultivo de tejidos, la nebularina retarda fuertemente el crecimiento celular de piel de los embriones de ratones.

A altas diluciones hay una actividad preferencial contra células cancerosas. LD_{50}^0 S.C. en ratas y cerdos de guinea.

Eliminación

Este compuesto no es fácilmente eliminable sobre todo porque no es totalmente soluble en agua y además por soportar elevadas temperaturas sin que se descomponga.

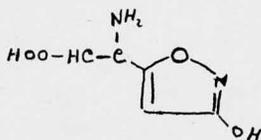
Solamente se han encontrado pequeñísimas cantidades en hongos del género Agaricus, variedades campestris y Bisporus.

Por lo tanto no es fácil encontrarlo en los demás géneros de hongos comestibles. Esto por tanto libera de peligro de sufrir intoxicaciones por consumir hongos que contengan este compuesto tóxico además en caso de que este presente en Agaricus campestris la cantidad es tan pequeña que practicamente no presenta efectos demostrables de intoxicación.

Nombre	Fórmula	P.M.
Acido Ibotenico	$C_5H_6N_2O_4$	158.12

Composición

%C	37.96
%H	3.83
%O	40.48
%N	17.71



-amino-3-hidroxi-5-isoxazol, del ácido acético
amino-(3-hidroxi-5-isoxazolil) del ácido acético

Substancia presente en hongos del género Agaricus.

Extracción

Se extrae de hongos del género Agaricus con agua ó metanol formando cristales los cuales tienen un punto de fusión de 151'-152' (anhidro) y de 144-146' (monohidratado).

Identificación

Una vez que se han extraído los cristales se procede a determinar el punto de fusión o también se pueden hacer pruebas de toxicidad aplicandolo a ratas o caballos para

observar sus efectos y de esta manera identificarlo. Con los puntos de fusión podemos observar de que tipo de ácido ibotenico se trata y al mismo tiempo podemos determinar el grado de pureza.

Efecto toxicológico

LD₅₀ en ratones y ratas va de 15 a 42mg/Kg intravenosa y de 38 a 129mg/Kg via oral.

Se ha usado como anestésico potencial, para inhibir temblor o evitarlo.

Eliminación

Se elimina fácilmente en agua en la primera cocción de los hongos quedando libres si se deshecha la primera agua. (No se toma este caldo).

Nombre	Fórmula	P.M.
Acido Istilagico	$C_{37}H_{62}O_{17}$	780

Extracción

Se extrae del hongo del maíz Ustilago zaeae, es una sustancia de carácter antibiotico. (se puede extraer con eter o cloroformo).

Identificación

Se forman cristales en eter o metanol cuyo punto de fusión es de 146'-147'.

Muy soluble en metanol, piridina, 2,4-butanodiol, 1,2-propanodiol, es insoluble en agua, glicerol, acetato de etilo, benceno, eter de petróleo, poco soluble en etanol, butanol y acetona. Por tanto esta sustancia una vez que la hemos aislado la podemos identificar fácilmente por pruebas de solubilidad y también determinando su punto de fusión.

Eliminación

No se puede eliminar fácilmente por acción del calor sobre todo en la cocción pero como siempre se encuentra en el hongo Ustilago zaeae, no presenta mayor peligro en la ingestión de otros géneros de hongos, sin embargo, en la etapa de mayor estado de madures del hongo es cuando dicha substancia esta en mayor cantidad, y fácilmente es distinguible, el grado de desarrollo de un hongo por los conocedores, por tanto se debe evitar consumir hongos muy maduros; esta es la única manera de eliminar los peligros de intoxicación.

Toxicidad

Es practicamente inefectivo en conejos y ratones, sin embargo, la Ustilaginina, toxina del UstilagoMaydis o zaeae se puede usar y de hecho la usan los negros en práctica de aborto.

A medida que hemos ido describiendo cada uno de los principios activos que contienen los hongos comestibles, se ha hablado de algunas formas para eliminar estos compuestos tóxicos, de tal suerte que el alimento quede así apto para ser consumido por el hombre.

La mayoría de los procesos de eliminación de las sustancias tóxicas tienen como fundamento su solubilidad en agua, ya que esta sustancia (agua), es la base en la preparación de la mayoría de los alimentos.

Uno de los métodos más efectivos en la eliminación de compuestos tóxicos que pudiera contener un hongo es: remojar los hongos en una sol. salina (agua y sal de mar) o vinagre posteriormente lavarlos, enseguida hervirlos en agua, y lavarlos de nuevo con agua sola.

Esto tiene como ventaja el que siendo la mayoría de los compuestos tóxicos solubles en agua se pueden eliminar completamente, además por acción del calor muchos de ellos se pueden degradar de tal manera que se eliminan, transformándose en sustancias inofensivas.

La desventaja es que este procedimiento priva a los vegetales de su sabor y aroma, aunque esto tiene remedio si se aderezan adecuadamente, con hierbas de olor, etc.

Este método puede ser aplicable en la preparación de hongos comestibles, no importando el estado de maduración de los hongos, aunque desde luego se deben deshechar los hongos en los que se note un abanzado estado de descomposición.

Este es hasta el presente el método más adecuado para eliminar a los compuestos tóxicos que se encuentran presentes en los hongos comestibles.

Existen otros métodos para eliminar los compuestos tóxicos de los hongos comestibles, tales como el salado, incluso para preservarlos durante un determinado tiempo, pero estos procedimientos no se consideran seguros, debido a la gran cantidad de intoxicaciones que se han dado sobre todo en aquellos países donde se consumen en grandes cantidades, como Japón y Rusia.

La adición de compuestos químicos no es frecuente y solo se ha aplicado en el procesamiento de hongos muy comerciales como es el caso de Agaricus campestris, en el enlatado del mismo, pero solo como saborizantes de tipo glutamatos o conservadores, pero estas sustancias no eliminan los compuestos tóxicos, solo ayudan a mejorar las características organolépticas del producto, mismas que se han mermado en el proceso de preparación del alimento.

DATOS ACLARATORIOS DE LAS ABREVIACIONES EMPLEADAS EN LA
TOXICOLOGIA

mg.	miligramos
Kg	kilogramos
i.p.	intraperitoneal
i.v.	intravenoso
R.M.N.	Resonancia Magnética Nuclear
LD	Dosis Letal
S C	Sistema Central
N	Normal
n m	Nanometros
u.v.	ultravioleta
Max	Máximo
E	Energía

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

Debido a la alimentación deficiente de la población del municipio de Huayacocotla, Ver., es conveniente efectuar estudios sobre la cantidad de nutrientes que la población injiere en su dieta diaria con el fin de mejorarla y de esta manera acelerar el desarrollo de la región, por lo cuál se propone en este trabajo primeramente domesticar las especies silvestres de hongos comestibles de tal manera que se pueda mejorar el hongo y de esta manera incrementar su producción no solo la época del año en que crecen de manera natural sino durante la mayor parte del año, esto traería como consecuencia, una ocupación más para el campesino del lugar y por ende un incremento en las percepciones salariales, de esta manera un incremento en su nivel económico, y lógicamente una fuente de nutrientes naturales y baratos, (los hongos comestibles).

Desde luego, se debe tratar de educar al campesino en la conveniencia del cultivo de estas especies de hongos, así como de su utilidad, pues en la región se cuenta con la materia prima para iniciar este trabajo, terreno en abundancia, bosque, condiciones nutricionales de los suelos, climatología adecuada, etc., con lo cuál resultará muy fácil el desarrollo de esta técnica de cultivo.

Al mismo tiempo mejorar las características rústicas de conocimiento en la identificación de hongos comestibles que el campesino ha heredado en generaciones. De esta manera se evitará que haya accidentes por el consumo muchas veces indiscriminado de hongos.

Ya que se deben consumir los hongos comestibles en la etapa adecuada es decir (etapa de madurez total) y de ninguna manera en una etapa de inicio de crecimiento (hongo muy tierno) o por el contrario en una etapa de descomposición del hongo, con esto se puede evitar de una manera total la presencia de compuestos tóxicos en los hongos comestibles y por tanto consumirse sin peligro de sufrir una intoxicación, evitándose también el efectuar pruebas posteriores a la recolección como la del cobre o el ajo, o también, vinagre, vino, eliminar la primera agua de cocción, etc., puesto que con estas técnicas por muy efectivas que sean no se deja de estar exento de peligro de una manera total.

Se considera de gran interés el que la población se acostumbre a consumir alimentos variados y de preferencia nutritivos, sobre todo en los lugares en donde se sabe de antemano que la dieta es pobre en nutrientes necesarios para el desarrollo de los pueblos.

Han sido muy pocos los accidentes sufridos por los campesinos debido a ingestión de hongos comestibles generalmente han sido intoxicaciones muy leves, diarreas, vomito, y esto básicamente se ha debido, a ingestión de los hongos en una etapa que no es la adecuada para consumirlos.

Cuando ha habido un accidente de consecuencias graves se ha debido a que han sido ingeridos hongos, en un estado avanzado de descomposición o bien a que han sido consumidos hongos comestibles mezclados con hongos venenosos sobre todo los que más se confunden son: Amanita caesarea, y Amanita muscaria, como se sabe las dos pertenecen al mismo género pero la segunda es venenosa, por tanto al comerlas mezcladas las consecuencias son fatales, puesto que la Amanita muscaria es uno de los más venenosos.

Por tanto deberá tenerse sumo cuidado en no consumir los hongos cuando esten mezclados con otras especies que pueden ser venenosas.

Teniendo cuidado en la selección de la etapa de maduración de los hongos estos se pueden transportar al mercado listos para ser distribuidos, por su sabor delicado y su fácil preparación, los hongos son considerados por los mismos campesinos del lugar un platillo de lujo, y es muy apreciada la recolección de los mismos así como elevado el precio que alcanzan en el mercado, esto se debe a que es un producto que no se logra todo el año a excepción del Agaricus

campestris (champiñón). El cual inclusive se prepara industrialmente, y se cultiva todo el año en invernaderos.

Sería de gran interés para el campesino del lugar si se pudiera llevar a cabo un proyecto de domesticación y cultivo a gran escala de los hongos silvestres comestibles puesto que esto traería como consecuencia una mejoría en la situación actual de los campesinos.

BIBLIOGRAFIA

1.- Gastón Guzmán

Identificación de los hongos comestibles y venenosos.

Primera edición

Ed-Limusa, S.A.

México, D.F.

pp. 7,9, 15-19,28-34,412-4122:1979.

2.- Pio Arias C.

Plantas que curan y plantas que matan

Primera Edición

Ed-libro perfecto, S.A.

México, D.F.

pp 262-264; 1950.

3.- Instituto Nacional de la Nutrición

Publicación de la división de Nutrición

-L-12,

Séptima Edición

México, D.F.

pp. 2-3, 20, 11; 1977.

4.- F. Andrés

Principaux Champignons Comestibles

Ed-Mol.

Paris, Fra.

pp. 242-249, 1958.

5.- B.S. Meyer y D. B. Anderson

Plant Physiology

Ed-Van Nostrand

N.Y. EUA

pp. 22-45; 1955.

6.- Kenji Uraguchi & Mikio Yamasaki

Toxicology Biochemistry and Pathology of Mycotoxins

Ed- A. Halsted Press Book

N.Y. USA

43-56, 78-117, 1977.

7.- Hajima Iwamura and Takeshi Hashizume

Facile Synthesis of Nebularine and its analogs by
modified fusion procedures.

Department of food Science and tecnology,

Kyoto University

Kyoto, Japan

J. Org. Chem. 33, 1976;1968.

8.- J. N. Coker, W. L. Kohlhasse, M. Fields.

Synthesis and Resolution of Tryptophan

J. Org. Chem. 27, 8550; 1962.

- 9.- R. B. Kelly, E. G. Daniels and J. W. Hinman
Agaritine: Isolation, Degradation, and Synthesis
Research Laboratories of the Upjohn Company
Kalamazoo, Michigan
J. Org. Chem. 27, 3229; 1962.
- 10.- H. Faulstich and M. Cochet-Meilhac
Amatoxins in edible Mushrooms
Fed. Eur. Biochem. Soc. 64, 73-75: 1976
- 11.- Manuel Rojas Garcidueñas
Aplicaciones de las auxinas en la agricultura
Primera Edición
Ed. Limusa, S.A.
México, D.F.
pp. 183 a la 188 1972.
- 12.- Nakamura I.
Improvised synthesis of Agarin
Chem. Pharm. Bull. 19, 46; 1971.
- 13.- Merck Index
1977.

14.- María de los Angeles Cárdenas Ortíz

Integración territorial de la sierra de Huayacocotla, Ver.

Tesis profesional

pp. 1 a la 10; 1971.

15.- Arturo Gómez, Alfredo Barrera, Gonzalo Halffter

Unidad, Diversidad y Continuidad de los seres vivos

Cuarta edición

Cía. Editorial Continental, S.A.

México, D.F.

pp. 290 a la 296; 1973.

16.- Kenji Uraguchi & Mikio Yamasaki

Toxicology Biochemistry and ~~Pathology~~ of Mycotoxins

Primera Edición

pathology

Ed. Mac. Graw

México, D.F.

pp. 220-223, 250, 255, 260 y 265.