AHUMADO

El ahumado es una de las técnicas más viejas de conservación de alimentos, donde se obtiene un producto con sabor, olor y color aceptable para el consumidor. Estas características son proporcionadas por los componentes presentes en el humo. Dichos componentes que se aplican al alimento son agentes multifuncionales; actúan como factores saborizantes, bacteriostáticos y antioxidativos. Las concentraciones en las que se presentan las propiedades bacteriostáticas y de antioxidación son prácticamente limitadas para los niveles en los cuales son aceptables para su efecto saborizante (Barylko-Pikielna, 1977).

Efecto Bacteriostático

El efecto bacteriostático del ahumado fué observado por Shewan en 1949 en productos marinos. El porcentaje de crecimiento de la población bacteriana durante el almacenamiento fué comparado con productos ahumados y sin ahumar, mostrándose un efecto bacteriostático más bajo en este último (Barylko-Pikiena, 1977).

Se ha establecido que las fracciones fenólicas del humo poseen la más alta capacidad inhibitoria. Dentro de estas fracciones, los fenoles de más bajo punto de ebullición son más activos. Otras fracciones como los terpenos no muestran efecto antibacterial. Existen algunas indicaciones de que la fracción de terpenos no es solamente inactiva bacteriostáticamente, sino que actúa como antagonista para la fracción fenólica, dejando a éste con un efecto bacteriostático más bajo (Barylko-Pikielna, 1977). Es por esto que una de las propiedades más importantes del humo es su efecto sobre la población bacteriana (Coronel-Quintana, 1983) ya que cuando este se deposita en la superficie del producto, penetran sus sustancias desinfectantes al tejido de la carne (Paltrinieri, 1988). Además la eliminación de humedad de la superficie de la carne durante el ahumado también retarda y reduce el crecimiento bacteriano (Barylko-Pikielna, 1977; Desrosier, 1989).

Efecto Antioxidativo

El fenómeno de actividad antioxidativa del humo de la madera se observó primeramente en 1933 por Lea en sus experimentos clásicos de ahumado y sin ahumar. Se mostró una vez más que la fracción fenólica es la principal responsable para el efecto de actividad antioxidante. Una fracción de estos fenoles de más alto punto de ebullición son de alto efecto inhibitorio en la formación de peróxidos (Barylko-Pikielna, 1977).

En una investigación extensiva por Tilgner y Daun, se observó que en la fase dispersa del humo generado por encima de un porcentaje de los parámetros de la pirólisis, temperatura de oxidación y suministro de aire, se manifestó un fuerte efecto en la actividad antioxidante, mientras que en la fase de vapor no se tuvo propiedades en la actividad antioxidante (Barylko-Pikielna, 1977).

Mientras en más alimentos sea aplicado el proceso de ahumadocurado, sobre todo en aquéllos que contienen alto porcentaje de grasa, se podrá demostrar la importancia de la actividad antioxidativa de los componentes del humo para prolongar su vida de anaquel (Barylko-Pikielna, 1977).

Historia del Ahumado

No se sabe a ciencia cierta como, ni quien inició el proceso de ahumado. Se sabe solamente por registros históricos y antropológicos que el hombre prehistórico fue el que inició esta práctica. Pero, como casi todos los métodos de conservación, no se sabia el porque de su acción conservadora. Se sabe que se inició primeramente con el proceso de salado de carnes para aumentar su vida comestible, y tal vez por equivocación o por error, se dieron cuenta que al ahumar un producto ya salado aumentaba aun más su vida comestible (Tornez 1972).

En la región de Crasovia, se ha encontrado la cámara de ahumado más antigua. Se ha descubierto una colonia de la edad de piedra, que los arqueólogos sitúan en una época de hace 90,000 años. Ahí se encontró un hogar, cuya disposición hace suponer que fue utilizado como ahumadero. Parece ser que el tratamiento de los alimentos con el humo fue una práctica tan corriente que no merecía la pena legar a la posteridad ningún testimonio especial sobre él. Así se comprende que apenas se haya encontrado algún texto acerca del ahumado (Figura 1) (Möhler, 1984).

Las investigaciones describen viviendas en las que el hogar tenía siempre una instalación central, donde el humo salía hacia arriba; bajo el caballete del tejado estaban colgadas las piezas de carne, expuestas a su acción sin control de ninguna clase. El caballete servía de ahumadero y de cámara de conservación al mismo tiempo (Möhler, 1984).

Los datos bien documentados sobre el proceso de ahumado datan de la Edad media, donde se hizo popular el arenque rojo, que consistía en ahumar por varias semanas al mismo.

A partir de entonces la tecnología del ahumado ha variado mucho. Hoy en día no se prefieren los productos fuertemente ahumados ni salados, sino solamente que presenten el sabor, el olor y la textura característica de los productos ahumados.

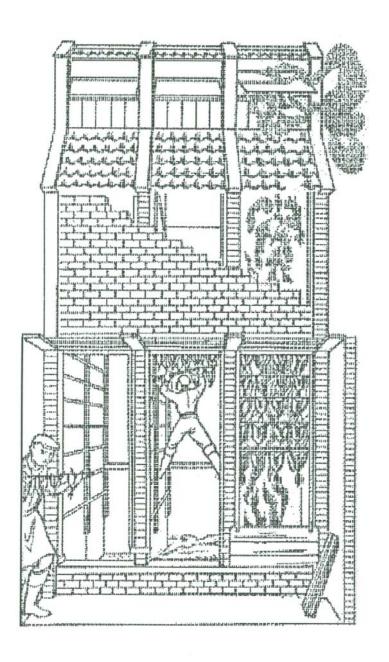


FIgura 1. Ahumdor tradicional con chimenea de piedra o chapa de hierro. (Fuente: Burguess, 1987; Rodriguez, 1984)

A pesar de que las condiciones del ahumado de productos ya no son tan drásticas se siguen teniendo productos, que al combinarlos con otro método de conservación, presentan una vida comestible más amplia (Möhler,1984).

El desarollo de los métodos modernos del ahumado empieza hacia el final del siglo XIX y está relacionado estrechamente con los progresos de la técnica, aunque los principios han cambiado un poco.

Las modernas instalaciones para ahumado son aisladas, selladas herméticamente y cuentan con controles termostáticos, el humo se genera por un aparato que quema aserrín o astillas de madera (Figura.2). (Desrosier, 1989; Hollenbeck, 1976).

La mayor parte de los datos sobre el ahumado que constan en los libros de cocina, corresponden a la edad media. Los más conocidos en el idioma alemán proceden del cocinero electoral de Maguncia M. Marxen Rumpolt (1581).

Antes de someter un pescado al proceso de ahumado se deben considerar algunos aspectos como la calidad y la especie de pescado que se va a ahumar.

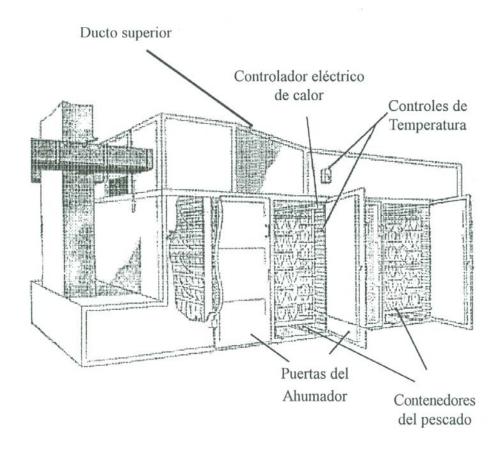


Figura 2. Cámara de ahumado con controles termostáticos. (Fuente: Burguess, 1987; Rodriguez y González, 1984)

El Pescado Para Ahumar

Actualmente la importancia del proceso de ahumado es como un medio de proporcionar al pescado un olor y sabor especialmente atractivos. Pero esto no significa que el ahumado pueda usarse para "mejorar" el pescado que no es totalmente fresco, intentando enmascarar el sabor y olor del pescado deteriorado. Son tales intentos los que han dañado la reputación del pescado ahumado, además que en ocasiones se emplea materia prima que no es la más adecuada para este proceso (Tornez, 1972).

Por tanto la materia prima para el ahumado debe manejarse como cualquier otro pescado fresco, protegido contra la luz directa del sol y el calentamiento, eviscerarlo lo más rápido posible, y enfriarlo rápidamente con hielo o con cualquier otro medio si el proceso no puede comenzar a pocas horas de la captura (Tornez, 1972).

Las especies más adecuadas para el proceso de ahumado son las grasas y semigrasas, debido a que los compuestos responsables que dan la característica de ahumado provenientes de la madera son de caracter lipídico. Lo anterior no sucede con las especies magras donde la disolución de los compuestos es más difícil. Se debe tener especial cuidado con las especies ricas en grasa, tal como la sardina, ya que puede ocurrir la oxidación de la grasa durante un almacenamiento prolongado o debido a malas condiciones durante el almacenamiento congelado. Este problema

tiene particular importancia, ya que precisamente este pescado de alto contenido graso y con problemas de almacenamiento, es el más apropiado para obtener un pescado ahumado de buena calidad con una textura suave (Möhler, 1984; Tornez, 1972).

Tecnología del Ahumado

Un punto esencial del desarrollo de los métodos modernos de ahumado es la separación entre la obtención y la aplicación del humo. Este modo de proceder ofrece un gran número de ventajas respecto a los sistemas compactos antiguos. En primer lugar pueden regularse mejor la velocidad y la temperatura de combustión; el camino entre la fuente de producción del humo y la cámara de ahumado puede configurarse de múltiples formas, de tal modo que el humo es posible enfriarlo ó calentarlo, mezclarlo con aire o con vapor de agua, o bien ionizarlo por medio de electricidad.

Para dar a conocer mejor el desarrollo tecnológico de los métodos de ahumado a continuación se muestra la descripción y función de cada uno de ellos.

Ahumado en frío

Este proceso se emplea en la mayoría de los curados; se efectúa sin que la temperatura del humo se eleve por encima de 30°C para que el pescado no comience a cocerse (Burguess y Cuttings, 1987). La operación dura entre algunas horas y varios días, según el producto final a obtenerse (Bertullo, 1975). Lo común es que solo pueda producirse una remesa de pescado ahumado en frío cada 24 horas (Burguess y Cuttings, 1987).

El equipo utilizado en el ahumado en frío consiste en el ahumadero o chimenea tradicional o bien en el ahumadero mecánico (Burguess y Cuttings, 1987). Aquí, la temperatura del pescado nunca debe exceder de 28-32°C De otra manera la superficie aparecería dañada, el pescado empezaría a ablandarse y a caerse debido a que se estira en el fuego (Tambíen llamado "droppers" en el comercio) (Bertullo, 1975).

Ahumado en caliente

Este tipo de proceso se emplea en la mayor parte de los productos. Aquí, lo que se pretende es cocer el pescado al mismo tiempo que ahumarlo. El humo alcanza temperaturas de 121°C y el centro del pescado puede alcanzar 60°C. La operación en estas condiciones es rápida, dura entre 30 y 60 minutos pudiendo producirse al día varias partidas (Bertullo, 1975).

El equipo utilizado en el ahumado en caliente consiste al igual que el el ahumado en frío en el ahumadero o chimenea tradicional o bien en el ahumadero mecánico (Burguess y Cutting, 1987).

Las temperaturas de las instalaciones de humo caliente dependerán de las exigencias de cada producto; en la masa del producto debe llegar a 80°C y persistir cierto tiempo ese nivel para lograr el debido acondicionamiento; esto es posible únicamente cuando el medio circundante (aire, vapor y humo) conserva una temperatura alta y la correspondiente capacidad térmica, por eso la temperatura de el humo caliente llega a 130°C (Möhler, 1984).

Cabe mencionar que el ahumado en caliente es el más empleado en el estado de Sonora, debido a las condiciones climatológicas y la alta captura de especies marinas.

Ahumado electrostático

Se consigue por medio de una lluvia de partículas cargadas eléctricamente sobre una superficie de pequeño radio de curvatura, sobre todo en las puntas (Möhler, 1984).

El método de usar partículas cargadas eléctricamente se ha utilizado con el propósito de facilitar la deposición del humo sobre la superficie del pescado. Este método seca, ahuma y cocina el pescado. El secado tiene

como propósito el de preparar la superficie del producto para que reciba las partículas de humo (Burgess y Cutting, 1987).

El ahumado propiamente dicho tiene lugar como resultado de las propiedades electrocinéticas del humo en un campo de alto voltaje del orden de los 40,000 Volts o más. La finalidad del horneado es la de cocinar y secar el pescado con un alto gradiente de temperatura y acelerar así la velocidad con la que el agua y las partículas de humo se disuelven en ella difundiéndose en el interior del músculo (difusión térmica) (Neave, 1986).

El ahumado electrostático se realiza de una manera muy rápida en menos de 60 seg. Y se consiguen productos de igual calidad que los obtenidos por los métodos tradicionales (Rodríguez y González, 1984).

Ahumado por fricción

El humo obtenido por fricción se realiza por medio de un dispositivo provisto de un plato metálico con nervaduras, colocado horizontalmente y accionado por un motor eléctrico que gira a una determinada velocidad. Sobre este plato se comprime un trozo de leña, preferentemente dura para que de esta forma se queme lentamente gracias al calor de fricción originado, y que puede alcanzar temperaturas desde los 260-360°C (Rodríguez y González, 1984). El humo empieza a formarse a los 3-5 seg;

la temperatura no debe subir tanto como para que se produzca llama; los dispositivos adicionales permiten la regulación automática de la densidad y el volumen del humo.(Rodríguez y González, 1984).

Humo líquido

En sí, no es más que una solución acuosa de los diferentes componentes del humo natural de la madera, a excepción de los hidrocarburos que de una forma voluntaria son eliminados debido a su nocividad. A primera vista, puede parecer un producto extremadamente simple, y en cierta manera lo es. La dificultad está en lograr un extracto equilibrado en sus diferentes componentes; para ello es preciso la determinación y el control exhaustivo de los factores que determinan su composición como es la temperatura de generación, cantidad de aire y maderas utilizadas. Estos factores marcan la diferencia entre la calidad de los distintos humos líquidos que se comercializan (Tejedor 1984).

El humo líquido se obtiene de las maderas duras, haciéndose pasar el humo generado a contracorriente con agua, obteniéndose una solución acuosa de los componentes del humo. El producto conseguido en la primera fase se va reciclando hasta lograr la concentración deseada. Finalmente es sometido a un proceso de filtrado para eliminar las impurezas (Tejedor 1984).

El extracto obtenido es un líquido marrón sin turbidez y con el olor típico del humo. Cabe destacar que el humo líquido, a diferencia del humo obtenido convencionalmente, no tiene hidrocarburos, entre ellos el benzopireno, ya que son eliminados junto con los alquitranes durante el proceso de filtración a que es sometido (Tejedor, 1884).

Ademas de las tecnologías de ahumado, otro punto importante que se debe considerar, es el material para producir el humo ya que ambos estan directamente relacionados.

Tipo de Leña Para el Ahumado

Gran número de platillos ahumados deben su aroma y aspecto particulares al empleo de determinadas leñas, que en ocasiones son exclusivas de algunos lugares. Incluso cuando existen muchas posibilidades de elección, lo común es que goce de preferencia uno u otro tipo de leña. Sin embargo, en general se emplea la leña de los árboles de hoja caduca (Möhler, 1984).

La leña que todos consideran como más adecuada es la proveniente de diversas especies de hayas, encinas y fresno. En las regiones Surorientales de Europa es muy importante el encino (*Quercus cerris*). Aparte del quejigo y roble, es frecuente la mención de la leña del nogal americano

y abedul de los países Nórdicos, pero el uso de éstos está reservado a sus países de origen. Otras especies de importancia son la acacia, el alamo, el aliso y el arce. De las coníferas, se usan el abeto falso y blanco, pino y, en las regiones montañosas, pino carrasco. Entre esta variedad se encuentran las maderas resinosas (suaves), con sustancias aromaticas, que son inadecuadas para el ahumado debido a que impregnan los tejidos del producto con un sabor desagradable y amargo. Las maderas no resinosas son preferidas para el ahumado, ya que durante la pirólisis no se forman compuestos que imparten sabor desagradable (García y Martínez, 1974; Möhler.1984).

Entre las variedades de maderas utilizadas en México para el ahumado se encuentran las tres especies de mangle característico del océano pacífico oriental, mangle negro (Avicenia germinans), mangle rojo (Rhizophora mangle); y mangle blanco (Laguncuria racemosa) (Findley y col, 1989). Otra variedad utilizada para el ahumado es el palo fierro (Olneya Tesota) (Renteria, 1992. Entrevista personal).

Para entender las interacciones físicas y químicas del humo de leña con los alimentos es necesario conocer la composición basica de la leña.

Composición de la leña

Los tres principales constituyentes de la leña son la celulosa, hemicelulosa y lignina (Pettersen, 1984;Immergut, 1975; Wenzl, 1970).

Sus estructuras esenciales se muestran en la Figura 3. La abundancia natural de cada polímero varía con el tipo de leña, pero se considera que se encuentran en una proporción de 2:1:1 respectivamente (Gilbert y Knowles, 1975)

Celulosa. El mayor componente de la leña es la celulosa, pero no fue hasta 1920 cuando se conoció su estructura completamente. Actualmente se sabe que es un polímero linear compuesto de glucano y de unidades anhidroglucopiranosas unidas por enlaces glucosídicos β-1,4 (Figura 3)(Maga, 1984), el número actual de unidades de glucosa en una cadena de celulosa puede ser de 9000 a 15000 dependiendo de la fuente (Maga, 1984).

El peso molecular de la celulosa varía de 50,000 a 2.5 millones dependiendo de su origen (Fengel y Wegener, 1983).

Hemicelulosa. El término hemicelulosa puede ser considerado genérico ya que originalmente se pensó que todos los componentes de la leña eran derivados de celulosa. La hemicelulosa no representa un compuesto específico pero incluye una mezcla de polisacáridos que puede estar compuesta de glucosa, manosa, galactosa, xilosa, arabinosa unidos por enlaces glucosídicos (Figura 3),(Maga, 1988).

En base al número de posibles componentes de la hemicelulosa uno podría postular que existen un gran número de hemicelulosas en la naturaleza, esto debido a la variedad de posibles componentes que se

C=O

CH,

Figura 3. Estructuras químicas de los principales componentes de la leña: a) Celulosa, b) Hemicelulosa y c) Lignina.

OCH,

ОН

НО

CH,

НО

pueden encontrar en ella; algunas de las hemicelulosas más comunes de la madera así como sus uniones estan resumidas en el Cuadro 5 (Pettersen, 1984).

La hemicelulosa constituye del 20 al 35% del peso total de la leña, tiene un peso molecular menor que el de la celulosa y puede estar ramificada (Maga, 1988).

Lignina. Es el tercer componente más importante de la leña (Figura 3), está contenida entre un 18 y 38% en leñas maduras (Sarkanen, 1975). Químicamente, la lignina es un copolicondensado de los productos de hidrogenación derivados de los alcoholes hidroxicinamil p-cumaril, coniferil y sinapil (Freudenberg, 1965), cuyas estructuras se muestran en la Figura 4.

Los productos resultantes no se consideran hidratos de carbono si no más bien una cadena de compuestos fenólicos, la lignina es probablemente uno de los compuestos naturales más complejos respecto a su estructura y heterogeneidad (Maga, 1988).

Clasificacion de la leña

Botánicamente la leña usada como fuente de humo cae en dos amplias categorías llamadas leñas suaves y leñas duras las cuales en algunos casos no correlacionan con la dureza fisica de la leña por ejemplo algunas

Cuadro 5. Propiedades de las principales hemicelulosas de la leña

Hemicelulosas	% en leña	Unidades	Uniones	Unidades/cadena
Galactoglucomanano	5-8	β- D-Manosa	1-4	100
		β- D-Glucosa	1-4	
		α- D-Galactosa	1-6	
(Galacto)Glucomanano	10-15	Acetil		
		β- D-Manosa	1-4	100
		β- D-Glucosa	1-4	
		α- D-Galactosa	1-6	
		Acetil		
Arabinoglucoronoxilano	7-10	β- D-Xilosa	1-4	100
		Ac 4-O-Metilglucorónico	1-2	
Arabinogalactano	5-35	β- D-Galactosa	1-3, 1-6	200
		α- L-Arafinosa	1-6	
		β- L-Arafinosa	1-3	
		β- D-Glucurónico (Ac.)	1-6	
Glucoronoxilano	15-30	β- D-Xilosa	1-4	200
		Ac. 4-O-Metilglucurónico	1-2	
		Acetil		
Glucomanano	2-5	β- D-Manosa	1-4	200
		β- D-Glucosa	1-4	

Fuente: Pettersen, R. C., The Chemistry of Solid Wood, 1984

Figura 4. Estructura química de los acoholes involucrados en la formación de lignina

leñas duras son actualmente bastante suaves mientras que ciertas leñas suaves son bastante duras (Maga, 1988).

Las dos especies pueden diferenciarse por el hecho de que las leñas duras producen semillas dicotiledoneas las cuales nacen en una estructura frutal, por lo que son clasificadas como angiospermas, además las hojas de las leñas duras son usualmente amplias, anchas y en forma de cuchillas (Maga, 1988).

Por otra parte las leñas suaves estan clasificadas como gimnospermas ya que sus semillas nacen desnudas, las leñas suaves son también llamadas coníferas ya que muchas producen semillas en forma de cono, las hojas de estas especies tienen forma de aguja (pino) y de escalera (cedro), también son llamadas comunmente siempre verdes (Maga, 1988). Algunas especies típicas de leñas duras y leñas suaves se encuentran en el Cuadro 6.

Leñas duras contra leñas suaves.

Es necesario ser algo más específico en cuanto a las diferencias composicionales entre las leñas duras y las leñas suaves ya que esta establecido que los humos derivados de estas dos categorías son diferentes en cuanto a composición y propiedades organolépticas.

Cuadro 6. Especies típicas de leñas suaves y leñas duras

Leñas Duras	Leñas suaves	
Arce	Abeto blanco	
Alder	Abeto subalpino	
Abedul	Abeto ingles	
Nogal	Cedro	
Fresno	Enebro	
Mangle	Alerce	
Alamo	Pino de la colina	
Roble	Pino de hoja seca	
Sauce	Pino hoja grande	
Olmo	Cedro blanco del norte	

Fuente: Maga, J., 1988

Estructuralmente las leñas duras pueden considerarse más complejas que las suaves, las leñas duras en general contienen más tipos de células y muestran una mayor variación en el tamaño forma y arreglo comparada con las suaves (Maga, 1988).

Las diferencias generales entre los contenidos de celulosa, hemicelulosa y lignina entre leñas duras y leñas suaves estan resumidas en el Cuadro 7, como se puede ver las cantidades de celulosa son constantes e independientes de la especie, mientras que la lignina está en mayor cantidad en las leñas suaves y la hemicelulosa se encuentra en mayor cantidad en las leñas duras (Wenzl, 1970).

Otras diferencias composicionales significativas son que las leñas suaves contienen más ácidos de resinas y otros extractivos que son solubles en solventes orgánicos, es por esto que se consideran inadecuadas para el proceso de ahumado debido a que impregnan los tejidos del producto con un sabor desagradable y amargo (García y Martínez, 1974).

Producción del Humo

Durante la descomposición térmica de la madera o aserrín, existe temporalmente un gradiente de temperatura entre la superficie externa y la interna. La superficie externa alcanza temperaturas arriba de 93°C y

Cuadro 7. Componentes mayoritarios de leñas duras y leñas suaves (%)

	Celulosa	Hemicelulosa	Lignina
	Leñas Duras		
Alamo temblador	56.6	18.9	16.3
Haya	45.8	21.0	22.1
Abedul blanco	44.5	25.5	18.9
Maple rojo	44.7	20.2	24.0
		Leñas Suaves	
Abeto bálsamo	47.8	7.7	29.4
Cedro blanco del este	48.6	11.4	30.7
Abeto Canadiense del este	45.2	7.0	32.5
Pino	45.0	11.4	28.6
Abeto blanco	48.5	10.6	27.1
Alerse americano	47.8	7.9	28.6

Fuente: Wenzel, H. F. J. The Chemical Technology of Wood, 1970

durante el proceso de deshidratación son liberados, el monóxido de carbono, dióxido de carbono y algunos ácidos orgánicos volátiles de cadena corta, tales como el acético (Kramlichy col,1973; Coronel y Quintana, 1983; Lawrie, 1967).

Cuando el nivel de humedad interna en el centro del aserrín se aproxima a cero, su temperatura se incrementa rápidamente de 300° a 400°C. Una vez que la temperatura se encuentra dentro de este rango, ocurre la descomposición térmica y se produce el humo. El principio básico de la generación del humo es la combustión incompleta de la madera remanente. Por lo tanto, el control de la calidad del humo se apoya en el control de la combustión incompleta cuyo curso está influenciado por el oxígeno y contenido de humedad del medio ambiente, así como por el tamaño de la astilla y contenido de agua de la madera (Coronel y Quintana, 1983).

El humo de mejor calidad se produce a una temperatura de combustión de 345° a 400°C y a una temperatura de oxidación de 200° a 250°C. Bajo las condiciones reales de operación, no es posible separar los procesos de oxidación y combustión, puesto que la generación del humo es exotérmica.

Composición Química del Humo

Se ha reportado que la composición química del humo es función en parte de la madera que se quema (Cuadro 8). (Neave,1986; Rodríguez y González, 1984).

La producción de éste se encuentra influenciado por varios factores como lo son: La temperatura de combustión, condiciones en la cámara de combustión, cambios oxidativos en los compuestos formados, entre otros (Möhler, 1984).

La combustión de la madera es un proceso incompleto, y en los gases formados se encuentran diversos compuestos tales como los siguientes:

a) gases, a una temperatura de 150-280°C, se forman solamente los gases oxigenados (dióxido y monóxido de carbono); a 280°C ocurre una reacción exotérmica; la proporción de oxígeno y el contenido de los gases desciende apreciablemente, mientras que la proporción de hidrógeno y carbón hidrogenado se incrementa, y b) un destilado acuoso en el rango de temperatura entre 280°-380°C donde se forman vapores que condensados y destilados contienen sustancias que a continuación se describen.

Fenoles. Parecen jugar un papel triple en los alimentos ahumados ya que actúan como antioxidantes, contribuyen al notable sabor a humo de los productos ahumados y tienen un efecto bacteriostático que contribuye

Cuadro 8. Composición química del humo de leña

	Contenido			
Componentes	% Peso Aserrín	mg/m³de Humo		
Formaldehido	0.06	30 - 50		
Otros aldehidos (En términos de furfural)	0.19	180 - 230		
Cetonas (En términos de cetona)	0.31	190 - 200		
Ácido fórmico	0.43	115 - 160		
Ácido acético y otros ácidos (En términos de ácido acético)	1.80	600		
Alcohol metílico	1.04	-		
Resina	5.28	1295		
Fenoles	-	25 - 40		
Agua	100.3	*		
Total	112.90	2490 - 2690		

Fuente: Rodriguez y Gonzáles, 1984

a la preservación. El papel de los fenoles de prevención de cambios oxidativos en las carnes ahumadas es el más importante (Coronel y Quintana, 1983; Kralmich y col, 1973; Rodriguez y González, 1984).

Alcoholes. El papel de los alcoholes en el humo de madera parece ser principalmente el de transportar otros compuestos volátiles (Rodriguez y González 1984).

Acidos orgánicos. Juegan un papel importante en la coagulación de las proteínas que es esencial para el desarrollo de una superficie lisa o "piel", lo que facilita la eliminación de una funda celulósica antes del empaque definitivo. Los ácidos volátiles, o vapor destilable, son aparentemente la fracción útil en la formación de la superficie lisa (Kramlich y col, 1973; Rodriguez y González, 1984).

Carbonilos. Aunque la porción mayor de los carbonilos no es vapor destilable, la fracción que sí lo es, tiene un aroma más característico a humo y contiene todo el color de los compuestos carbonilos. Por lo tanto, los compuestos de cadena corta simple parecen ser los más importantes para el color, sabor y aroma del humo (Kramlich y col, 1973; Rodriguez y González, 1984).