

096780



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**ASPECTOS TOXICOLÓGICOS DEL CONSUMO EXCESIVO
DE SAL Y SU FUNCIONALIDAD EN LOS ALIMENTOS**

TRABAJO MONOGRAFICO DE ACTUALIZACION

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

QUÍMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGO

P R E S E N T A:

Ana María Arias González



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUÍMICA

PRESIDENTE PROF: PEDRO VALLE VEGA

V O C A L PROF: FEDERICO GALDEANO BIENZOBAS

J U R A D O :
asignado según
el tema

SECRETARIO PROF: SALVADOR BADUI DERGAL

1er SUPLENTE PROF: MA. DE LOS ANGELES VALDIVIA LOPEZ

2o. SUPLENTE PROF: FRANCISCO JAVIER CASILLAS GOMEZ

Este trabajo se realizó en las bibliotecas de: la Facultad de Química, UNAM; División de Estudios de Postgrado, Fac. de Química; Universidad Iberoamericana; Asociación de Tecnólogos de Alimentos de México; Escuela de Salud Pública y de la Secretaría de Programación y Presupuesto.

ASESOR DEL TEMA:

DR. PEDRO VALLE VEGA

SUSTENTANTE:

ANA MARIA ARIAS GONZALEZ

A mis padres:

**Jesús Arias Torres y Guadalupe González de Arias.
Por su amor, esfuerzo y comprensión.**

A mis hermanos:

Piva

Jesús

Piti

A ti mi amor:

Daniel

A:

Eri, Opo y Paty G.

Con respeto, cariño y agradecimiento al

DR. PEDRO VALLE VEGA

por su orientación, apoyo y amistad.

I N D I C E

	Página
INTRODUCCION	1
JUSTIFICACION	2
OBJETIVOS	2
CAPITULO I. GENERALIDADES	4
1.1 Denominación	4
1.2 Bosquejo histórico de la sal	4
1.3 Desarrollo de la industria salinera	7
1.4 Clasificación	9
1.5 Métodos de extracción	9
1.6 Usos y aplicaciones del cloruro de sodio	10
CAPITULO II CLORURO DE SODIO EN ALIMENTOS	11
2.1 Fuentes de sodio en la dieta	11
2.1.1 Agua potable	11
2.1.2 Sodio en alimentos naturales	12
2.1.3 Cloruro de sodio en alimentos procesados	13
2.1.3.1 Funciones del cloruro de sodio en alimentos procesados	15
I Productos cárnicos	15
II Productos lácteos	17
III Productos de panificación	18
IV Vegetales y frutas procesadas	19
V Botanas	20
2.1.4 Ingesta de sal en la preparación de alimentos a nivel casero	20
2.1.5 Sodio en medicamentos	22
2.2 Acción conservadora de la sal	23
2.3 Métodos para determinación de cloruro de sodio en ali- mentos	25
2.3.1 Método potenciométrico para cloruros	25
2.3.2 Método volumétrico para cloruros	26
2.3.3 Método gravimétrico para cloruros	26
2.3.4 Método potenciométrico para sodio	27
2.3.5 Método de absorción atómica para determinar sodio	27

	Página
2.4 Normalización y sustitutos de la sal	28
CAPITULO III	
3.1 Cuestionario	31
3.1.1 Objetivo de la encuesta	33
3.1.2 Resultados de la encuesta	34
3.2 Información de etiqueta	36
CAPITULO IV IMPORTANCIA FISIOLOGICA DEL SODIO Y CLORO	
4.1 Función del sodio	39
4.1.1 Bomba de sodio-potasio	40
4.2 Función del cloro	41
4.3 Requerimientos de sodio	41
4.4 Aspectos de la salud en relación con el sodio	42
4.5 Presión arterial. Generalidades	44
4.5.1 Regulación de la presión arterial	45
I Mecanismos de acción rápida y fugaz	47
II Mecanismos de acción intermedia	48
III Mecanismos de acción lenta y sostenida	49
4.6 Tipos de hipertensión arterial	52
4.7 Aspectos asociados con la hipertensión arterial	56
4.7.1 Edad	56
4.7.2 Sexo	56
4.7.3 Raza	56
4.7.4 Consumo de sal en la dieta	57
4.7.5 Exceso de peso	58
4.7.6 Predisposición genética	58
4.8 Hipertensión arterial en México	59
DISCUSION	62
CONCLUSIONES	64
BIBLIOGRAFIA	66

INTRODUCCION

Alimento, condimento y preservador ideal, la sal ha desempeñado a lo largo de la historia, un papel preponderantemente para la alimentación humana.

Casi todas las civilizaciones encontraron en la sal, una de las bases fundamentales para su régimen alimenticio; y a través del tiempo fué considerado símbolo social, mágico y divino. De propiedades curativas desde tiempo inmemorial.

La industria salinera en México, de gran riqueza, se ha desarrollado fuertemente en las últimas décadas; favoreciendo con su crecimiento el desarrollo de otras industrias manufactureras. En la actualidad sus usos y aplicaciones son innumerables.

Imprescindible para la industria de alimentos, el cloruro de sodio desempeña la función de conservador, potenciador y condimento.

La sal al estar en solución se disocia en dos iones: cloro y sodio; los cuales tienen un papel primordial en el funcionamiento del organismo.

Existen diversas fuentes de sodio en la dieta humana entre ellas: el agua potable, los alimentos en forma natural, los alimentos procesados, la sal usada para cocinar, la sal usada en la mesa y los medicamentos.

La tecnología de alimentos cuenta con métodos analíticos eficientes para la determinación de cloruro de sodio en los alimentos.

En los últimos 60 años el consumo de cloruro de sodio es notablemente mayor a los requerimientos fisiológicos establecidos. Esto se ha relacionado con la hipertensión arterial. Se dice que una ingesta elevada de sodio aumenta la incidencia al padecimiento.

La información en la etiqueta de los productos comerciales, habla del grado de educación del consumidor para elegir la calidad de su dieta.

Según el requerimiento necesario de sodio para el mantenimiento fisiológico del cuerpo es de 200 mg de sodio al día (0.5 g de sal por día) podemos decir que desde la existencia de la civilización

este valor se ha excedido. Es en ésta época de la industrialización y urbanización donde el exceso parece ser exagerado.

Estudios epidemiológicos de la Organización Mundial de la Salud establecen que la hipertensión arterial en México empieza a ubicarse, a nivel internacional, en lugares importantes muy cerca a los países desarrollados.

En nuestro país el análisis de mortalidad por hipertensión y problemas cardíacos durante el período decenal 1950 - 1980 demuestra una franca tendencia ascendente.

JUSTIFICACION

La hipertensión arterial es la enfermedad trascendental más común en el hombre adulto, se estima que entre el 18 y un 25 % en mayores de 30 años en nuestro país sufren algún grado de este padecimiento. (36)

Esto se ha relacionado con factores como: consumo excesivo de sal, acceso a los alimentos ricos en grasas saturadas, tabaquismo, alcoholismo y en general con otros cambios del modo de vida relacionados con la urbanización, la industrialización o en el procesamiento de alimentos. (51,67, 62)

Por otro lado la población en general no cuenta con la información necesaria para elegir libremente la calidad de su dieta, ya que desconoce los diferentes aspectos y riesgos del consumo de sal; por lo que se considera conveniente ampliar la revisión bibliográfica existente que actualmente se encuentra relativamente dispersa.

OBJETIVOS

Entre los objetivos del presente trabajo se plantea:

Revisar el aspecto histórico, nutricional y fisiológico de la sal, así como su uso en alimentos.

Revisar los estudios existentes que asocian la hipertensión arterial con la ingesta elevada de sodio y su posible repercusión en México.

Demostrar la funcionalidad del cloruro de sodio en la tecnología de alimentos.

Ampliar el análisis de la información presentada en las etiquetas de productos procesados, en las tiendas de autoservicio del Distrito Federal.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 DENOMINACION

En el lenguaje común, la palabra sal se designa preponderantemente al cloruro de sodio. Este término proviene del vocablo griego "hals Halos" que significa sal así como mar; revelando, claro, la interrelación con una de las principales fuentes de donde el hombre obtiene este mineral no metálico. (48)

De la misma raíz griega, se deriva la denominación "halita" dada al cloruro de sodio, encontrado en forma mineral en yacimientos, el cual es conocido también como sal-gema, sal de roca o sal natural. (29)

1.2 BOSQUEJO HISTORICO DE LA SAL

El cloruro de sodio cristalizado (NaCl) conocido como sal común es un compuesto mineral de extraordinaria abundancia, se le encuentra en la naturaleza en estado impuro. Por lo general proviene del mar, ya que también los yacimientos mineros son producto de la evaporación de mares geológicos, ocurrida millones de años atrás. (55)

El ser humano prehistórico descubrió los yacimientos salinos siguiendo las veredas abiertas por animales rumbo a lamaderos, situados en cavernas poco profundas. Posteriormente se desarrollaron algunas comunidades alrededor de tales cuevas para aprovechar la sal. Cuando la que se encontraba en estratos superficiales no bastaba para satisfacer la creciente demanda, la sal se convirtió en un mineral valioso, utilizado como mercancía de intercambio. (46)

Poco a poco surgieron rutas marítimas a fin de llevarla hasta lugares que carecían de ella. Ya en el año de 1800 a. C. barcos cargados del blanquecino producto iban de Egipto a Grecia atravesando el mar Mediterráneo. (13, 55)

En la Roma antigua, la sal fué objeto de gran veneración, considerándola obsequio de Salus, la diosa de la salud. La palabra salario (salarium) tuvo su origen en el hábito de efectuar los pagos con sal, y de todos los caminos que conducían a Roma era célebre la vía Salaria, por donde las legiones romanas marchaban a la guerra.

La paga de un soldado se conocía como "salarium argentum". Mientras que tanto griegos como romanos compraban sus esclavos con este mineral. (29)

Entre el pueblo hebreo, la sal se usó como purificador ritual de la carne y símbolo de eterna alianza entre Dios e Israel. (55,29)

En el siglo V antes de Cristo, la explotación de la sal como producto fué introducida en España por los comerciantes fenicios y griegos. Estos la utilizaban en la preparación de una salsa (llamada garum) que se exportaba a la ciudad de Atenas como uno de los productos más caros. (69)

A principios del siglo V después de Cristo, en Africa los mercados árabes cambiaban onzas salinas por oro. En Abisinia (la actual Etiopía) solía utilizarse como moneda corriente unas gruesas láminas de sal, llamadas amoles, de aproximadamente 25 cm de largo por 5 cm de ancho. Mientras, los panes hechos de sal se usaban como moneda en otras regiones de Africa Central. (55, 46)

En la Edad Media (siglo VI a XIII) la jerarquía de los invitados a un banquete se medía conforme al lugar que ocupaban en relación al salero de palata puesto en la mesa, el anfitrión y huéspedes importantes solían sentarse cerca del salero. De esta manera la sal fué adquiriendo carácter de símbolo social. (29,64)

Existió "una era de la sal" durante la Edad Media donde encontramos que uno de los principales objetivos de la liga Hanseática (antigua confederación comercial de varias ciudades de Alemania), era buscar la sal en Francia, en el Golfo de Gascuña o Viscaya -- (Francia y España), la cual provenía de las salinas de Bourgneuf, para comercializarla con los más distantes puntos de la Europa Septentrional, en forma de trueque por la piel y la miel de Rusia, las pastas de Inglaterra, el trigo de Prusia, etc. (69)

Marco Polo quién viajó a China, también en el siglo XIII, reveló que esta civilización utilizaba bloques fundidos de sal con determinados pesos, certificados por el gobierno con el sello oficial, para llevar a cabo el comercio. (48, 13)

Numerosas guerras han tenido como origen exclusivo el dominio de las fuentes de sal para someter a poblaciones enteras. En nues-

tro país: los aztecas hacían uso del control de la sal para someter a los tlaxcaltecas y obligarlos al pago de tributos; una de las causas de ayuda que tuvieron los conquistadores españoles para combatir a los aztecas.

Aunado a lo anterior, se puede apuntar que la sal fué un artículo lo que determinó la vida social de México, tomando en cuenta que la fundación del pueblo Azteca se debió, sino fundamentalmente, sí en parte a la localización de este producto. (60)

Los habitantes prehispánicos usaban la sal no sólo en la alimentación sino también con fines medicinales y en la fabricación de la sa y conservación de pieles. Posteriormente, en la época de la colonia la explotación de la sal constituyó una de las preocupaciones mayores de los conquistadores pues la producción de plata, beneficiada por el sistema de patio, requería grandes cantidades de sal, e hizo que aquella industria avanzara a la par que la extracción de plata, por lo que hicieron constantes exploraciones para encontrar zonas salineras. El gobierno Virreinal instituyó, de hecho, un monopolio en la extracción de este producto y trató siempre de controlar por todos los medios su producción y distribución. (60)

La sal tuvo un uso muy frecuente para la magia protectora y curativa. Así entre los naturales de Lao y Sian, las mujeres recién paridas se lavan diariamente con sal y agua, en la creencia de que es una protección contra el sortilegio. Los Arabes de Marruecos esconden la sal en la oscuridad a fin de ahuyentar a los malos espíritus, y en los países nórdicos se pone sal cerca de la cuna de los niños para protegerlos contra toda mala influencia. (29)

Fuó una de las primeras medicinas para el hombre y la bestia. En pasajes bíblicos el nacimiento de los niños era protegido de los malos espíritus lavándolos y frotándolos con sal. En la iglesia católica de hoy día, la sal es como un símbolo de pureza e incorruptibilidad, está en el lugar de la pila del bautismo. (55, 46)

Todavía en nuestro país la gente conserva estas creencias y lleva a cabo prácticas curativas, mágicas y supersticiosas de la sal.

1.3 DESARROLLO DE LA INDUSTRIA SALINERA

La industria y el comercio de la sal adquirieron un nuevo impulso en el año de 1787 cuando Nicolas Leblanc desarrolló un método para extraer el álcali (sodio) de la sal y con ello marcó el inicio de la industrialización de la sal. Este álcali era necesario para la manufactura de artículos textiles, tintes, jabón, vidrio, etc. (96)

El siguiente paso en la industrialización de la sal lo dieron los hermanos Alberto y Ernesto Solvay, quienes comenzaron a operar con éxito una planta de carbonato de sodio en 1867 con un proceso continuo llamado en aquel tiempo proceso sodio-amoniaco y actualmente conocido como proceso Solvay. (47)

En 1889, el Sr. Herbet Gow comenzó a utilizar la salmuera para la producción de bromo y ahora es la base para la producción de cloruros de magnesio y de calcio, sosa caústica y clor. (84)

Pasa el tiempo y en 1935 en Inglaterra nace la industria salinera como tal, pues contaban ya con la tecnología necesaria y el desarrollo industrial para poder explotar y transformar la sal. La industrialización se propagó rápidamente a diversos países del mundo. (47)

En México se utilizaba la sal hasta 1935 como comestible y en pocas cantidades en curtiduría y minería, salazón de pescado y preservación de alimentos en general. Posteriormente por la necesidad de utilizar la sal como insumo en la producción de sosa y carbonato de sodio principalmente, la industrialización se da aunque a un nivel realmente rudimentario. (97)

A partir de 1950 se inició el crecimiento de la industria como tal y se crea la primera refinadora de sal en Salinas, San Luis Potosí. (97)

Además destacan en México por sus altos volúmenes de producción las siguientes empresas:

- Compañía Exportadora de Sal, S.A. en Guerrero Negro, B.C.
- Industria Salinera de Yucatán ubicada en Río Lagartos, Mérida, Yuc.
- Sales del Itamo. Complejo Industrial Pajaritos. Coatzacoalcos, Ver.
- Salinas del Pacífico, S.A. Isla del Carmen, Baja California.
- Salinas El Rey, S.A. Lagunas del Rey, Coah.

Productores Salinos de Lomas del Real. Altamira, Tamps.
 Eliseo Guajardo Cantú. Matamoros, Tamps.
 Sulfato de Viesca, S.A. Viesca, Coah.
 Cía. Salinera de Yavaros, S.A. Navojoa, Sonora.
 "Ejido de Palomas". Ciudad Jiménez, Chih.
 Homero Hermanos, S. de R. L. La Cruz, Sinaloa.
 Sales Industriales. Matamoros, Tamps.
 Salinal El Faile, S. de R. L. Salina Cruz, Oax.
 Antonio Bolado Salinas. Matamoros, Tamps.
 Soc. Cooperativa de Salineros "El Marqués". Salina Cruz, Oax.
 Soc. Cooperativa de Salineros de Colima. Colima, Col.

Estas empresas producen anualmente entre 40,000 y 120,000 toneladas de cloruro de sodio, cada una. (6)

La demanda nacional de sal en México estimada para 1987 (5) era de 1815 000 toneladas aproximadamente. Este tonelaje lo podemos dividir en 420 000 tons. para sal comestible de uso humano, 68 000 como sal para ganado, y el resto 1 327 000 para usos industriales entre los cuales están: producción de compuestos químicos, producción de carbonato de sodio, textiles, etc. como se observa en el cuadro 1.1.

Cuadro 1.1 Destino de la sal en México. (5)

	1974	1986	1987
Consumo Humano	260 000 ton	420 000	420 000
Ganado	40 000	65 000	68 000
Pieles	45 000	70 000	70 000
Tratamiento de agua	82 000	135 000	142 000
Salón	2 000	4 000	5 000
Compuestos Químicos	240 000	400 000	400 000
Carbonato de sodio	400 000	655 000	658 000
Otros	<u>31 000</u>	<u>51 000</u>	<u>52 000</u>
Totales	1 100 000	1 800 000	1 815 000

1.4. CLASIFICACION

La sal se encuentra en la superficie terrestre principalmente, bajo dos formas:

a) Salmuera

b) Sal sólida. Que dependiendo de su formación puede ser sal de roca la que se encuentra en mantos naturales y los domos de sal que son grandes masas filones en los mantos intraterrestres naturales de diferente formación geológica a la anterior. (55)

Por el uso al que se le destina se clasifica:

a) Sal de mesa, aquella que es evaporada de gran pureza que contiene una parte de yodo por 50 000 o 100 000 de sal para prevenir el bocio endémico. El yoduro de potasio es el compuesto usado más frecuentemente, sin embargo, el yodato de calcio o potasio tiene la ventaja de ser más estable en sales húmedas, como las de los trópicos. (47)

b) Sal dietética o farmacológica, es una sal evaporada de alta calidad que contiene diferentes proporciones de cloruro de potasio y otros compuestos, para seguir una dieta baja en sodio. (78, 73)

c) Sal en bloques, que es con pequeñas cantidades de azufre, - propio para alimentar ganado vacuno. (47)

d) Sal de cocina, es una sal evaporada pero su presentación en el mercado es de cristal grande y no está yodada. El adulto tiene un requerimiento de yodo de 200 a 400 µg/día. (44)

1.5 METODOS DE EXTRACCION

Evaporación Solar. Son métodos que aprovechan la acción combinada de la evaporación ejercida por los vientos y los rayos solares. Se emplean con aguas marinas, lacustres o salmueras de cualquier naturaleza. (47,55)

Métodos Mineros. Se aplican a los "domos de sal" o a la "sal de roca". Por lo general semejantes a los empleados en las minas de carbón de piedra, (sistemas de salones y pilares). (47, 55)

Método de Solución. Se emplea agua como el solvente necesario para disolver depósitos salinos sólidos (domos de sal, sal de roca). La salmuera artificial es bombeada a la superficie y sometida

a evaporación y cristalización o empleada directamente en la obtención de otras sustancias. Este método es el más ampliamente usado. (47,55)

1.6 USOS Y APLICACIONES DEL CLORURO DE SODIO

Las propiedades físicas, químicas y orgánicas de la sal permiten aprovecharla, para una gama casi infinita de aplicaciones.

Se emplea en la fabricación de colorantes y perfumes para baño, para la conservación de hielo seco; es usada en la manufactura de juegos pirotécnicos para la coloración especial. (17)

El cloruro de sodio es frecuentemente usado en áreas donde se desea eliminar todo tipo de vegetación, ésta mata el tejido de la planta por plasmólisis. Por ésta razón es necesario grandes cantidades para producir el efecto deseado. Por su plasticidad se emplea también en la fabricación de ciertas tintas de uso especializado. Sirve como agente calcinante en la minería y en la metalurgia donde es empleada para dar mayor resistencia a ciertos metales. (47)

En medicina es elemento componente de soluciones isotónicas y de higiene personal o doméstica, es usada como abrasivo en los dentífricos, en la fabricación de artículos de limpieza y tratamientos de agua. (47)

La sal tiene la propiedad de elevar fácilmente su punto de ebullición y así mismo disminuir el punto de congelación, en este caso facilita la tarea de quitar la nieve de las carreteras, en la preparación de oleos, se utiliza también para el secado de las maderas. (55)

En laboratorios es usada en equipos de rayos X, infrarrojos y lentes. Constituye la materia prima de más valía en la producción de plásticos, detergentes sintéticos, alcalinos (sosa caústica), etc. (17)

CAPITULO 2

CLORURO DE SODIO EN ALIMENTOS

Como podemos ver casi el 25 % del consumo total de sal es para consumo humano. En la industria de alimentos el cloruro de sodio, es una arma importante debido a sus propiedades de potenciador y - conservador por excelencia.

El cloruro de sodio está presente en casi todas las cosas vivas y, por consiguiente, ha sido siempre componente de los alimentos.(61)

En este capítulo se revisará cuales con las fuentes de sodio en la dieta humana, por diversas rutas y su funcionalidad en alimentos.

2.1 FUENTES DE SODIO EN LA DIETA

El cloruro de sodio al disolverse en agua, se disocia en dos iones, uno de sodio y otro de cloro. Ambos constituyentes, como veremos más adelante son normales y necesarios en la dieta humana. (46)

En los últimos años se ha relacionado una elevada ingesta de sal (debido principalmente al ión sodio) con problemas de hipertensión. (31)

El sodio difundido en la naturaleza, es el más abundante de los elementos alcalinos y el séptimo elemento en cantidad en la corteza terrestre. Es altamente reactivo y nunca se encuentra libre. En los organismos vivos se encuentra en diversas combinaciones y no siempre como cloruro. (55,17)

El sodio entra en el cuerpo a través de 5 rutas: Agua Potable, Alimentos Naturales, Alimentos Procesados, Preparación de alimentos a nivel casero y a través de los Medicamentos.

2.1.1 AGUA POTABLE

El agua potable provee una cantidad bastante variable de sodio a una dieta diaria. Casi toda el agua natural suministrada contiene sodio, algunos estudios revelan que la concentración de éste es de 10 a 20 mg por litro; aunque la proporción varía, dependiendo de la fuente de agua y su tratamiento. (26, 95)

El agua potable provee ~~una~~ cantidad bastante variable de sodio a una dieta diaria. Casi toda el agua natural suministrada contiene

sodio, algunos estudios revelan que la concentración de éste es de 10 a 20 mg por litro; aunque la proporción varía, dependiendo de la fuente de agua y su tratamiento. (26,95)

El agua de pozos, especialmente de pozos profundos generalmente tiene un contenido de sodio más alto que el agua de ríos o lagos. (84)

El Servicio de Salud Pública de los Estados Unidos investigó de 1963 a 1966, 2100 aguas suministradas a la mitad de la población, y encontraron que el 42 % de ellas tuvo concentraciones de sodio promedio de 20 mg por litro. (86)

Sin embargo, la OMS no establece ninguna norma sobre el contenido de sodio para la potabilidad del agua. (26)

El agua bombeada a bajas profundidades puede tener un elevado contenido de calcio y magnesio. Estas aguas duras son suavizadas, ya sea por el consumidor o por el departamento municipal, los iones de calcio y magnesio pueden ser intercambiados por sodio, resultando elevados niveles de éste en el agua. (26)

Los procesos de tratamientos de agua convencionales como son: aereación, sedimentación filtración y cloración no afectan apreciablemente el contenido de sodio. (2)

Las bebidas no alcohólicas, contribuyan con 30 a 70 mg de sodio por día al consumidor. (53)

2.1.2 SODIO EN ALIMENTOS NATURALES

El sodio se encuentra en forma natural en todos los alimentos, incluyendo carnes, pescado, cereales, vegetales, fruta, leche, etc.

Quadro 2.1 Contenido de sodio en alimentos en forma natural.
(40,26,85)

	Contenido de sodio
Leche entera	50 mg/ 100 g
Melón	12 "
Lechuga	9 "
Papaya	3 "
Calabazas	3 mg/ 125 g
Aicachofa	86 mg/ 1 grande
Pollo asado (carne sin piel)	82 mg/ 100 g
Hígado de res	136 "

	Contenido de sodio
Carne de res sin hueso y cocida	70 mg/ 100 g
Carne de cerdo (filete asado)	60 "
Betabel crudo	130 "
Apio	126 "
Espinacas	71 "
Betabel cocido	60 "
Berros	14 "
Nabos	49 "
Zanahorias	47 "
Col	20 "
Rábanos	18 "
Culiflor	13 "
Cabollas	10 "
Papas	10 "
Jugo de tomate	200 "
Huevos	112 "

2.1.3 CLORURO DE SODIO EN ALIMENTOS PROCESADOS

La sal se utiliza en funciones esenciales de la tecnología de alimentos. En algunos casos su acción es única. Ha servido como preservador por siglos, y es esencial en el procesamiento de carnes y productos lácteos. Su uso controla ciertas acciones microbiológicas, también controla textura y niveles de humedad en varios alimentos, además de proporcionar su ya conocida función de saborizante.

La sal es usada frecuentemente para alterar el medio dentro de un alimento así como para retardar o prevenir el crecimiento de organismos indeseables. La estabilidad microbiológica de un alimento dado depende de su "actividad de agua". Para cada microorganismo diferente, hay un valor de actividad de agua cerca del cual el microorganismo crecerá y por debajo del cual no lo hará. (19)

Los alimentos pueden ser secados o deshidratados para reducir su actividad de agua o bien adicionar agentes hidrofílicos. La sal es el más efectivo de éstos agentes. (19)

En productos fermentados la sal extrae el agua del tejido, además de varios nutrientes que mejoran el mismo medio para el crecimiento de la bacteria deseada. El desarrollo de microorganismos que causan descomposición o propiedades indeseables es controlado principalmente por la sal, por la acumulación de ácidos orgánicos formados durante la fermentación por dicha bacteria y por los procesos de eliminación de oxígeno. (20)

En la elaboración de queso, la sal es adicionada para ayudar al desuerado, eliminar el crecimiento de microorganismos indeseables y disminuir la acidez del medio haciéndolo selectivo. Tiene efecto potenciador sobre el sabor del queso e influye en la acción de las enzimas. También aumenta la solubilidad de las proteínas. (1)

Como veremos más adelante en la revisión de etiqueta de productos procesados actualmente, en el mercado el 72 % de ellos usan la sal como potenciador de sabor o saborizante.

Cuadro 2.2 Contenido de sodio de algunos alimentos procesados. (64)

	Contenido de sodio mg/ 100 g
Jamón curado	860
Tocino	1 077
Salchicha	958
Bacalao fresco	70
Queso duro	557
Queso crema	294
Queso parmesano	1 848
Queso cheddar	699
Mantequilla	224
Aceitunas	2 400
Cacahuates	5
Cacahuates salados	418
Helado	83
Pepinos encurtidos	de 4 000 hasta 5 000
Salsa de soya	6 082
Pan blanco	507
Corn flakes c/azúcar, sal, Fe y vitaminas	1 033

2.1.3.1 FUNCIONES DEL CLORURO DE SODIO EN ALIMENTOS PROCESADOS

I PRODUCTOS CARNICOS

La sal también realiza una importante función en la producción de carnes procesadas y embutidos, solubilizando la proteína muscular. Esta proteína disuelta ayuda en el enlazamiento de la carne, para la formación de la deseada textura de gel, para obtener una humedad y emulsificación ideal así como el desarrollo de color. (88,56)

La sal tiene un papel como agente de curado, para inhibir el crecimiento de microorganismos indeseables, así como otros compuestos de sodio usados en la producción de cárnicos. Tales como:

Nitritos y Nitratos de Sodio

El efecto antimicrobiano de nitritos y nitratos en carnes está muy relacionado con la temperatura de almacenamiento y la concentración de cloruro de sodio; esto se debe a que el cloruro de sodio tiene un efecto sinérgico con los nitritos y nitratos en su actividad como agentes antimicrobianos. Estas sales son importantes en el control del crecimiento del C. botulinum, además producen un color deseado y ayudan a desarrollar un sabor adecuado en los productos cárnicos. (8,70)

Fosfatos de Sodio

Usados en carnes curadas para mejorar la textura, retardar el desarrollo de rancidez; por su poder de retención de agua como hidratante y como estabilizador de emulsiones. El hexametáfosfato de sodio es de los fosfatos más ampliamente utilizados en la industria de cárnicos. (8)

Ascorbato de Sodio

Es usado para acelerar el desarrollo de color de las carnes curadas y como antioxidante. (19)

Glutamato Monosódico

Es ampliamente usado para realzar o mejorar el sabor. (27)

Además, el sodio con frecuencia es adicionado a los productos cárnicos procesados como aditivos de proteínas no cárnicas:

Leche Descremada en Polvo

Ha sido empleada para suplementar el efecto de enlazamiento de proteína cárnica en la solución salina. También se usa leche descre

mada en polvo con bajo contenido de calcio o bien mezclas de suero y caseinato de sodio. Estas proteínas derivadas de la leche pueden ser usadas a niveles elevados sin reglas de identidad y por ésto puede contribuir con una cantidad significativa de sodio. (26)

Proteínas Derivadas de la Soya

También éstas proteínas pueden ser usadas en los productos cárnicos. Estas pueden tener elevadas concentraciones de sodio dependiendo del método de procesamiento. (88)

La cantidad que se añade a las carnes curadas suele ser de 2 a 3 % con el objeto de que tengan un sabor agradable. En productos con una humedad de 60 % o más se utilizan soluciones con 55 a 80^o de salinidad. (71)

Cuadro 2.3 Nivel de uso de cloruro de sodio en diferentes productos cárnicos. (71)

Embutidos Madurados	3 - 5 % de cloruro de sodio
Embutidos frescos	1.5 - 2 "
Embutidos cocidos	2 - 3 "
Salchichas	2.3 "

Cuadro 2.4 Contenido de sodio y nivel de uso de los ingredientes agregados para curar y dar sabor a productos cárnicos. (56)

Ingredientes	% sodio	% nivel de uso
Cloruro de sodio	39.34	variable: 2.5 a 3.5
Polifosfatos de sodio	31.24	0.5 máximo
Nitrato de sodio	27.05	variable 0.17 máximo
Ascorbato o eritorbato de sodio	11.61	0.05 variable
Nitrato de sodio	33.21	0.015 Máximo
Glutamato monosódico	13.60	variable: 0-0.125 para la mayoría
Proteína Vegetal hidrolizada	18.00	variable 0-1 para la mayoría

II PRODUCTOS LACTEOS

En la fabricación de quesos el salado es una operación efectuada después del desuerado para favorecer la maduración. Sus funciones son: proteger contra microorganismos indeseables, principalmente en la parte superficial. Frena el desarrollo de bacterias putrefactivas y productoras de gas. Por el contrario, impide poco el desarrollo de los Penicillium, ejerciendo así una acción selectiva. Debido a la acción higroscópica de la sal, ayuda al drenaje del suero y en quesos que son frotados con sal contribuye a la formación de la corteza. (1)

Tiene un efecto potenciador sobre el sabor del queso e influye sobre la acción de las enzimas para acelerar la maduración. (26)

La concentración de sal en el queso es del orden de 1 al 2 %.

Cuadro 2.5 Contenido de sodio de diferentes tipos de quesos.
(52)

Tipo de Queso	Contenido de sodio
SUAVE	mg/100 g
Crema	296
Cottage	402
FIRMES	
Cheddar	621
Edam	966
Gouda	818
DUROS	
Parmesano	1 862
Azul	1 397

En la mantequilla, la sal añadida es 2.5 % del producto final; ésta contribuye al sabor, pero también funciona como conservador. Ya que en la mantequilla el 15 % del volumen total es agua, entonces la concentración de sal es siete veces el 2.5 % que fué añadido. De ésta manera se tiene un conservador efectivo en el agua, previniendo el crecimiento de bacterias generadoras de descomposición.
(19)

III PRODUCTOS DE PANIFICACION

Aunque el nivel de sodio en las harinas de trigo es bastante bajo (2-3 mg/100 g), la mayoría de los productos horneados contienen sustancialmente grandes cantidades de sodio. (26)

Las principales fuentes de sodio en tales productos son: la sal adicionada, el bicarbonato de sodio y ciertos agentes de fermento como son el sulfato de sodio. Debemos considerar que el mexicano tiene un arraigado hábito de consumo de pan bolillo y pan de dulce.

En los productos horneados la sal adicionada, sirve para una variedad de funciones como son: redondear o ensanchar los sabores diferentes en el producto (algunos panes tienen claramente un sabor salado); además controla la velocidad de la fermentación en productos fermentados con levadura y previenen el desarrollo de levaduras salvajes indeseables que provocan variaciones en el producto. (53)

Exactamente como en los productos cárnicos y los productos lácteos, la presencia de sal controla el valor de crecimiento de microorganismos deseados. (20)

La sal tiene también un efecto de fortalecimiento sobre el glúten en la masa de pan, esto ayuda a asegurar las buenas propiedades de manejo de la masa y reduce el valor de absorción de agua de la masa. (70)

El bicarbonato de sodio, con o sin varios ácidos de fermentación, provee el gas dióxido de carbono el cuál es el factor principal para el desarrollo de volumen, textura y junto con el azúcar el brillo del producto terminado. Existe sólo un número limitado de sustitutos conocidos. Los fosfatos de calcio son los más ampliamente usados ácidos de fermentación (se usan en combinación con el bicarbonato de sodio para la producción de gas). Los pirofosfatos ácidos de sodio son usados en los polvos de levadura industriales para productos como donas. (53)

Los fosfatos de Aluminio y sodio, tienen un bajo nivel de sodio, han llegado a ser populares en años recientes.

La cantidad de sal adicionada varía ampliamente con el producto y el productor.

IV VEGETALES Y FRUTAS PROCESADAS

Los vegetales enlatados generalmente son adicionados de sal durante el procesamiento, principalmente por el sabor, ya que el tratamiento térmico provee la función de preservativo. La cantidad promedio adicionada es 0.6 % a 1.0 % del producto terminado (no drenado). (16) Pero en los vegetales fermentados la concentración de sal determina, los tipos de microorganismos que crecerán, controlando así el curso de la fermentación. (15)

Los pepinos encurtidos inician la fermentación con una concentración de sal de 8 a 10 % durante la primera semana y es aumentada 1 % por semana hasta que se alcanza una solución al 16 %

Durante la fermentación láctica que se lleva a cabo en los vegetales fermentados, la sal actúa como deshidratante, provocando la salida del jugo celular, evita la putrefacción; contribuye al sabor y determina en parte la consistencia del producto final. (1)

La col ácida es mezclada con sal en proporción de 2.25 % en peso. Esta absorbe el líquido de la col estableciendo un control sobre el crecimiento de putrefactores y favoreciendo el crecimiento de microorganismos productores de gas principalmente Leuconostoc mesenteroides; el cual se desarrolla a 20^o C, ataca a los azúcares y produce ácido láctico, acético, etanol, manitol, CO₂ y ésteres. Estas bacterias se destruyen cuando se alcanza 0.7 a 1 % de acidez. en las siguientes etapas es importante el crecimiento de Lactobacillus plantarum y Lactobacillus brevis. (63)

Las aceitunas son tratadas con una solución de hidróxido de sodio al 2 % para eliminar el sabor amargo del alcaloide oleuropeino que contiene y posteriormente son empacadas en barriles para que se fermenten lentamente en salmuera de 25-30^o de salinidad. (15)

En los procesamientos de frutas, en general, la sal no se utiliza para congelamiento o empacado. Por lo tanto el contenido de sodio es equivalente o sólo ligeramente más alto que el producto bruto. Ambas frutas y vegetales son buenas fuentes de potasio. (46)

W BOTANAS

Algunas de éstas se caracterizan por la presencia de la sal en la superficie. El efecto de la sal adicionada y la cantidad necesaria depende de factores como: el tamaño del cristal de la sal, la cantidad de aceite sobre ellas ya la profundidad a que debe penetrar desde la superficie. (34)

Obviamente, el consumo exagerado de botanas, contribuye de manera importante en la ingesta de sodio; como ocurre en ciertos grupos de consumidores.

2.1.4 INGESTA DE SAL EN LA PREPARACION DE ALIMENTOS A NIVEL CASERO

La cuarta ruta es la adición de sal durante la preparación de los alimentos en casa. Esta es ampliamente variable de hogar en hogar; y depende de las costumbres de quién cocina y consume. Ya que por ejemplo, algunas personas desechan el agua de cocción de verduras y otras piensan que esto es un despilfarro.

La adición de sal a los alimentos en la mesa, también presenta una amplia variación individual, aparentemente depende del gusto de cada individuo por la sal. Lo cual a su vez depende de condiciones tales como la cantidad e intensidad de actividad física, la cantidad y composición del sudor, las condiciones ambientales y el grado de aclimatación. (26)

Estas variables son las más difícilmente controlables para calcular un estimado de la ingesta de sodio en una población.

Diversos estudios realizados en otros países, han tratado de calcular el porcentaje de contribución de las principales fuentes de sodio; para saber en cual de ellas debe existir un control, para aquellos grupos vulnerables a la hipertensión arterial. Ver cuadro 2.6

Cuadro 2.6 Contenido de sodio de la "dieta total" y el % de contribución al total para un adulto. (56)

Grupo de 1 ^a necesidad	Contenido de sodio	
	mg/ día	%
Productos lácteos	674	9.7
Carne, pescado y aves	968	14.5
Granos y productos de cereales	1 959	29.3
Papas	77	1.2
Vegetales	551	8.2
Frutas	77	1.2
Aceites, grasas y manteca o mantequilla	406	6.1
Azúcares y adjuntos (incluye la sal a discreción adicionada en la preparación de alimentos y en la masa)	1 983	29.6
Bebidas (incluyendo agua potable)	25	0.4

Los datos muestran que menos del 15 % de la ingesta de sodio del adulto es de carne, pescado y aves; los granos y productos de cereales contribuyen con el doble de éstos. Otra fuente importante de sodio (cerca del 30 %) es la sal a discreción adicionada durante la preparación de alimentos y en la mesa. (56)

Se han realizado múltiples estudios, estimándose que 3 gramos de sal se encuentran normalmente en los alimentos de una dieta diaria promedio, cerca de 3 g adicionados durante los procesos comerciales de alimentos. Por lo tanto se cree que existen dietas estimadas en el rango de 10 a 12 gramos de sal (3900 a 4700 mg de sodio). Cuando se quiere evaluar con precisión el estimado individual vale la pena señalar la extrema variabilidad con la que cada quién usa el salero y consume botanas. Así como los ingredientes que usan las amas de casa y los restaurantes en cantidades generosas, que también contienen sodio como el glutamato monosódico y otros sazonadores. (66,26)

Un estudio reciente realizado en la Gran Bretaña concluye:

Las estadísticas sugieren que un 25 a 50 % de la ingesta de sal de las poblaciones del oeste es derivada de la sal a discreción y

sada en la mesa y para cocinar. Los estimados directos de la sal a discreción usando la técnica de litio muestra que en una comunidad inglesa esta fuente contribuye solo con 15 % del total de la ingesta. Algunos estimados de la sal a discreción hechos en Estados Unidos, Finlandia y Gran Bretaña han exagerado, esto es porque no consideraron las pérdidas de sal en el agua de cocción. Solo cerca de un cuarto de la sal en el cocinado entra en los alimentos consumidos; tomando en cuenta ésto para los cálculos estadísticos de la sal a discreción resulta similar al estimado de excreción de sodio por vía urinaria. La ingesta diaria promedio en Inglaterra fué de 10.7 g para el hombre adulto y 8 g para la mujer. El contenido de sal de los alimentos provee cerca de 10 % de la ingesta, el restante 75 % es derivado de la sal adicionada por los fabricantes; el agua bebida proporciona una cantidad insignificante. Cualquier programa para reducir el consumo de sal de la población debería concentrarse principalmente en la reducción de la sal usada durante el procesamiento de alimentos. (45)

2.1.5 SODIO EN MEDICAMENTOS

Relativamente pocos medicamentos prescritos contienen sodio en sus moléculas activas. Sin embargo, los medicamentos sin prescripción médica pueden presentar más que un problema potencial, a aquellas personas que están tratando de mantener una ingesta baja de sodio. Algunos de ellos se muestran en el cuadro 2.7.

Cuadro 2.7 Contenido de sodio de algunos medicamentos no prescritos de uso frecuente. (26)

Tipo de Producto	Marca	Ingredientes	Contenido de sodio	
			mg/dosis	mg/100 ml
Analgésico	Diversas	Aspirina	49	-
Analgésico antiácido	Alka-Seltzer	Aspirina Citrato de Na.	521	-
Laxantes	Metamucil	Psyllium Bicarbonato de sodio, ácido cítrico	250	-

Tipo de producto	Marca	Ingredientes:	mg/dosis	mg/100 ml
Suspensiones antiácidas	Leche de magnesia	Hidróxido de magnesio	-	10
	Pepsamar	Hidróxido de aluminio	-	14
	Melox	Hidróxido de Al y Mg. Dime- tilpolisiloxano	-	50
	Mylanta plus	Hidróxido de magnesio	-	76
	Mylanta II	Hidróxido de aluminio	-	160
	Segel	Carbonato de calcio	-	220

El sodio en tales medicamentos puede existir como parte del ingrediente activo o como parte de sus excipientes.

Entre los excipientes más comunes que contienen sodio son: cloruro de sodio, alginato de sodio, hexametáfosfato de sodio, carboxi metilcelulosa de sodio, bisulfito de sodio, caprilato de sodio y sa carina. En algunos casos, el compuesto específico que contiene so^o dio es el único el cual desempeñará la función necesaria. (62)

Algunos medicamentos antiácidos no prescritos pueden proporcionar una ingesta diaria total de sodio de por lo menos 1200 mg (equi^o valente a 3 g de sal) y en algunos casos tanto como 7000 mg. (26)

2.2 ACCION CONSERVADORA DE LA SAL

La sal puede actuar en varias formas para inhibir el crecimen to microbiano y evitar reacciones indeseables para preservar el alimen to.

El cloruro de sodio reduce la cantidad de agua disponible para llevar a cabo diferentes raciones y los procesos de crecimiento de los microorganismos. Es decir, disminuye los valores de "actividad de agua"; éste término determina el grado de interacción del agua con los demás constituyentes de los alimentos, y es una medida in directa del agua disponible para llevar acabo diversas reacciones como son oxidación de lípidos, reacciones hidrolíticas y, de oscure cimiento; así como del crecimiento de hongos, levaduras y bacterias. (8)

En los alimentos la sal ha sido ionizada, colectando moléculas de agua alrededor de cada ión (hidratación iónica). A mayor concentración de sal más agua empleada para hidratar los iones. (19)

En soluciones concentradas la sal aumenta la presión osmótica, ésta presión es suficiente para extraer el agua de las membranas de células microbianas, evitando la difusión normal del agua y provocando la deshidratación del protoplasma y finalmente la plasmólisis. Otros efectos del cloruro de sodio sobre los microorganismos incluyen: reducción de la solubilidad del oxígeno del agua, sensibilización de las células al CO_2 e interferencia con la acción de enzimas proteolíticas. Desde el punto de vista enzimático, una elevada concentración de electrolitos inactiva las enzimas y en algunos casos pequeñas concentraciones del catión Na^+ es capaz de alterar la estabilidad de estas. (20,1,8)

La efectividad de la sal como preservativo puede aumentarse al reducir el pH del alimento y/o al almacenarlo a bajas temperaturas. (19)

De los microorganismos que contaminan los alimentos el Staphylococcus aureus es el más resistente a los efectos de la sal y puede crecer en concentraciones de salmuera del 14 al 15 % entre un pH de 5 y 7. Excepto algunas bacterias halofílicas y levaduras son capaces de crecer en soluciones saturadas (o casi saturadas), los otros microorganismos son más sensibles a la sal que S. aureus. (20)

2.3 METODOS PARA DETERMINACION DE CLORURO DE SODIO EN ALIMENTOS

2.3.1 Método Potenciométrico para Cloruros (7)

El producto es dispersado en agua y acidificado; los cloruros en solución son titulados potenciométricamente con AgNO_3 . Este método es aplicable a niveles mayores o iguales a 0.03 % de NaCl. Por conveniencia en los cálculos, pesos o volúmenes y normalidad son especificados de manera que $1 \text{ ml } \text{AgNO}_3 = 0.1 \% \text{ NaCl}$.

Aparatos: Balanza analítica, electrodo de plata, electrodo de vidrio (de referencia), agitador magnético, potenciómetro (de preferencia lectura directa de pH, con escala de divisiones de 10 mv o menos)

Reactivos: Acido nítrico diluido (1 + 49), solución estándar de nitrato de plata (0.0856 N), solución estándar de cloruro de sodio, agua destilada o deionizada, libre de halógenos.

Este método puede aplicarse a carnes, pescados, cereales, queso, etc. En general a muestras líquidas claras de baja viscosidad, muestras heterogéneas, de baja humedad, de difícil dispersión y homogéneas.

Determinación: Estandarizar la solución de NaCl; pipetear 25 ml de ésta solución y diluir hasta 50 ml, adicionar 50 ml de HNO_3 (1+49). Se insertan los electrodos, agitar vigorosamente. Titular con la solución estándar de AgNO_3 , hacer la lectura de mv contra ml de AgNO_3 (usar 50 ml de AgNO_3 para obtener la curva completa). Encontrar el punto de inflexión de la curva para conocer la normalidad de la solución.

Para la muestra en general, pesar menos de 5 g si contiene $\geq 5 \%$ de NaCl. Diluir a 50 ml y adicionar 50 ml de HNO_3 y titular con la solución estándar de AgNO_3 de normalidad conocida y encontrar el punto de inflexión para conocer los ml de AgNO_3 gastados.

$$\% \text{ NaCl} = \text{ml } \text{AgNO}_3 \times N \text{ AgNO}_3 \times 0.05844 \times \frac{100}{\text{g de muestra}}$$

2.3.2 Método Volumétrico para Cloruros (7)

En carnes se determina apartir de las cenizas (2.5 a 3 g).

Reactivos: Solución de AgNO_3 (0.1 N) estandarizar contra una solución 0.1 N de NaCl . Solución estándar: de tiocianato de amonio 0.1N.

Indicador férrico: solución saturada de $\text{FeNH}_4(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

Determinación: Adicionar un exceso de solución 0.1N de AgNO_3 , hasta precipitar todos los cloruros como AgCl , adicionar 20 ml de HNO_3 . Hervir en un baño de arena o parrilla por 15 minutos para disolver los sólidos excepto el AgCl . Enfriar y adicionar 50 ml de H_2O y 5 ml del indicador. Titular con la solución de tiocianato (NH_4SCN) hasta que el color café claro permanezca. Restar los mililitros usados de NH_4SCN . 0.1 N de los mililitros adicionados de AgNO_3 y calcular la diferencia como NaCl . Con 10 g de muestra cada ml de AgNO_3 (0.1N) equivale a 0.58 % de NaCl .

$$\% \text{NaCl} = \left[\left(\frac{\text{ml } 0.1\text{N } \text{AgNO}_3}{2} \right) - \text{ml } 0.1\text{N } \text{NH}_4\text{SCN} \right] \times 0.5844 \times \frac{100}{50} \times W$$

W = gramos de muestra

2.3.3 Método Gravimétrico para Cloruros (58)

Colocar en una cápsula de platino 5 g de muestra y humedecer con 20 ml de una solución de Na_2CO_3 al 5 %, evaporar a sequedad y calcinar tanto como sea posible a $\leq 500^\circ \text{C}$. Extraer con agua caliente filtrar y lavar. Regresar el residuo a la cápsula de platino y calcinar a cenizas; disolver en HNO_3 (1+4), filtrar, lavar completamente y adicionar esta solución a la agua extraída.

A esta solución adicionar un ligero exceso de AgNO_3 al 10 %. Calentar a ebullición, proteger de la luz y dejar reposar hasta que el precipitado coagule. Filtrar sobre un gooch pesado previamente y secado a $140-150^\circ \text{C}$, y lavar con agua caliente, probando que el filtrado tenga un exceso de AgNO_3 . Secar el AgCl a $140-150^\circ \text{C}$, enfriar y pesar. Reportar como % Cl.

2.3.4 Método Potenciométrico para Sodio (7)

Método del electródo con ión selectivo. Aplicable a alimentos que contienen ≤ 100 mg Na/100 g. Dieta especial.

Aparatos: Electródo selectivo al ión sodio combinado, papel para graficar, agitador magnético, potenciómetro con escala de pH y mv.

Reactivos: Solución buffer con pH = 10.2. Una solución patrón de NaCl (10 mg/ml), soluciones estándar de 0.1, 1.0 y 2 mg/ml de NaCl.

Determinación: Pesar 10 g de muestra y diluir a 100 ml con la solución buffer. Mezclar y transferir a un vaso de 150 ml. Para alimentos con 0-5 mg de sodio (aproximadamente). Sumergir el electródo en el vaso con la muestra y agitar magnéticamente de 2 a 5 min. al equilibrio. Registrar el potencial en mv, colocar en una bureta 10 ml de la solución 0.1 mg Na/ml y adicionar y leer los mv, trazar la lectura de mv vs. ml sobre papel gráfico y leer los mg de Na en la muestra. Hacer la determinación de un blanco en una solución buffer y leerlo en la gráfica. Para alimentos con 5-50 mg proceder de la misma forma pero usando la solución de 1.0 mg Na/ml. De la misma forma para alimentos con 50-100 mg Na/ml usando la solución de 2.0 mg Na/ml.

$$\text{mg Na/100 g alimento} = \frac{(S - B) \times 100}{W}$$

Donde S = mg Na en la muestra

B = mg Na en el blanco

W = g de muestra

2.3.5 Método de Absorción Atómica para determinar Sodio (76)

La técnica de espectrofotometría de absorción atómica está basada en la absorción de luz por átomos disociados libres de la muestra, ésta es producida por una flama o por una flama o por una simple disociación térmica del material inorgánico.

Para la determinación de sodio por éste método puede usarse la atomización a la flama. La muestra se introduce en forma de finas gotas, las reacciones químicas producidas a alta temperatura destruyen la materia orgánica en la muestra y disocian los compuestos inorgánicos en átomos libres.

Los átomos de sodio absorben luz a longitudes de onda de 589 y 330.2 nm. Por medición de la absorción a éstas longitudes de onda la concentración de sodio puede conocerse.

Las muestras para determinar sodio pueden prepararse por los métodos de cenizas húmedas, cenizas secas o por hidrólisis ácida. La muestra debe ser una solución homogénea y de baja viscosidad.

El límite de detección para el sodio en flama de aire-propano es de 0.0002 μ g/ml.

También puede usarse un atomizador térmico de grafito, la muestra se coloca en un pequeño tubo de éste material y un calentador eléctrico programado lleva a cabo la disociación. El límite de detección para un atomizador de varilla de carbón es menos que 0.00002 g/ml de muestra.

2.4 NORMALIZACION Y SUSTITUTOS DE SAL

La Administración de Drogas y Alimentos (FDA) propuso en 1981 un programa para reducir la ingesta de sodio. Este programa incluye cinco puntos:

- 1) Proponer cambios en el etiquetado de alimentos, donde se resalte el contenido de sodio.
- 2) Incitar a la industria de alimentos a reducir voluntariamente la cantidad de sodio adicionada a los alimentos procesados y lanzar al mercado una variedad de alimentos con bajo contenido de sodio.
- 3) Fomentar la educación del consumidor para que entienda la relación entre el sodio y la presión sanguínea elevada.
- 4) Hacer un monitoreo de los cambios en el consumo nacional de sodio y del cumplimiento de los puntos anteriores.
- 5) Considerar la necesidad de una nueva legislación, únicamente si los esfuerzos voluntarios de la industria fallan. (62,79)

Más tarde la FDA estableció la definición de términos para describir el contenido de sodio en los alimentos procesados, basándose en prácticas médicas y dietéticas. Observar cuadro 2.8

Cuadro 2.8 Definición de Términos que describen el contenido de sodio en alimentos procesados según la FDA. (28)

Libre de sodio	5 mg de sodio o menos por ración		
Bajo en sodio	35	"	"
Moderadamente bajo en sodio	140	"	"
Sodio reducido	Reducción de 75 % o más de sodio.		

Después de dos años de iniciado el programa, el principal progreso ha ocurrido en la moderación voluntaria del contenido de sodio en alimentos comunes; por ejemplo hay nuevas líneas de productos no adicionados de sal en el mercado. Las compañías más grandes en el extranjero han lanzado una amplia variedad de productos libres de sodio, entre los cuales están: vegetales empacados, pastas, quesos, pan, margarina, papas fritas y otras botanas, sopas y cereales preparados, atún enlatado, salsa de soya, etc. (82,83,42)

Incluso existen ya en el mercado sustitutos de sal en los que el principal componente es el KCl. Otros ingredientes reportados en la etiqueta son: bitartrato de potasio, glutamato de potasio, ácido adípico, ácido fumárico, polietilenglicol e inosinato disódico. Estos actúan como potenciadores o acidificantes, los cuales modifican lo amargo del cloruro de potasio.

Estos productos son caros ya que el cloruro de potasio no es tan accesible como el cloruro de sodio y también debe de refinarse. El proceso de refinación da al cloruro de potasio la apariencia de sal lo cual ayuda a una mayor aceptación del producto. (73,78)

Algunos estudios han sostenido la teoría que incrementando la ingesta de cloruro de potasio puede reducir la presión sanguínea de pacientes hipertensos, aún en la presencia de un exceso de cloruro de sodio. Se ha reportado que el cloruro de potasio ejerce una acción protectora contra el sodio que induce la hipertensión en animales, y reduce la presión de la sangre de niños diabéticos que toman un exceso de sal en sus dietas. (61)

Algunos consumidores, particularmente aquellos que necesitan reducir moderadamente el sodio en sus dietas, se han beneficiado de el uso de mezclas de cloruro de sodio y potasio para "salar" sus comidas.

El cloruro de sodio puede ser mezclado con cloruro de potasio en relación de 1:1 sin tener un cambio notable en el sabor para muchos consumidores. El uso exclusivo de tal mezcla como "sal de mesa" puede reducir a 1.5 g de sal (600mg de sodio) la dieta promedio.

Sin embargo, cantidades excesivas de potasio en la dieta, deben evitarse (excepto bajo instrucciones médicas) por su potencial de toxicidad a niveles muy altos. (26)

En Estados Unidos existen ya en el mercado productos que reemplazan al cloruro de sodio. Formulaciones que contienen: cloruro de potasio, glutamato de potasio, ácido glutámico y silicato de calcio. Conocido comercialmente como Neobakasal. (4)

Una línea de productos llamados Z yeast ofrece extractos autolizados de levaduras que mezclados en diversas proporciones con el cloruro de potasio e mascara el sabor amargo de éste. Estos pueden usarse en productos procesados tales como carnes, cereales, pan, aderezos, margarinas, salsas, etc. (23)

	Ocasional 1 vez/mes	1 vez ca- da 15 días	1 vez por semana	3 veces por sem	Diario	Cantida consumi
acos	_____	_____	_____	_____	_____	_____
verduras	_____	_____	_____	_____	_____	_____
patatas:	_____	_____	_____	_____	_____	_____
hicharrón	_____	_____	_____	_____	_____	_____
quesadillas	_____	_____	_____	_____	_____	_____
quesos	_____	_____	_____	_____	_____	_____
quesos	_____	_____	_____	_____	_____	_____
quesitos	_____	_____	_____	_____	_____	_____
chichitos	_____	_____	_____	_____	_____	_____
carritas	_____	_____	_____	_____	_____	_____
quesos fritos	_____	_____	_____	_____	_____	_____
quesitos	_____	_____	_____	_____	_____	_____
quesos	_____	_____	_____	_____	_____	_____
quesadillas	_____	_____	_____	_____	_____	_____
quesón	_____	_____	_____	_____	_____	_____
quesorizo	_____	_____	_____	_____	_____	_____

14.- Marque con una X la forma más usual de cocinar sus alimentos:

	El más usado	Poco	Casi nunca
Manteca	_____	_____	_____
Mantequilla	_____	_____	_____
Agua	_____	_____	_____
Aceite	_____	_____	_____

15.- ¿Acostumbra leer las etiquetas de los alimentos procesados, para saber los ingredientes que contienen? SI ___ NO ___

16.- ¿Esto influye en su decisión de llevar el producto?
SI ___ NO ___

17.- Comentarios:

3.1.1 OBJETIVOS DE LA ENCUESTA

Se elaboró un cuestionario prototipo con el objeto de encontrar cifras que revelen ciertas tendencias entre la ingesta de sal, hipertensión y otros factores; así como para tener una idea aproximada del uso de sal a discreción tanto para cocinar como en la mesa.

Este cuestionario se aplicará a una población de alumnos de nivel medio superior de la Facultad de Química. Con esto se pretende tener un estudio preliminar, para posteriormente ser aplicado a una población más representativa en donde se puedan detectar otras variables que surgan de las sugerencias de una primera aplicación.

Dicha encuesta deberá contestarse por una persona, aportando a du vez datos familiares y personales.

La pregunta 2 tiene por objeto relacionar la edad con posibles enfermedades cardiovasculares y desórdenes metabólicos con la ingesta de sal. Las preguntas 3 y 4 pretenden evaluar la cantidad de sal que aproximadamente se consume diariamente por cada miembro de la familia. Lo cual nos habla de la sal usada para cocinar y la sal a día creción en la mesa. La pregunta 5 trata de descartar el nivel de colesterol como factor predominante en dichos trastornos; y la número 6 encontrar una causa conjunta, es decir, un nivel de colesterol a ingesta de sal elevados. La pregunta 7 descarta cualquier otra razón u origen.

El punto 8 dará el número de hipertensos y su edad; para posteriormente relacionarlo con la cantidad de sal que ingieren. El 9 averigua si dichos hipertensos tienen el hábito de fumar; ya que este factor también contribuye a elevar la presión sanguínea.

Las preguntas 10, 11 y 12 tienen por objeto identificar los individuos con problemas de arteriosclerosis, su edad y conocer su consumo de sal, ya que este trastorno es causante de hipertensión. En la número 13 se contesta personalmente; en ella se enlista una serie de alimentos como golosinas, antojitos, alimentos "chatarra" y otros que se consideran ricos en sal y de frecuente consumo; con ésta pregunta se pretende analizar los hábitos alimenticios de la población.

El punto 14 analiza la tendencia de consumo de grasas de origen animal o de origen vegetal en la población. Las preguntas 15 y 16 revelarán la forma en que el consumidor usa la información de las etiquetas de alimentos procesados.

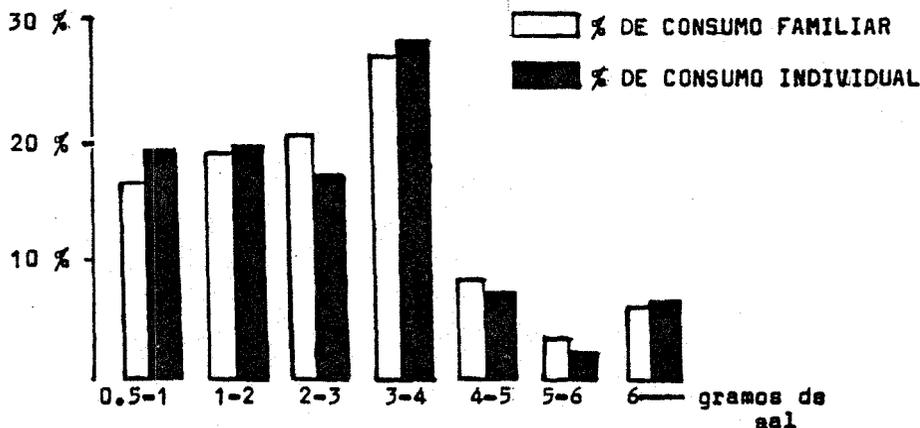
3.1.2 RESULTADOS DE LA ENCUESTA

La encuesta preliminar aplicada a un grupo de 63 estudiantes de toxicología de la Facultad de Química de la UNAM, corresponden a 63 familias con un total de 355 personas.

De los datos obtenidos podemos observar que casi el 27 % de las familias consumen de 3 a 4 g de sal diarios por persona, en segundo lugar el 20.6 % de las familias tienen un consumo de 2 a 3 g de sal. Fig. 3.1

En forma personal el 28.45 % de la población consume de 3 a 4 g. Sin embargo, aquí aumenta el consumo en el rango de 0.5 a 2 g de sal diarios. Fig. 3.1

Fig. 3.1 Distribución del consumo de sal respecto al porcentaje de consumo de familias y porcentaje de consumo individual.



Un dato importante es el de los hipertensos conocidos que fué de 9 % del total de personas. De los cuales el 90 % tiene 45 años ó más y el 10 % tiene 24 años. Del mismo grupo de hipertensos encontramos que el 51.5 % de éstos consumen entre 3 y 6 g de sal. Es interesante resaltar que el 48.5 % de hipertensos conocidos con un consumo menor a 2.9 g de sal, están concientes de las consecuencias de una elevada ingesta de sodio. Observar Cuadro 3.1

Cuadro 3.1 Hipertensos Identificados

No. Hipertensos Identificados	Edad	Porcentaje (%)
33	-	9 del total de personas evaluadas
3	24 años	10 de los hipertensos identificados.
30	45 años	90 de los hipertensos identificados.

Del 9 % de los hipertensos: el 51.5 % consume entre 3 y 6 g de sal y el 48.5 % consume menos de 2.9 g de sal.

El 63 % de los encuestados leen las etiquetas de alimentos procesados y lo consideran para su consumo, el 22 % las lee sólo por curiosidad y el 15 % restante nunca averigua su contenido. En este punto debemos considerar que esta población la componen estudiantes de tecnología de alimentos quienes deberían tener mayor inquietud en este sentido.

Pudimos observar que el consumo de antojitos y botanas es también bastante generalizado, entre ésta población. Debido posiblemente al hecho de que los alumnos permanecen la mayor parte del día en la Universidad. Por lo tanto este punto variará considerablemente de acuerdo con el tipo de población.

Creemos que este cuestionario nos da una idea bastante aproximada del consumo de sal en casa y su reflejo con problemas cardiovasculares. Aunque presenta limitantes, en la pregunta 13 donde es extremadamente difícil, aún para un sólo individuo, saber con que frecuencia consume ese tipo de alimentos; además sólo puede aplicarse en hogares donde toda la familia come diariamente en casa y actualmente el ritmo de vida no lo permite en ocasiones, en tal caso es necesario otro tipo de encuesta.

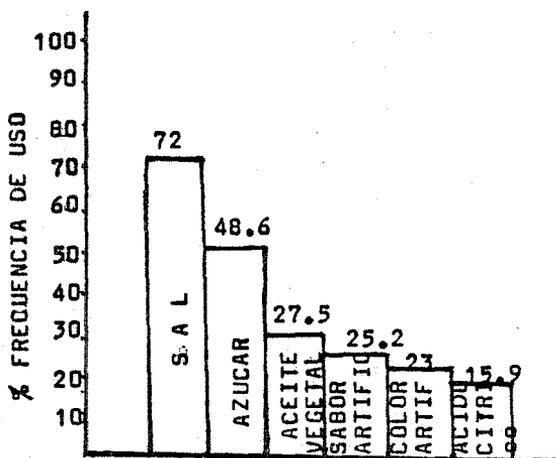
Este tipo de estudio, es un estudio transversal, ya que depende y varía de un momento a otro en la vida del que responde la encuesta. Para tener resultados más representativos de la población del país es necesario hacer estudios de seguimiento, en los que se registren las variables a través del tiempo y en otros tipos de poblaciones. Por ejemplo registrando el consumo de sal y otros factores (de gentes jóvenes) así como su presión arterial hasta el momento en que aparezcan cifras patológicas.

3.2 INFORMACION EN ETIQUETA

Se llevó a cabo una revisión en diferentes tiendas de autoservicio del Distrito Federal, de la información declarada en la etiqueta de una amplia variedad de productos tales como: cárnicos, lácteos, botanas, conservas, refrescos, jugos y néctares, dulces, sazonadores y condimentos, salsas y aderezos, sopas, comida preparada, harinas preparadas, productos de panadería, alimentos para niños etc.

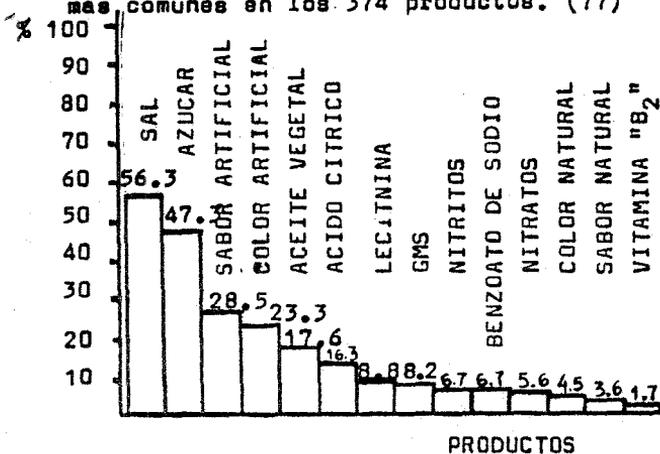
Sumando un total de 790 productos procesados, de los cuales el 72 % declaran abiertamente el uso de cloruro de sodio en su formulación. El 28 % restante pertenece a los refrescos y bebidas de frutas las cuales no utilizan sal para su elaboración. En dichas etiquetas sólo se hace referencia a la presencia de sal yodada o sal como conservador pero en ninguna de ellas menciona la cantidad de ésta en el producto. Así también, de éstos productos el 48.6 % agregan azúcar y aceite vegetal en un 27.5 %. Véase Fig. 3.2

Fig. 3.2 Porcentaje de aditivos reportados en la etiqueta de 790 productos procesados en Distrito Federal.



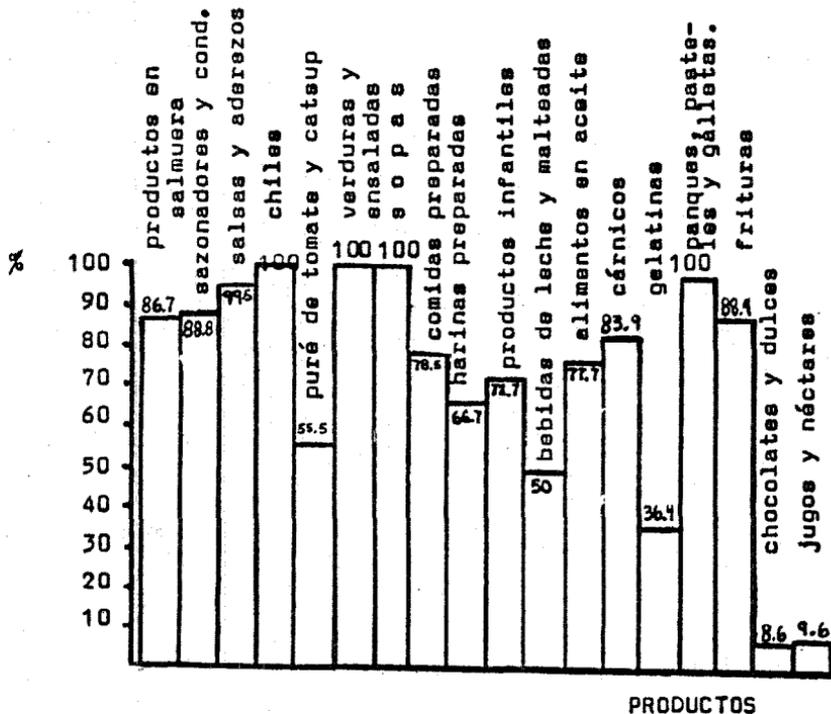
Otro estudio en donde se analizaba 374 etiquetas, presenta un perfil más amplio de aditivos sin particular en sal. La finalidad de dicho trabajo fué determinar cuales son los aditivos más comúnmente usados en productos procesados. Fig. 3.3 (77)

Fig. 3.3 Porcentaje de uso de los ingredientes más comunes en los 374 productos. (77)



En dicho estudio se reportan los porcentajes en que el cloruro de sodio es usado en los diferentes tipos de alimentos procesados. Fig. 3.4

Fig. 3.4 Porcentaje de uso de sal (77)



CAPITULO IV

IMPORTANCIA FISIOLÓGICA DEL SODIO Y CLORO

4.1 FUNCIÓN DEL SODIO

Este elemento es el principal componente de los cationes del líquido extracelular. Mantiene la presión osmótica de los líquidos corporales y está asociado en gran parte al cloro y al bicarbonato en la regulación del equilibrio ácido-básico. Además de preservar la excitabilidad normal de los músculos y la permeabilidad de las células.

Aproximadamente una tercera parte del contenido total de sodio del cuerpo existe en la parte inorgánica del esqueleto. Sin embargo, la mayor parte del sodio se encuentra en los líquidos extracelulares del organismo como podemos observar en el cuadro 4.1 (27)

Cuadro 4.1 Distribución del sodio en el cuerpo, en mEq/kg de peso corporal y porcentaje de sodio total corporal. (27)

Sodio Extracelular	mEq/kg	% del total
Plasma -----	6.5	11.2
Líquido intersticial----	16.8	29.0
Tejido conjuntivo denso y cartílago -----	6.8	11.7
Sodio de los huesos		
Intercambiable-----	6.4	11.0
no intercambiable--	14.8	25.5
Transcelular-----	<u>1.5</u>	<u>2.6</u>
Total extracelular	52.8	91.0
Total intracelular	<u>5.2</u>	<u>9.0</u>
	58.0	100.0
Sodio intercambiable corporal	41.0	70.7

Una de las funciones más importantes del sodio, es mantener un mecanismo de transporte activo para diferentes sistemas funcionales del cuerpo, por ejemplo para la transmisión de impulsos de las fibras nerviosas y musculares, en diversas glándulas para la secreción de varias sustancias, y en todas las células del cuerpo para evitar la hinchazón celular. (27, 35)

4.1.1 BOMBA DE SODIO-POTASIO

En la mayor parte de los tejidos, la bomba de sodio-potasio que se encarga del acoplamiento del transporte activo de Na^+ fuera de la célula y K^+ hacia adentro, es una enzima que cataliza la hidrólisis de ATP a adenosindifosfato (ADP), y recibe el nombre de adenosintrifosfatasa activada por Na^+ y K^+ (ATPasa Na^+-K^+). El ATP proporciona la energía para el transporte. La bomba saca tres Na^+ por cada dos de K^+ que introduce a la célula. Su actividad es inhibida por la ouabaina y los glucósidos digitálicos relacionados, que se emplean en el tratamiento de la insuficiencia cardíaca. Esta bomba es una bomba electrogénica, es decir, produce un movimiento neto de cargas positivas hacia el exterior de la célula. La cantidad de sodio proporcionada a la bomba puede ser el factor limitante de frecuencia en su operación.

La ATPasa se encuentra en todas las regiones del cuerpo. En algunos tejidos el transporte activo de Na^+ está acoplado al transporte de otras sustancias. Por ejemplo las membranas de las células de la mucosa del intestino delgado contienen una proteína que transporta glucosa hacia el interior de la célula sólo si el Na^+ se une a la proteína y son simultáneamente transportados. De las células, la glucosa difunde a la sangre, el Na^+ siguiendo el gradiente electroquímico. Otros nutrientes son resorbidos de manera similar. En el cerebro, el transporte de ATPasa Na^+-K^+ está acoplado a la recaptación de neurotransmisores. En el corazón, ésta enzima afecta indirectamente el transporte de Ca^{2+} debido a una proteína en la membrana de las células del músculo cardíaco que intercambia Ca^{2+} intracelular por Na^+ .

El transporte activo de Na^+ y K^+ es uno de los principales consumidores de energía en el organismo y probablemente es la parte más importante del metabolismo basal. El mantenimiento del volumen y presión normales de las células dependen de la bomba de sodio-potasio. Ya que si ésta no existiera, el Cl^- y el Na^+ entrarían a la célula siguiendo sus gradientes de concentración, y el agua seguiría a lo largo del gradiente osmótico así formado, haciendo que la célula se hinchara hasta que la presión interna neutralizara la entrada. (41,38)

4.2 FUNCION DEL CLORO

El cloro existe en el cuerpo casi completamente como ión cloruro. En el fluido extracelular se encuentran más de 100 g de cloruro presentes, también se encuentra en menor cantidad en los eritrocitos y en menor grado en otras células.

El cloruro corresponde a las dos terceras partes de los aniones totales del fluido extracelular. Es importante en la regulación de la presión osmótica, el equilibrio del agua y el equilibrio ácido-base. Es el principal anión del jugo gástrico y está acompañado por el ión hidrógeno en lugar de por el ión sodio, proporcionando el medio ácido para la activación de las enzimas gástricas (principalmente: α -amilasa salival, α -amilasa pancreática y pepsinas) y la digestión en el estómago.

El cloruro en exceso se excreta rápidamente y en forma paralela a la excreción de sodio. El sudor y las heces contienen cantidades variables de cloruro acompañados de sodio y potasio.

No se han determinado las necesidades del cloro, pero se cree que un consumo adecuado de sodio lo es también para el cloro. (27,35)

4.3 REQUERIMIENTOS DE SODIO

El sodio y el cloro son constituyentes normales y necesarios de los tejidos y fluidos corporales; deben ser provistos en la dieta. Sin embargo, la cantidad exacta requerida por el ser humano ha sido difícil de fijar. Algunos estimados del requerimiento mínimo diario de sodio para un adulto van desde el más bajo que se reportó por Dahl en 1958 y es de 25 a 50 mg de sodio por día (aproximadamente 0.06 a 0.12 g de sal, la cual contiene 39 % de sodio), hasta el estimado más frecuente reportado en la bibliografía que es de 200 mg de sodio por día (0.5 g de sal). (26,16,44,61,85)

El requerimiento mínimo diario de sodio para un niño se ha estimado entre 100 a 200 mg (cerca de 0.25 a 0.5 g de sal); este valor es en relación peso a peso, más alto que el de un adulto debido a los valores de crecimiento y las grandes pérdidas de sodio por las heces y la piel. (44)

No conocemos dietas nacionales con cantidades tan pequeñas de sal, sólo se conocen culturas vegetarianas las cuales usan normalmente medio gramo de sal (150 a 200 mg de sodio). Pero para el consumidor promedio ésta dieta parece ser "desabrida y aburrida". (26)

4.4 ASPECTOS DE LA SALUD EN RELACION CON EL SODIO

Más del 20 % de la población del mundo sufre de hipertensión, de acuerdo a estudios realizados por profesionales de la salud; y de este 20 % cerca de el 90 % de los casos estudiados sufren de hipertensión esencial (cuando la causa del padecimiento no puede ser determinada). (14)

Puesto que el ión sodio juega un papel primario en la regulación fisiológica de los fluidos del cuerpo, es lógico asumir que éste es capaz de influir sobre la presión sanguínea. (26)

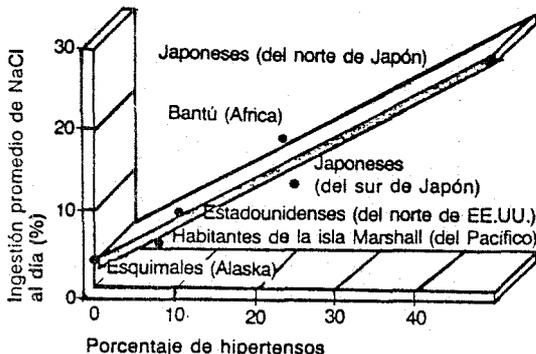
Las investigaciones sobre el posible papel del sodio en la hipertensión esencial llevan 60 años. En general todavía no es posible aceptar que el sodio causa hipertensión, sin embargo, existen numerosos estudios epidemiológicos los cuales prueban que en sociedades primitivas donde la sal era poco o nada usada, no se presentó hipertensión. (20) Dichas evidencias epidemiológicas son bastante fuertes, pero existen otras evidencias igualmente fuertes de que la relación no es simplemente una. (81)

Por otro lado, en casos clínicos de pacientes con hipertensión esencial que no están medicados y bajan su consumo de sal a un gramo, paralelamente disminuyen sus cifras hipertensivas y vuelven a incrementarse cuando las cantidades de sodio aumentan. Esta restricción de sodio reduce la presión sanguínea en algunos individuos paro en otros, no. (11) En tanto que la gente con una presión normal generalmente no presenta aumento en ella aún cuando se alimente con niveles de sodio excesivos. (14)

Una tercera evidencia que relaciona al sodio con la hipertensión, es la respuesta positiva de animales experimentales, a los cuales ingirieron una dieta elevada en cloruro de sodio. (81)

En muchos (pero no en todos) estudios de varias poblaciones étnicas, ha habido positivas correlaciones entre el estimado promedio de consumo de sal y su incidencia con la hipertensión. (25) Observar la Fig. 4.1

Fig. 4.1 Porcentajes de hipertensos contra ingestión promedio de NaCl al día (%) en diferentes países. (67)



En los últimos decenios, es evidente la influencia de las cifras de presión arterial sobre la mortalidad cardiovascular, (51) y debido a la teoría moderna que afirma tratarse de una enfermedad pluricausal, se tiende a considerar a la hipertensión más como un factor de riesgo que como una enfermedad bien definida.

La hipertensión arterial incrementa la mortalidad general fundamentalmente por favorecer la aparición de: Insuficiencia cardíaca congestiva; Insuficiencia renal; cardiopatía coronaria; accidente vascular cerebral.

El riesgo de muerte por enfermedad cardiovascular, a su vez, se ve notablemente incrementado cuando la hipertensión coexiste en un mismo individuo con otros de los denominados factores de riesgo, esencialmente con los considerados de primer orden: el hábito de fumar y un consumo excesivo de sal. (66)

Entre las consecuencias socioeconómicas de la hipertensión arterial es que ésta importante afección es la más frecuente, solo superada ocasionalmente por las enfermedades respiratorias. En segundo lugar se pierde gran cantidad de población trabajadora en la edad óptima de producción (gran parte de hombres hipertensos fallecen entre los 40 y los 60 años). También existe un incremento en el número de personal médico, pensiones y bajas laborales anticipadas. (72)

4.5 PRESION ARTERIAL. GENERALIDADES

Ante la problemática mundial de hipertensión es necesario definirla y explicarla brevemente para poder entender la complejidad de todos los factores que se le asocian.

PRESION ARTERIAL:

El sistema cardiovascular tiene como función asegurar el adecudo aporte de oxígeno a todas las células del organismo. Dicho aporte rige por dos principios fundamentales:

- 1.- Economía de consumo (no aportar más del necesario)
- 2.- Adaptación a las demandas territoriales.

La consecución de ello depende de dos tipos de sistemas reguladores:

- 1.- Regulación general adaptada al organismo.
- 2.- Regulación territorial, independiente de la anterior pero estrechamente relacionada con ella.

Por las características biológicas del organismo humano la sangre es conducida a través de las arterias a partir del corazón. Las arterias van ampliando paulatinamente su lecho, y al mismo tiempo, disminuyen su calibre a medida que se alcanzan los órganos efectores (ojo, corazón, pulmones, estómago, intestino, hígado, etc.) Esta disminución de calibre origina una resistencia al paso de la sangre, por lo que es preciso imprimir una fuerza o presión para que la corriente pueda vencer aquella resistencia. (67)

De ésto se deduce que el aporte de la sangre necesaria a los órganos demandantes depende de dos factores esenciales: la cantidad de sangre y la resistencia que se opone a su paso.

De la interacción de ambos resulta la presión arterial, que puede expresarse como:

$$\text{PRESION ARTERIAL} = \text{VOLUMEN} \times \text{RESISTENCIA}$$

Es importante resaltar que la presión arterial sólo depende de éstos dos factores y que el corazón deberá imprimir el empuje o fuerza necesarios para que en el interior del árbol vascular arterial se alcance el nivel de presión sanguínea necesario.

Puesto que el corazón funciona con una intermitencia de períodos sístole-diástole, el árbol arterial conectado con el ventrículo izquierdo en cada en cada contracción sistólica recibe una cantidad determinada de sangre (volumen sistólico), a una determinada presión, que distiende las paredes arteriales elásticas. Esta presión recibe el nombre de presión sistólica o máxima (p.a.s.). (38,41)

Una vez cerradas las válvulas aórticas, en el período de diástole, la elasticidad vascular y el propio volumen circulante contribuyen a mantener un gradiente tensional, a ésta presión se le denomina presión arterial diastólica o mínima. (p.a.d.). (18,38)

La resultante de ambas es la presión arterial media (p.a.m.) que no se corresponde con la media aritmética de ambas presiones y que, en definitiva, es la que hemodinámicamente importa puesto que es la que mantiene un flujo ininterrumpido de sangre hacia los órganos periféricos. Como se puede observar en la Fig. 4.2 y 4.3. (41,67)

4.5.1 REGULACION DE LA PRESION ARTERIAL

Si tenemos en cuenta que el ahorro de energía es el principio que rige la economía del organismo humano, fácilmente se comprende que la presión arterial no puede ser una constante rígida sino que debe presentar amplias oscilaciones dependiendo de las circunstancias cambiantes. De acuerdo con ésta idea, la presión arterial se comporta como una función de adaptación biológica frente a las variaciones ambientales internas o externas al individuo. (33)

Fig. 4.2 Gráfica de la presión arterial sistólica, diastólica y media. (60)

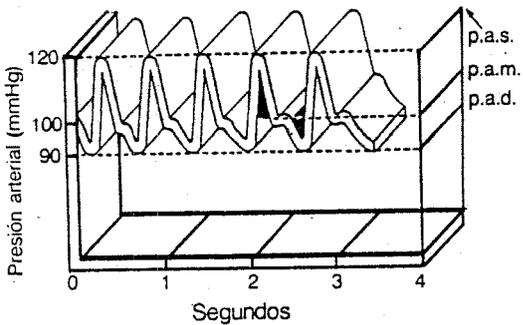
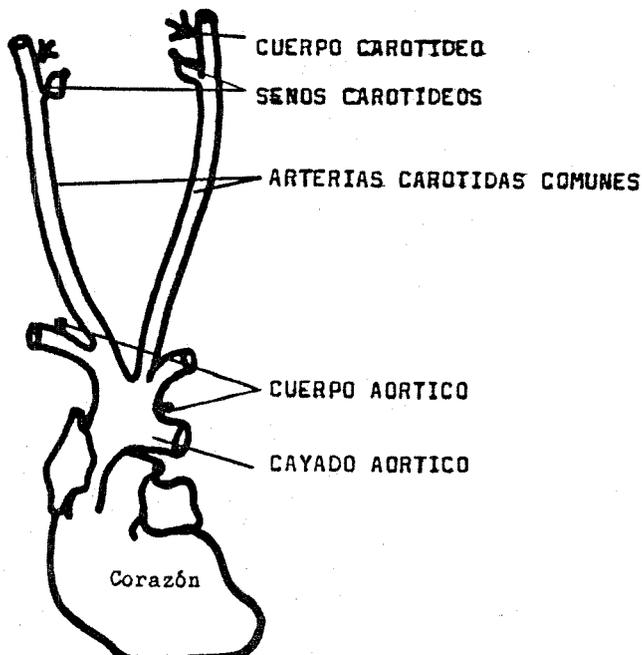


Fig. 4.3 Ecuación de la presión arterial media. (67)

$$\text{p.a.m.} = \frac{\text{p.a.s.} - \text{p.a.d.}}{3} + \text{p.a.d.}$$

Fig. 4.4 Localización de los senos carotídeos y cayado aortico. (27)



A lo largo del día la presión experimenta continuas variaciones, relacionadas con las distintas actividades y estados corporales. (31)

El registro continuo de las cifras permite detectar un pico máximo, uno mínimo y uno medio para un día determinado, lo que nos puede dar idea de la relativa arbitrariedad de una sola determinación al azar. Partiendo de la base que la finalidad de la presión arterial consiste en mantener un adecuado suministro de sangre a los órganos, a lo largo del tiempo y en cualquier circunstancia, se comprende entonces la existencia de mecanismos finos de regulación que permitan conseguir eficazmente aquel objetivo vital. (36)

Los mecanismos que intervienen en la regulación de la presión arterial permite dividirlos en tres grupos:

- 1.- De acción rápida y fugaz
- 2.- De acción intermedia
- 3.- De acción lenta y sostenida

I MECANISMOS DE ACCION RAPIDA Y FUGAZ

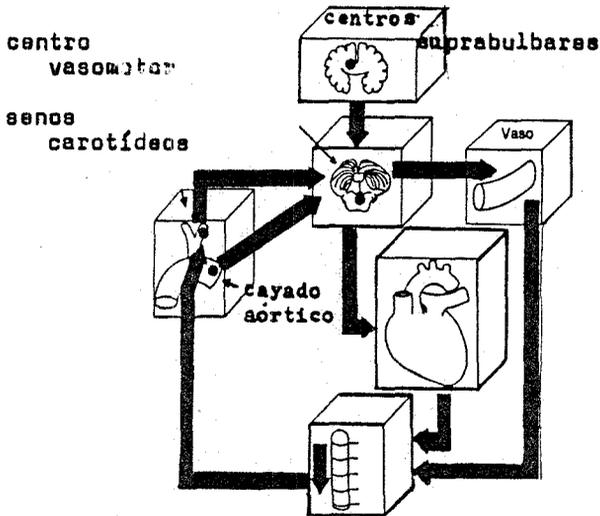
Se caracterizan por dar una respuesta adaptativa rápida, en menos de un minuto, una vez desencadenado el estímulo que altera la presión arterial, y de corta duración. Comprenden:

A) Baroceutores. Las elevaciones o descensos tensionales estimulan unos receptores de presión situados a nivel de los senos carotídeos y del cayado aórtico, los cuales, a través de un arco reflejo que pasa por el centro vasomotor del bulbo y recibe la influencia de centros suprabulbares, desencadenan unos estímulos que llegan al corazón y a los vasos periféricos y tienden a retornar la presión arterial a sus valores primitivos. (38) Observar Fig. 4.4.

B) Quimiceutores. Los descensos de presión arterial originan una disminución del aporte de sangre y de oxígeno que es detectado a nivel de los quimiceutores carotídeos y aórticos, los cuales, mediante un arco reflejo que pasa por el bulbo raquídeo (centro vasomotor), ponen en marcha los estímulos antes citados (especialmente los vasculares) para así devolver las cifras de presión a la normalidad. (41,33)

C) Respuesta Isquémica del Sistema Nervioso Central. Cuando se produce una isquemia cerebral (el riego sanguíneo para el cerebro cae a valores muy bajos), provocando una hipotensión, el centro vasomotor se vuelve muy activo por la elevada concentración de bióxido de carbono y la presión arterial se eleva hasta un valor suficientemente alto para que el corazón pueda efectuar su acción de bomba. Se cree que este mecanismo actúa solo cuando la presión arterial media descendiera por debajo de 50 mm Hg. (60)

Fig. 4.5 Esquematización de mecanismos de acción rápida y fugaz. (67)



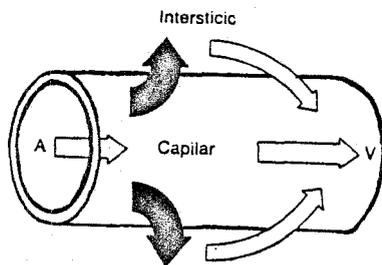
II MECANISMOS DE ACCION INTERMEDIA.

Estos mecanismos reguladores entran en acción en los primeros siguientes minutos a la actuación del estímulo perturbador de la presión y se mantienen prolongadamente en el tiempo. Comprenden:

A) Relajación Tensional. Cuando la presión arterial se eleva desmesuradamente, los vasos se dilatan de forma pasiva y, en consecuencia, la presión disminuye.

B.) Desviación del Líquido Capilar. Cuando el volumen de sangre circulante aumenta, según la fórmula de Presión Arterial = Volumen X Resistencia, se produce una elevación de la presión arterial. En ta les condiciones también se incrementa la presión hidrostática de filtración a nivel capilar y se produce un aumento del paso del líquido desde el interior de los vasos hacia el espacio intersticial, con lo cual, al disminuir el volumen, también disminuye la presión arterial. (38,41)

Fig. 4.6 Diagrama de la desviación del líquido capilar. (33)



C.) Sistema Renina-Angiotensina. Los descensos de la presión arterial, provocan que los riñones liberen la enzima renina (por medio de las células yuxtaglomerulares) que estimula la formación de angiotensina I, la cuál es convertida en angiotensina II por acción de la enzima de conversión (ECA). La hormona angiotensina II posee una potente acción vasoconstrictora y a la vez, estimula secreción de aldosterona, con lo cual contribuye a elevar la presión arterial. (33) Observar fig. 4.7.

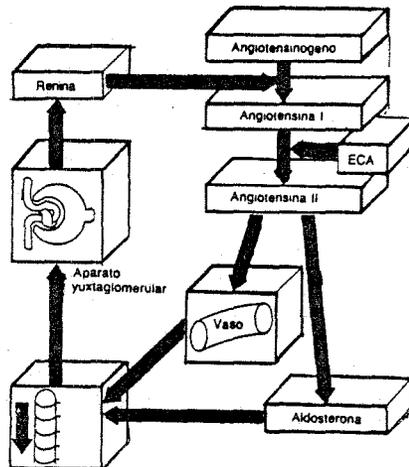
III MECANISMOS DE ACCION LENTA Y SOSTENIDA

Se caracterizan por dar una respuesta tardía, que se manifiesta al cabo de muchas horas incluso días de la variación tensional y se mantiene durante más tiempo que los anteriores. Comprenden:

A) Regulación Renal de los Fluidos Corporales. El mecanismo básico incluye las siguientes etapas:

Un aumento de la presión arterial hace que los riñones eliminen cantidades elevadas de líquido (agua y electrolitos).

Fig. 4.7 Diagrama de regulación de la presión arterial por el sistema renina-angiotensina. (67)



El aumento de la pérdida de líquido por los riñones disminuye el volumen de líquido extracelular y el volumen de sangre.

El volumen sanguíneo reducido disminuye el retorno venoso de sangre al corazón y, por lo tanto, el gasto cardíaco.

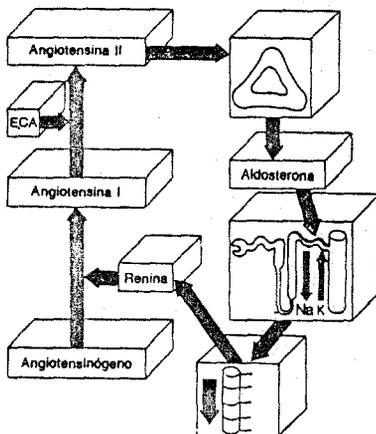
El gasto cardíaco disminuido reduce la presión arterial, devolviéndola a valores normales.

Cuando la presión arterial cae demasiado, los riñones conservan líquido, el volumen sanguíneo aumenta, se eleva el gasto cardíaco, y la presión arterial nuevamente se normaliza. (33,38.41)

B) Aldosterona. Toda disminución de la presión arterial provoca una elevación de la concentración de aldosterona a través de la vía de la formación de angiotensina II a partir de la renina. La aldosterona origina un aumento de la retención del sodio en los riñones y, pasivamente de agua, con lo que aumenta el volumen y la presión.

(33) Fig. 4.8

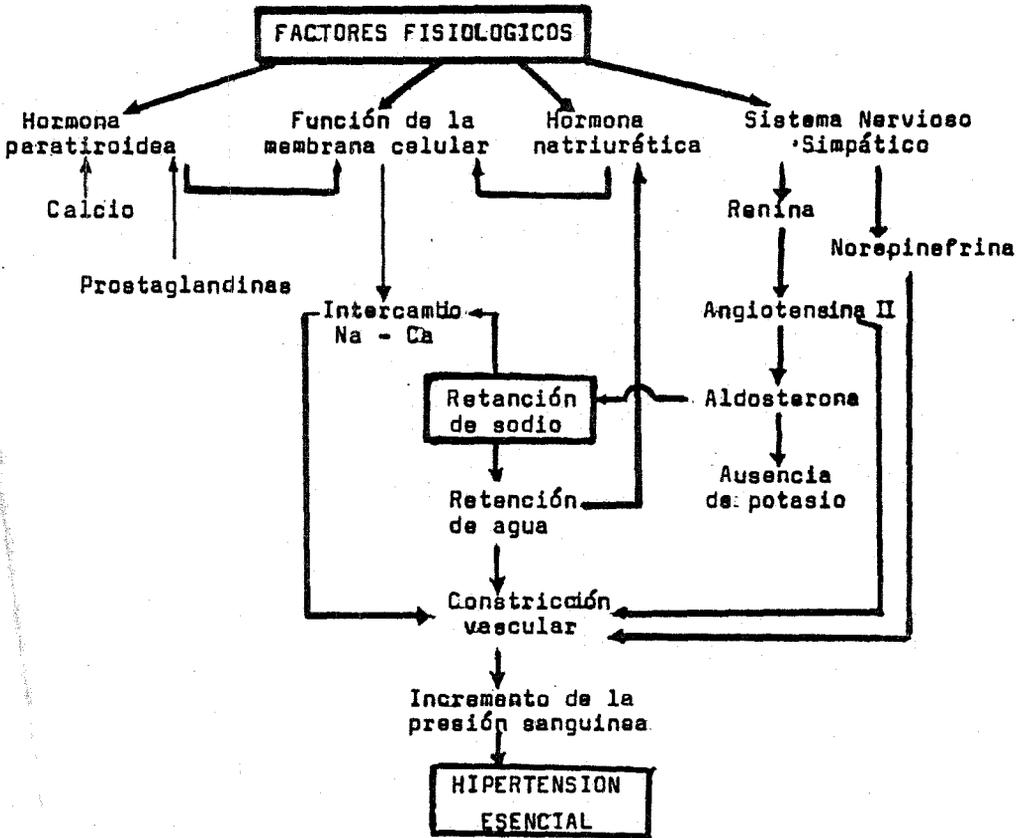
Fig. 4.8 Diagrama del mecanismo de regulación de la presión arterial por medio de la hormona aldosterona. (67)



C.) Hormona Antidiurética (HAD). La secreción de ésta hormona neurohipofisaria viene estimulada por el aumento de la osmolaridad plasmática (aumento de la concentración de Na^+ , Cl^- , HCO_3^- , glucosa y otros) y disminución del volumen circulante. Su acción se ejerce a nivel renal provocando una reabsorción acuosa que contribuye a aumentar el volumen y elevar la presión arterial cuando se ha producido un descenso. Al mismo tiempo, probablemente también actúa mediante su capacidad de provocar una vasoconstricción arteriolar (de ahí el nombre de vasopresina). (31)

Existen otros mecanismos que ayudan a mantener la presión en sus niveles normales, sin embargo, éstos aún no se conocen con exactitud y probablemente contribuyen a la puesta en marcha de alguno de los anteriores. (41) Como puede observarse en la figura 4.8.

Fig. 4.9 Otros factores fisiológicos involucrados en la regulación de la presión sanguínea. (73)



4.6 TIPOS DE HIPERTENSION ARTERIAL

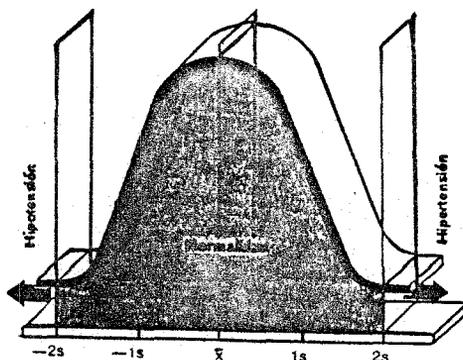
En un mismo individuo, la presión arterial presenta amplias variaciones a lo largo del día, en respuesta a diferentes situaciones ambientales internas o externas.

Cuando se determina la presión arterial de los individuos de una población, los valores hallados tanto para la presión sistólica como para la diastólica son muy dispersos y siguen una distribución estadística aproximadamente gaussiana. (18)

Esta variabilidad interindividual es consecuencia de: la variabilidad biológica, la influencia de diversos factores ambientales, los errores de medida y la influencia de distintos factores individuales como son sexo, edad, etc. (31,67)

Se consideran como cifras de presión normales aquellas que presentan el 95 % de la población estudiada (media \pm dos desviaciones típicas) y anormales (hiper o hipotensión) las que salen por arriba y por abajo de los límites anteriores. (OMS, 66)

Fig. 4.10 Curva de la distribución normal de la presión arterial. (67)



De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud:

"La presión normal del adulto se define arbitrariamente como una presión sistólica igual o inferior a 140 mm Hg junto con una presión diastólica igual o inferior a 90 mm Hg".

"La hipertensión de los adultos se define arbitrariamente como una presión sistólica igual o superior a 160 mm Hg y además o independientemente una presión diastólica igual o superior a 95 mm Hg". (66)

Para la clasificación de la hipertensión se siguen 5 criterios diferentes:

Por su persistencia en el tiempo:

- Hipertensión Fija o Estable. Cuando constantemente se encuentran cifras de presión arterial patológicas.
- Hipertensión Lábil. Cuando solo se detectan ocasionalmente.

Por los valores de presión:

- Hipertensión Definida. Cuando los valores de presión arterial son iguales o superiores a 160 mm Hg de sistólica y/o 95 mm Hg de diastólica. En este caso, cuando los valores de la presión diastólica están comprendidos entre 95-104 mm Hg hablamos de Hipertensión Leve o Ligera, entre los 105-114 mm Hg de Hipertensión Moderada y cuando son superiores a 114 mm Hg de Hipertensión Grave.

Por el tipo de presión alterada:

- Hipertensión Sistólica. Cuando sólo las cifras de presión arterial sistólica son patológicas, como ocurre con el anciano con arterioesclerosis. En todos los demás casos, hablamos de Hipertensión Arterial sin más.

Por sus repercusiones orgánicas:

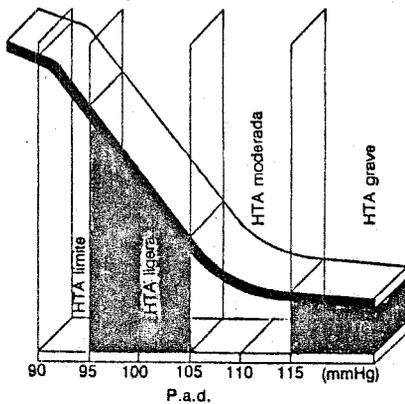
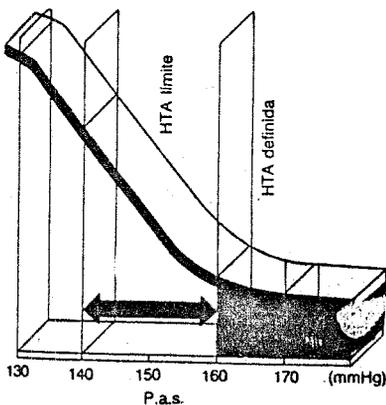
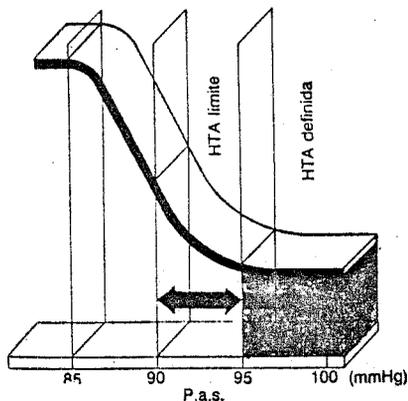
- Hipertensión Benigna. Las lesiones a nivel de órganos son escasas o nulas. (los órganos que con mayor frecuencia resultan afectados en una persona hipertensa son corazón, cerebro, riñón y vasos del fondo del ojo).
- Hipertensión Maligna. Las lesiones son bien aparentes, especialmente en el fondo del ojo en el que se aprecian exudados y hemorragias.

Por su origen:

- Hipertensión Esencial. Cuando no se encuentra ninguna causa conocida Se da en un 90-95 % de los casos.
- Hipertensión Secundaria. En los restantes casos, cuando se encuentra alguna causa como son: enfermedades vasculorrenales, enfermedades del riñón, tumores productores de renina, enfermedades endocrinas, toxemia del embarazo, administración de medicamentos. etc.

(67,31)

Fig. 4.11 Diagramas de la clasificación de la presión arterial según sus valores de presión. (67)



HTA = HIPERTENSION
ARTERIAL

4.7 ASPECTOS ASOCIADOS CON LA HIPERTENSION ARTERIAL

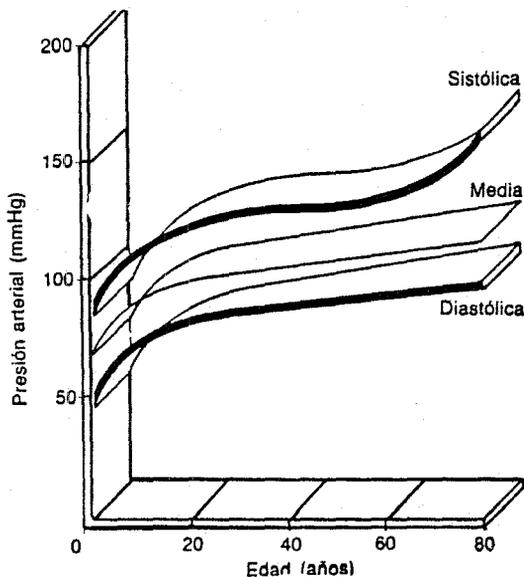
La observación epidemiológica y los estudios experimentales han permitido aislar determinados factores que se encuentran relacionados con la enfermedad hipertensiva.

4.7.1 EDAD

Con el paso de los años, se constata claramente que las cifras de presión arterial sufren un ascenso progresivo, más aparente en el caso de la presión arterial sistólica.

Por ello, la hipertensión es mucho más frecuente entre los adultos y los ancianos que entre los jóvenes. (36)

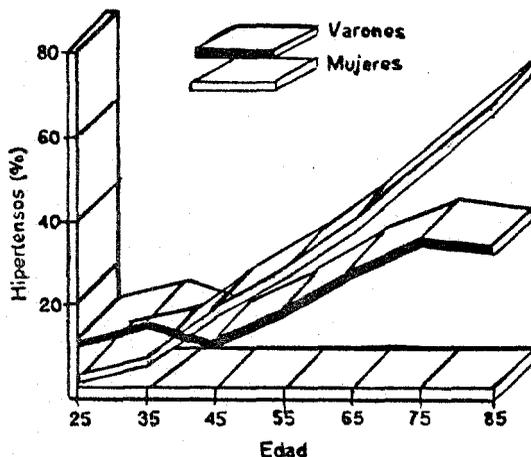
Fig. 4.12 Comportamiento de la presión arterial sistólica, media y diastólica en función de la edad. Notese el ascenso progresivo, más aparente en la presión arterial sistólica. (67)



4.7.2 SEXO

En edades tempranas (antes de los 35-40 años), la hipertensión es más frecuente entre los varones, mientras que a partir de los 65-70 años se hace mucho más frecuente en las mujeres. (31)

Fig. 4.13 Relación entre el sexo, la edad y la hipertensión arterial. (67)



4.7.3. RAZA

en los países en los que existe un importante contingente de población de raza negra, al lado de la población blanca (se marca en E.U.A.) se ha constatado una mayor prevalencia de hipertensión arterial entre la raza negra.

Por ahora, la explicación de éste hecho no queda suficientemente clara, pero se proponen argumentos genéticos, ambientales, socio profesionales y de otros ordenes según la tendencia de los grupos de investigadores. (26)

4.7.4 CONSUMO DE SAL EN LA DIETA

En distintas áreas geográficas se ha observado una estrecha correlación entre el consumo de sal en la dieta habitual y la prevalencia de la hipertensión arterial en la población.

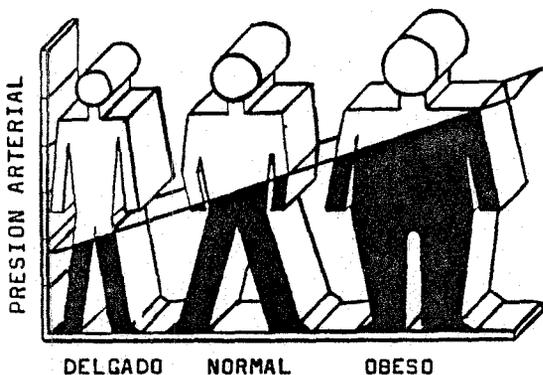
Aunque éste factor parece estar condicionado por diversos mecanismos, se acepta en general que una ingesta exagerada de sal (8 a 10 g/día) constituye uno de los factores más directamente relacionados con la aparición de hipertensión arterial. (67, 30)

4.7.5 EXCESO DE PESO

El peso corporal presenta una gran correlación con las cifras de presión arterial en estudios realizados en diversas poblaciones.

Por tanto, no es de extrañar, que la hipertensión arterial sea mucho más frecuente en los individuos obesos que en aquellos que tienen un índice ponderal normal para su talla y constitución. (67,31)

Fig. 4.14 Correlación entre el peso corporal y la presión arterial. (67)

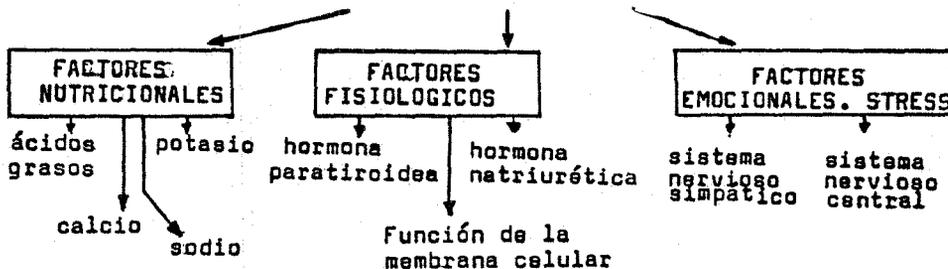


4.7.6 PREDISPOSICION GENETICA

La predisposición genética a la hipertensión es una característica latente, la cual se manifiesta a sí misma en respuesta a las condiciones ambientales. Fig. 4.15. Este factor empieza a ayudar a explicar las discrepancias observadas en estudios epidemiológicos y clínicos. (73) Así mismo ha permitido crear el concepto de individuos "sodio-sensibles" y "sodio-resistentes". (92)

Fig. 4.15

PREDISPOSICION GENETICA



4.8. HIPERTENSION ARTERIAL EN MEXICO

El análisis de la situación sanitaria del país durante la última década, revela que los padecimientos cardiovasculares, trastornos metabólicos y ciertos tipos de cáncer han ganado terreno paulatinamente. (25)

Ello se relaciona con los cambios del modo de vida relacionados con la urbanización.

Concientes del grave problema que representa la hipertensión arterial como causa de mortalidad precoz o de invalidez, así como el elevado costo socioeconómico, se están desarrollando en México programas destinados al control del padecimiento. (72)

La hipertensión arterial es un problema que requiere la atención especial de todo aquel que se preocupe por la salud; es la enfermedad trascendental más común en el hombre adulto, se estima que entre el 18 y un 25% en mayores de 30 años en nuestro país sufren algún grado de este padecimiento. (36)

Aparte de su prevalencia elevada y su mortalidad precoz, es causa de invalidez en época productiva de la vida.

México no constituye una excepción al patrón de mortalidad que se considera típico de un país en desarrollo intermedio, como se constata al analizar la evolución de las principales causas de mortalidad durante el período de 1974 - 1981, en el que el orden de importancia de las diez principales causas de mortalidad, sufrieron modificaciones importantes. (36)

Aún cuando desconocemos la magnitud real del problema de la hipertensión arterial en México, algunos estudios nos permiten una estimación de ella en nuestro país. (72)

En 1963, Méndez y colaboradores dieron a conocer los resultados de una investigación sobre la frecuencia de cardiopatías e hipertensión arterial, en un grupo de médicos del IMSS; observándose que la hipertensión arterial presentó una frecuencia de 17%. (51)

En varias unidades habitacionales del IMSS se estudió a un total de 1000 personas de entre 20 y 60 años. Encontrando una frecuencia de 11.2% Cabe aclarar que 55% tenía entre 20 y 30 años. (59)

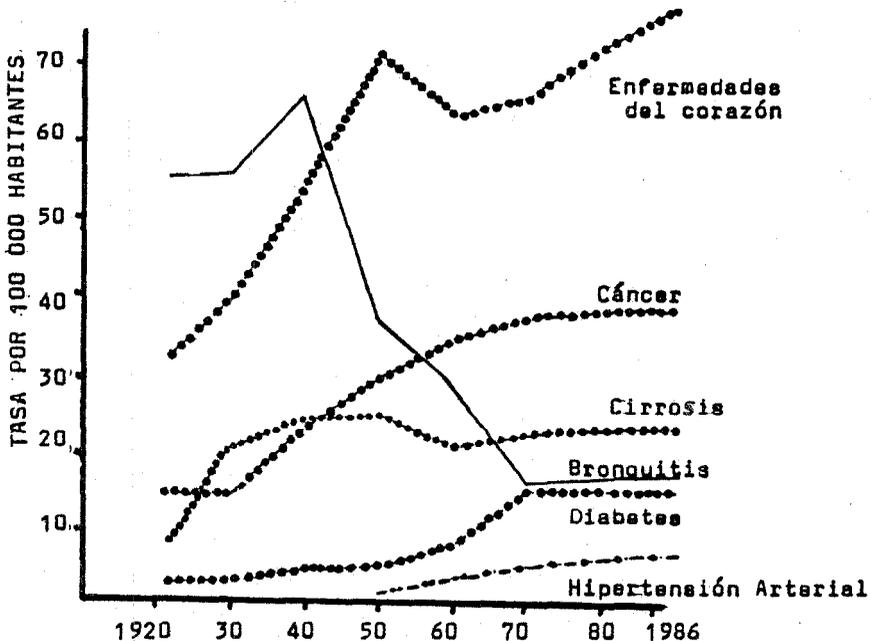
En un programa piloto, (51) realizado por el IMSS en el segundo semestre de 1981, se encontró una prevalencia de hipertensión arterial de 8.3 % en una población abierta, y que la diabetes, el accidente vascular cerebral y el infarto al miocardio o angina de pecho, son 3 veces más frecuentes en el grupo de hipertensos que en aquellos con presión normal.

De 1975 a la fecha se han realizado varios estudios epidemiológicos en territorio mexicano. Uno de ellos, el efectuado en el municipio de Toluca, reveló una frecuencia global de hipertensión arterial de 16.9 %. (35) En otro estudio, llevado a cabo en Nuevo Laredo, Méx. se encontró una frecuencia de 29.2 %. (30)

Como podemos ver existe una amplia variación en los resultados y hasta la fecha no se tienen resultados que comprendan un estudio a nivel nacional. (14)

Sin embargo, se sabe que en nuestro país el análisis de mortalidad por enfermedad hipertensiva durante el período de 1950 - 1986 demuestra una franca tendencia ascendente. Fig. 4.16

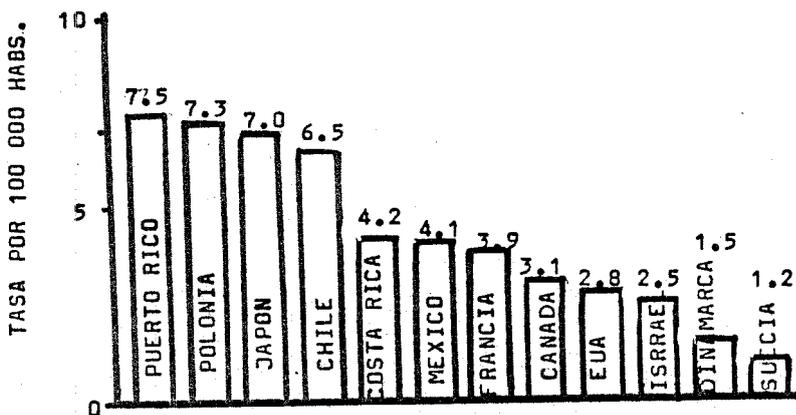
Fig. 4.16 Evolución de la mortalidad de algunas enfermedades crónicas del país. 1922-1986. (22)



Siendo el período 74-81, donde el valor de la pendiente toma importancia para la proyección de 1988, con tasas de 4.1 (tasa por 100 000 habitantes) en 1974 a aproximadamente 5.0 para 1988; lo que representa más de 20 % de crecimiento de la tasa, para una enfermedad que es difícil identificar como causa de muerte per-se. (65)

Un estado comparativo de tasas de mortalidad por enfermedad hipertensiva en once países en el año de 1974 ubica a México en el 11^o lugar de acuerdo a la tasa obtenida de 4.1 (tasa por 100 000 habitantes), donde países como Polonia, Japón, Puerto Rico, Francia y EUA presentan tasas de 18.5, 18.3, 13.4, 13.2 y 8.9 respectivamente con los cinco primeros lugares, sin embargo en este mismo período a través de la estandarización de tasas por grupos de edad, México pasa a ocupar el 5^o lugar en importancia; situación que es de enorme trascendencia al comparar la estructura poblacional de nuestro país con la de países desarrollados como los ya mencionados. (72) Observar Fig. 4.17

Fig. 4.17 Mortalidad estandarizada por enfermedad hipertensiva en diversos países. 1974. (22)



DIRECCION GENERAL DE MEDICINA PREVENTIVA, S.S.
 DIRECCION DE PREVENCION DE ENFERMEDADES CRONICAS Y DEGENERATIVAS
 FUENTE: NECESIDADES ESENCIALES DE SALUD COPLAMAR 1982.
 WORLD HEALTH STATISTICS, O.M.S., 1977,

DISCUSION

De la producción de sal para consumo humano reportada en la ta
bla 1.1 y considerando los datos de población de 80 millones de ha
bitantes para el año de 1986. Se estima a grosso modo que para ese
año hubo un consumo per capita de 14 gr de sal por día, lo cual es
tá de acuerdo con la fig 4.1 en donde una ingesta de aproximadament
e 15 g/día, representa una incidencia de hipertensión de un 20 %
según Pardell (67). Sin embargo podría existir alguna discrepancia
con Mattei (55) ya que reporta valores más bajos.

Existen otros aditivos que también proporcionan sodio a la di
ta y posiblemente es en este sentido en que puede minimizarse su u
so y encontrar sustitutos.

Diversos autores establecen que un 20 a 30 % de la ingesta de
sodio es de alimentos naturales, de 20 a 30 % de la sal a discre-
ción y de 40 a 60 % de la sal adicionada a los procesos comercia-
les de alimentos; incluyendo otros aditivos que contienen sodio. O-
tros dicen que el 10 %, 15 y el 75 % respectivamente. Existen di-
vergencias dependiendo de la fuente de donde provienen, pero puede
observarse que coinciden en un mayor porcentaje para los productos
comerciales. Sin embargo, es importante señalar que dichos estudios
pertenecen a países europeos o de Estados Unidos, los cuales tie-
nen diferentes hábitos alimenticios al pueblo mexicano, pero no por
eso menos condimentados con sal.

En el prototipo de encuesta se observó que la mayor frecuencia
de consumo de sal es en el rango de 3 a 4 g.

Un hecho importante de resaltar entre los hipertensos concientes
de serlo (edad 45 años o más, cuadro 3.1) es que hay dos grupos an-
tagónicos, los que continúan consumiendo cantidades elevadas de so-
dio a pesar del riesgo y aquellos que han disminuido su ingesta.

En la pregunta 13 donde se hace mención al consumo de diferen-
tes alimentos, debe ser reestructurada para ampliar la captación de
información respecto al tipo de alimentos ingeridos (procesados, ca
seros, alimentos "chatarra", etc.), ya que las personas por lo gene
ral no planean su dieta, aunado al problema que tampoco recuerda la
ingesta de días anteriores.

En la población de estudiantes encuestada, existe la inquietud por leer las etiquetas de los productos en el supermercado, pero obviamente éste hecho no influye en su decisión de compra, ya que la información no aporta datos interesantes. Como la presencia o concentración de los ingredientes, en particular aditivos entre los cuales la cantidad de sodio sería de vital importancia para el hipertenso.

El análisis de la etiqueta de 790 productos indica que el 72 % de ellos usan y reportan el cloruro de sodio. Este porcentaje es bastante significativo, principalmente cuando un consumidor con alto riesgo de hipertensión va a la tienda de autoservicio a abastecerse de alimentos.

CONCLUSIONES

El sodio es un nutriente esencial y hay niveles de uso de la sal, los cuales no pueden excederse sin colocar en un "riesgo" a individuos susceptibles.

La tolerancia y los requerimientos de sal son específicos para cada persona y su potencial de riesgo hacia la hipertensión arterial esencial depende de un número de factores ambientales, psicológicos, patológicos y sociales interrelacionados tales como la predisposición genética, estrés, obesidad, altitud geográfica, consumo excesivo de alcohol y sal, etc. Estos individuos con un potencial de riesgo elevado integran un grupo vulnerable al cual le concierne en forma especial el nivel de sodio que su dieta contiene y el acceso a la información relacionada con ésta enfermedad pluricausal.

El cloruro de sodio no puede ser restringido ni eliminado completamente de los productos procesados sin verse afectada la seguridad y aceptabilidad de ellos, ya que en cada grupo de éstos el afecto preservador es tan importante como la función de saborizante.

La industria de alimentos, tiene el compromiso de informar al público consumidor los componentes de su dieta. Actualmente la información en la etiqueta es realmente pobre en nuestro país.

Será necesario estudiar la posibilidad de incluir en el mercado alimentos procesados con bajo contenido de sodio, como se encuentran en otros países. Ya que, si bien es cierto que los productos procesados aportan una cantidad importante de sodio, no podemos tomar a la ligera decisiones de restringir o eliminar la sal de productos específicos ya que va en detrimento de la seguridad y libre elección de los productos alimenticios para la mayoría de los consumidores quienes no tienen riesgo.

La tarea de calcular la aportación de sodio de cada una de las fuentes de sal en la dieta, parece ser sorprendentemente difícil; no solo porque hay muchas fuentes de sodio sino porque el trabajo de muestreo resulta bastante oneroso en cada una de las etapas. La sal de todas las fuentes puede ser descartada durante el el cocinado y los alimentos no ingeridos, esto en cantidades desconocidas.

Mientras que la relación sodio-hipertensión no es una simple causa-efecto, muchas fuentes están de acuerdo que la ingesta de so dio probablemente debería reducirse en alimentos.

Los alimentos provenientes de músculo aportan sodio de manera importante en una dieta promedio. Sin embargo que reducir el contenido de sodio en estos alimentos ayude a reducir paralelamente la hipertensión es bastante simplificado y muchos otros factores deben ser considerados. Esto incluye varios aspectos nutricionales y fisiológicos de la hipertensión así como las implicaciones de ca lidad y seguridad de varios alimentos provenientes de músculo. Un balance real entre la ingesta de sodio "necesaria" y el "exceso" es la principal preocupación que actualmente debiera concernir a la industria procesadora, a las agencias de regulación, médicos y co sumidores.

BIBLIOGRAFIA

1. Aláís, Ch. 1984. Ciencia de la Leche. Ed. C.E.C.S.A. México. pp 477-537
2. Andrés, C. 1982. Sodium. Food Processing 43 (2) :75.
3. Anónimo. 1980. Yeast Extracts answer trend to "bypass the salt". Food Product Development. (7): 16-18.
4. Anónimo. 1983. Salt Replacer. Food Engineering. (3): 41.
5. Anuarios Estadísticos de la Secretaría de Comercio. Dirección General de Estadísticas y Secretaría de Industria y Comercio. De 1974 a 1987.
6. Asociación Mexicana de Productores de Sal, A.C. Tacuba 37 no. 332. Z.P. 1 Col. México Tacuba. México, D.F.
7. Association of Official Analytical Chemists. (AOAC) 13 th. ed. 1980. 12th ed. 1975.
8. Sadui, D. S. 1981. Química de los Alimentos. 1^a ed. Ed. Alhambra Mexicana. México.
9. Balulescu, L. 1985. An automated ion-selective electrode method for salt determination in foods. Food Techn. (7): 38-40.
10. Bannar, R. 1980. Cost-effective replacement for MSG. Food Eng. (9): 15.
11. Beauchamp, K. G. 1987. The human preference for excess salt. Am. Sci. 73 (1, 2): 27-33.
12. Birch, G.G., Parker, K. J. 1980. Food and Health: Science and Technology. Applied Science Publishers Londres. pp 7, 15.
13. Bloch, M. R. 1963. The influence of salt. Sci. Am. 209, 89,98.
14. Brito, A. A. 1988. La sal oculta. Información científica y tecnológica. 7 (108): 64.
15. Camirand, W., Randall, J., Popper, K., Andich, B. 1983. Low-sodium/high-potassium. Food Techn. (4):81.
16. Committee on Food Protection. 1973. Toxicants occurring naturally in foods. National Academy of Sciences 2^a ed. Washington D.C.

17. Contreras, C. E. 1967. Química Elemental. 7^a ed. Ed. Herrero. Méx.
18. Chavez, R. I. 1984. Hipertensión Arterial Esencial. Ed. Croissier. México.
19. Desrosier, N. W. 1983. Conservación de Alimentos. Ed. Continental, S.A. México.
20. Desrosier, N. W. 1983. Elementos de Tecnología de Alimentos. Ed. Continental. México. pp 695-696.
21. Diccionario de Especialidades Farmacéuticas. 1987. 33 ed. P.L.M. México.
22. Dirección General de Estadísticas. S.S.A. Situación de la Salud en el País y sus tendencias. 1986.
23. Drennan. B. 1983. Good-tasting foods, yet. Low in sodium. Food Eng. (1): 64.
24. Dunaif, E. G., Khoo, S. Ch. 1986. Developing low- and reduced-sodium. Products: an Industrial Perspective. Food Technology. (12): 105-106.
25. Estadísticas Vitales de los Estados Unidos Mexicanos. 1983. Boletín de información estadística. S.P.P. y S.S.A. Marzo.
26. Expert Panel on Food Safety and Nutrition. 1980. Institute of Food Technologist. Dietary Salt. Food Technol. 34 (1): 85.
27. Expert Panel on Food Safety & Nutrition and the Committee on Public Information. 1980. Monosodium Glutamate. Food Techn. (10); 49.
28. FDA. 1983. Food Labeling; Declaration of sodium content of food and label claims for foods on the basis of sodium content. Food Technol. (7) 63.
29. Fors, H 1953. Westermark, Ceremonies and beliefs. Reinhold Publishing Corp. N. Y. p 27.
30. Freis, E. D. 1976. Salt, volume and the prevention of hipertension. Am. J. Clin. Nutr. (24): 206.
31. Fregly M. J., Karl M. R., 1982. The role of salt in cardiovascular hypertension. Academic Press. New york.

32. Froment, A. 1987. Un control eficaz. Revista de Geografía Universal. p. 63.
33. Ganong, W. F. 1986. Fisiología Médica. Ed. Manual Moderno. 10^a ed. México.
34. Gillette, M. 1985. Flavor effects of sodium chloride. Food Techn. (6) : 47-49.
35. González, C.A., Alcocér, L., Chavez, R. 1976 Epidemiología de la Hipertensión arterial en México. Estudio en el Municipio de Toluca. Mención Honorífica en el X Congreso Interamericano de Cardiología. Caracas, Venezuela. 5 al 11 de septiembre.
36. González, C.A., Alcocer, L. 1977. Hipertensión arterial, Diagnóstico y Tratamiento. La prensa Médica Mexicana. México.
37. González, C.A. 1978. El estudio sobre la Hipertensión Arterial en el municipio de Nuevo Laredo, México.
38. Guyton, A. 1976. Tratado de Fisiología Médica. 5^a ed. Ed. Interamericana. México. pp 471-483.
39. Hannigan, K 1980 MSG: How safe is it? Food Eng. (5):142.
40. Hansen, R.G., Wise, B.W. 1980. Potassium and sodium compositions of food interpreted by nutrient density analysis. Sodium and potassium in foods and drugs. Ed. P.L. White. American Medical Association. Chicago. 38-40.
41. Harper, H. A. 1980 Manual de Química Fisiológica. Manual Moderno. México. p 6.
42. Hayes, T. 1981. Give sodium program 6 months. Food. Eng. (1):24.
43. Heimbach, J. T. 1986. The growing impact of sodium labeling of foods. Food Technology. (12): 102-104, 107.
44. Icaza, S. J., Béhar, M. 1983. Nutrición. Ed. Interamericana. México. pp 122-127.
45. James, P. T., Ralph, A., Sánchez, C.C. 1987. The dominance of salt in manufactured food in the sodium intake of affluent societies. The Lancet. (2):426.

46. Karl, M. R., Fregly, M. J. 1980. Biological and behavioral aspects of salt intake. Academic Press. New York.
47. Kaufmann, D. 1969. Sodium chloride the production and properties of salt. Reinhold Publishing Corp. New York.
48. Kaunitz, H. 1956. Causes and consequences of salt consumption. Nature. London. 178, 1141-1142.
49. Labuza, T. P., Sloan, A. 1977. Food for thought. Avi. Publishing Co. Westport, Conn.
50. Lew, A. 1967. Blood pressure and mortality life insurance experience. The epidemiology of hypertension. Ed. J. Stamler & T. N. Pullman. New York. pp 392-397.
51. Lew, A. 1975. High blood pressure, other risk factors and longevity. Hipertension Manual. Ed. Laragh J. H. & DonnDonnelly. New York.
52. Marsh, A. C., Klippstein, R. N., Kaplan, S. D. 1980. The sodium content of your food. Food Processing. (3):76.
53. Marsh, A.C. 1983. Processes and formulation that affect the sodium content of foods. Food Techn. 37 (7):45.
54. Marx, J. L. 1976. Hypertension: A complex disease with complex causes. Science. 194:821.
55. Mattei, S. J. 1982. La sal, amiga o enemiga del hombre. Revista de Geografía Universal. 14 (4):426.
56. Maurer, A. J. 1983. Reduced sodium usage in poultry muscle foods. Food Technol. (7):60.
57. McCarron. D. 1984. New treatment for hypertension. Food Processing (7):39.
58. Méndez, L., Alvarez, A.R., Ordoñez, D.B., Figueroa, G. 1962. Epidemiología de la hipertensión arterial y de la isquemia del miocardio. Trabajo presentado en el IV Congreso Mundial de Cardiología. México, D.F. 7 al 13 octubre.

59. Méndez, L., Alvarez, A.R., Ordoñez, D.B., Figueroa, G. 1967. Epidemiología de la hipertensión arterial y de la isquemia del miocardio en 737 médicos del IMSS. Trabajo presentado en el VII Congreso Nacional de Cardiología. Torreón, Coah. 12 al 16 oct.
60. Mendizabal, M. 1967. Influencia de la sal, en la distribución geográfica de los grupos indígenas de México. Ed. Sopena. Méx.
61. Mensely, G.R. 1973. Toxicants occurring naturally in foods. 2^a Ed. National Academy of Sciences. Washington, D.C. pp 26- 39.
62. Morris, Ch. E. 1982. The food industry's role in diet and health. Food Eng. (6):57.
63. Moses, C. 1978. Statement to select committee on GRAS substances hearing. Food Develop. 4 (8):25.
64. Niven, C. F. Jr. 1979. Technology of sodium in processed foods. In. "Sodium and potassium in foods and drugs". Ed. P. L. White and S. Crocco. Am. Med. Assn. Chicago.
65. Nolan, A.L. 1982. Low-sodium bread with flavor. Food Eng. (9):59.
66. OMS Informe Técnico No. 686 Prevención primaria de la hipertensión esencial. 1983. Ginebra.
67. Pardall, H. 1984. Lo fundamental en hipertensión. Ed. DOYMA, S.A. Barcelona, España.
68. Pearson, D. 1976. The chemical analysis of foods. 7^a ed. Ed. Chemical Publishing Co. New York. p 519.
69. Pirenne, H. 1967. Historia social y económica de la Edad Media Ed. Porrúa Hermanos. p 16.
70. Potter, N. N. 1968. Food Science. The Avi Publishing Co. Westport, Conn. p 272.
71. Price, J. F. 1980. Ciencia de la carne y de los productos cárnicos. Ed. Acribia. México.
72. Programa Nacional de Prevención y control de la hipertensión arterial. 1984-1988. Dirección General de Medicina Preventiva. Poder Ejecutivo Federal. Secretaría de Salud. México.
73. Revlon goes national with salt substitute. 1982. Food Eng. (4):32.

74. Robinson, C. H. 1979. Fundamentos de Nutrición Normal. Ed. C.E. C.S.A. México. pp 437-441.
75. Ruch, T., Patton, H. 1965. Physiology and Biophysics III. 20^{ed}. W. B. Saunders Co. Washington.
76. Rowe, C.J. 1973. Food analysis by atomic absorption. Variant Techtron. Springvale. Australia.
77. Sainz, R. N. 1984. Estudio toxicológico de los ingredientes más comunes en alimentos enlatados y empacados. México.
78. Salt & salt replacers. 1983. Food Eng. (8):141.
79. Shank, F.R., Park, Y. K., Harland, B.F., Vanderveen, J. E., Forbes, A. L., Prosky, L. 1982. Perspective of Food and Drug Administration on dietary sodium. J. Am. Dietetic Assoc. 80 (1):29.
80. Shank, F.R., Larsen, L., Scarbrough, F. E., Vanderveen, J. E., Forbes, A.L., Prosky, L. 1983. FDA. Perspective en sodium Food Techn. 37 (7):73.
81. Sabraneck, J. G., Olson, D.G., White, R.C., Benedict, R. C., Kraft, A. A., Woychick, J. H. 1983. Physiological role of dietary sodium in human health and implications of sodium reduction in muscle foods. Food. Techn. 37 (7):57.
82. Selingsohn, M. 1982. Is voluntary sodium labeling dead? Food Eng. (8):19.
83. Selingsohn, M. 1981. Sodium content labeling: An issue that wn't go away. Food Eng. (8):42.
84. Slabaugh, H. W., Parsons, T. D. 1969. Química General. Ed. Limusa-Wiley, S.A. México.
85. Stare, F. J., Mc. Williams. 1984. Living Nutrition. 4^a ed. John Willey & Sons. USA pp 256-261.
86. Talsma, T., Philip, J.R. 1971. Salinity and water use. Mc. Millan, U.K.
87. Taylor, D.I. 1983. New option to produce low-sodium cheese. Food Eng. (7):50.
88. Terrell, N.N. 1983. Reducing the sodium content of processed meats. Food Techn. (7):66.

89. Valle-Vega P. 1986. Toxicología de Alimentos. ECO. OPS. OMS Metepec, México.
90. Weaver, M.C. Evans, H.G. 1986. Nutrient interactions and hypertension. Food Technology. (12): 93-94.
91. Wegener. L.L. McCarron, A. D. 1986. Dietary calcium: An assessment of its protective action in human and experimental hypertension. Food Technology (12): 93-94.
92. Weinberger, H.M., Miller, Z. J., Luft, C. F., Crim, E. C., Fineberg, S.N. 1986. Sodium sensitivity and resistance of blood pressure in humans. Food Technology. (12): 96-98
93. Wakell, J.C., Teeny, F.M., Gauglitz, E.J., Hathorn, L., Spinelli, J. 1983. Implications of reduced sodium usage and problems in fish and shellfish. Food Techn. 37 (9):51.
94. Wesley, P. 1981. Government treads lightly in asking for sodium reductions. Food Product Development. (8) 38.
95. White, J. M., Wingo, J. G., Alligood, L. M., Cooper, G.R., Gutride, J., Wydaker, W., Benack, R.T., Dening, J. W., Taylor, F. B. 1967. Sodium ion in drinking water. J. Am. Diet. Assn. (50):32.
96. Wolff, I. A., Raper, N.R., Rosenthal, J. C. 1983 USDA. Activities in relation to the sodium issue. Food Techn. 37 (9):59.
97. Zavala, G. R. 1967. Estudio tecnológico de la Industria de la sal en México. Instituto de Geología.