

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS



*“Conservadores químicos utilizados en
la industria alimentaria”*

Por:

JOSÉ JUAN VILLADA MORENO

MONOGRAFÍA

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

**INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE
ALIMENTOS**

**Buenavista, Saltillo Coahuila, México
Diciembre de 2010**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

*“Conservadores químicos utilizados en
la industria alimentaria”*

Por:

JOSÉ JUAN VILLADA MORENO

MONOGRAFÍA

**Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para
obtener El título de:**

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

APROBADA POR:



**Lic. Laura Olivia Fuentes Lara
Asesor Principal**



**QFB. Ma. Del Carmen Julia García
Vocal**



**Ing. Ma. De Jesús Sánchez Velazquez
Vocal**

**COORDINADOR DE DIVISIÓN DE
CIENCIA ANIMAL**



MC. Lorenzo Suárez García

Buenavista, Saltillo Coahuila, diciembre de 2010

AGRADECIMIENTOS

A DIOS:

Por regalarme la dicha de vivir y darme el tiempo para poder cumplir una meta más en mi vida, mi guía y consejero, que en los momentos difíciles me tendiste la mano, por la gran familia que me has brindado.

A MI ALMA MATER:

El haberme abierto sus puertas, sentirme parte de ella y sobre todo creer que los anhelos y sueños son posibles.

*Mi más sincero agradecimiento y admiración por su calidez humana a **Lic. Laura Olivia Fuentes Lara**, en quien deposite toda la confianza para culminar un objetivo más, gracias por el apoyo, tiempo, disposición y facilidades ofrecidas.*

*Con respeto para la **QFB María del Carmen Julia García** y al **Ing. María de Jesús Sánchez Velazquez**, por su valiosa colaboración y así llevar a buen término este trabajo.*

*A todos los maestros que de una u otra manera intervinieron en mi formación profesional en especial a **Lic. Laura Olivia Fuentes Lara**, **MC María Hernández G.**, **MC Xóchitl Ruelas Chacón**, **MC Oscar Noé Reboloso Padilla**, **Dra. Ma. De Lourdes Morales Caballero** y a la **QFB Carmen Pérez Martínez**.*

*Mis grandes e inolvidables amigos de generación: **Adrián**, **Enrique** y **Gerardo**, por todos aquellos momentos que compartimos, solo espero algún día volver a encontrarnos y a todos los compañeros agradecerles por su amistad.*

A todos los paisanos del Estado de México, gracias por la confianza depositada en mi persona.

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo con cariño y admiración para mi madre:

Sra. Anastasia Moreno López.

Por enseñarme el buen camino y hacerme un hombre de bien, de no apartarme de sus pensamientos y pedir a Dios por mí por su ejemplo y amor incondicional.

A mi padre:

Sr. Francisco Villada Ortega (+)

Aunque te adelantaste en el camino se que siempre has estado conmigo.

Para mi esposa e hijo:

Norma y José Fernando.

Quienes representan los pilares de mi vida, gracias por su amor, paciencia y sobre todo su comprensión de tantas ocasiones que me aleje de ustedes, no hay fecha que no llegue ni tiempo que no se cumpla.

Mis hermanos:

***Anastasia, Carmen, Edilberto, Gertrudis, Guadalupe,
Irene, Justina, Justo, Lucio y Socorro.***

Sincero agradecimiento siéntanse satisfechos esto que he culminado también es resultado de su apoyo, de sus consejos, regaños y la confianza que depositaron en mí, espero y siempre seguir contando con cada uno de ustedes.

A todos mis sobrinos gracias por demostrarme su cariño.

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág
CUADRO 1	
Lista de conservadores utilizados en la industria alimentaria.....	4
CUADRO 2	
Desarrollo histórico de la conservación química.....	9
CUADRO 3	
Acción inhibidora del ácido sórbico frente a las bacterias.....	13
CUADRO 4	
Acción inhibidora del ácido sórbico frente a las levaduras.....	14
CUADRO 5	
Acción inhibidora del ácido sórbico frente a los mohos.....	14
CUADRO 6	
Acción inhibitoria del ácido benzoico sobre las bacterias.....	19
CUADRO 7	
Acción inhibitoria del ácido benzoico sobre las levaduras.....	20
CUADRO 8	
Acción inhibitoria del ácido benzoico sobre los mohos.....	20
CUADRO 9	
Acción inhibitoria de los ésteres del ácido <i>p</i> -hidroxibenzoico sobre los mohos a pH 5-7.....	23
CUADRO 10	
Acción inhibitoria de los ésteres del ácido <i>p</i> -hidroxibenzoico sobre las bacterias a pH 5.5 a 7.0.....	24
CUADRO 11	
Compuestos generadores de dióxido de azufre.....	26

CUADRO 12	
Acción inhibitoria del dióxido de azufre frente a las bacterias a pH 6.....	28
CUADRO 13	
Acción inhibidora del nitrito sobre las bacterias.....	47
CUADRO 14	
Porcentajes del ácido que no se disocia y es la que actuará sobre los microorganismos.....	55
CUADRO 15	
Coeficiente de reparto de algunos conservantes.....	56
CUADRO 16	
Niveles mínimos de actividad de agua (a_w) para diferentes microorganismos importantes que se encuentran en los alimentos.....	58
CUADRO 17	
IDA de sustancias conservadoras.....	61

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág
AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	ii
ÍNDICE DE CUADROS.....	iii
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	3
OBJETIVO.....	7
CAPÍTULO I	
ANTECEDENTES DEL USO DE CONSERVADORES.....	8
CAPÍTULO II	
CONSERVADORES MÁS UTILIZADOS EN INDUSTRIA ALIMENTARIA.....	10
2.1 Ácido sórbico y sorbatos.....	10
2.2 Ácido benzoico y benzoatos.....	16
2.3 Ésteres de ácido p-hidroxibenzóico.....	21
2.4 Anhídrido sulfuroso y sulfitos.....	25
2.5 Ácido acético y acetatos.....	30
CAPÍTULO III	
CONSERVADORES MENOS UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA	
ALIMENTARIA.....	34
3.1 Difenilo, bifenilo o fenilbenceno.....	34
3.2 Tiabendazol.....	35
3.3 Antibióticos.....	36
3.4 Nisina.....	37
3.5 Natamicina-pimaricina.....	38
3.6 Ácido fórmico.....	40
3.7 Examina, hexametilentetramina.....	41
3.8 Nitritos.....	43
3.9 Nitratos.....	44
3.10 Ácido propiónico y propionatos.....	49
3.11 Ácido bórico.....	52

	Pág
CAPÍTULO IV	
INFLUENCIA DE FACTORES DEL SUSTRATO SOBRE ACTIVIDAD DE LAS SUSTANCIAS CONSERVADORAS.....	54
4.1 Influencia del pH.....	54
4.2 Influencia del coeficiente de reparto.....	55
4.3 Influencia de la actividad de agua (valor a_w).....	57
4.4 Influencia de otros factores físicos y químicos.....	59
4.5 Influencia de las sustancias contenidas en el alimento.....	59
CAPÍTULO V	
CONSUMO DIARIO ACEPTABLE.....	61
CAPÍTULO VI	
NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES.....	62
CAPÍTULO VII	
CONCLUSIONES.....	64
BIBLIOGRAFÍA.....	65

RESUMEN

La descomposición de los alimentos ocurre principalmente como resultado de las reacciones químicas relacionada con el proceso de envejecimiento y deterioro o por la acción de los microorganismos, algunos de ellos producen toxinas que son nocivos para los seres humanos, y si se ingieren alimentos contaminados puede dar como resultado una intoxicación por alimentos.

Ante esta situación el hombre se ha visto en la necesidad de emplear sustancias químicas antimicrobianas, su uso tiene grandes beneficios, se reduce la cantidad de alimento desperdiciado y se dispone de una mayor diversidad de alimentos no propios de la estación del año.

Por lo tanto es conveniente tener un panorama general de los conservantes empleados en la industria alimentaria, desde aquellos que fueron los iniciadores que se utilizaban de manera empírica, pues se desconocía la forma en la actuaba en el alimento y los que se fueron descubriendo a través del tiempo presentando mejores características.

Se hace una clasificación tomando en cuenta varios aspectos como los siguientes: sí imparten algún aroma o sabor al alimento, grado de toxicidad, tienden a acumularse en el organismo, baratos o caros y el campo de aplicación que tienen.

En cada conservante tratado se describe el origen, la forma y sobre cuáles microorganismos actúa, si tiene sinergia con otros conservantes y algunas aplicaciones.

Posteriormente se hace referencia a los factores que tienen influencia sobre la acción de los conservantes: pH, coeficiente de reparto, actividad de agua (a_w), sustancias presentes en el alimento y otros factores físicos y químicos.

Siguiendo con la estructura se tiene la ingesta diaria admisible de algunos conservantes y finalmente un apartado sobre normas mexicanas e internacionales sobre los conservadores.

Palabras clave: Conservadores químicos, clasificación, espectro y modo de acción, factores que alteran su acción, IDA y normas.

INTRODUCCIÓN

Existen un conjunto de factores causantes de alteraciones en los alimentos; crecimiento y actividad de los microorganismos (bacterias, levaduras y mohos), actividad enzimática y otras reacciones químicas del propio alimento, infestación por insectos, parásitos y roedores, almacenamiento a temperaturas inadecuadas, ganancia o pérdida de humedad, reacciones con el oxígeno y la luz (Potter y Hotchkiss, 1995).

De todas las alteraciones mencionadas la causada por microorganismos, es una de las más preocupantes en la industria alimentaria, porque además de echar a perder los nutrientes pueden dar lugar a intoxicaciones graves (Southgate, 1992). Es por esto que los conservantes químicos con propiedades antimicrobianas juegan un importante papel para prevenir las alteraciones y asegurar la calidad higiénica de muchos alimentos.

Los conservantes químicos son: “sustancias que se añaden a los productos alimenticios para protegerlos de alteraciones biológicas como fermentación, enmohecimiento y putrefacción” (Madrid *et al.*, 1994).

Un aspecto a considerar es, que ningún aditivo conservador es eficaz sobre todo el espectro contaminante por lo que es bastante infrecuente la utilización de un solo método antimicrobiano para preservar un alimento y, siempre que es posible, se recurre a la combinación de varios procedimientos suaves encaminados a obtener una máxima inhibición de la actividad microbiana y un mínimo deterioro del valor nutritivo o de la aceptabilidad del producto.

Las sustancias químicas que se usan como conservantes no ha variado desde hace tiempo, pues es difícil encontrar nuevos compuestos con acciones mejores o más amplias que a la vez carezcan o posean una débil toxicidad, además de tener un bajo costo (Cubero *et al.*, 2002).

Cuando la contaminación de los alimentos se da de forma natural actúan varios tipos de microorganismos y si las condiciones son apropiadas (calurosas y húmedas) presentaran una gran velocidad de multiplicación, pudiendo duplicar su número cada 30 minutos, estas propiedades hacen de ellos la principal fuente de descomposición de los alimentos.

Cuadro 1 Conservadores utilizados en la industria alimentaria

Número	Nombre	Función
E200	Acido sórbico	Conservante natural
E201	Sorbato de sodio / Sal sódica del ácido sórbico	Conservante sintético
E202	Sorbato de potasio	Conservante sintético
E203	Sorbato de calcio	Conservante sintético
E210	Ácido benzoico	Conservante natural
E211	Benzoato de sodio / Sal sódica del ácido benzoico	Conservante sintético
E212	Benzoato de potasio / Sal potásica del ácido benzoico	Conservante sintético
E213	Benzoato de calcio / Sal cálcica del ácido benzoico	Conservante sintético
E214	Etil 4-hidroxibenzoato	Conservante sintético
E215	Sal sódica del etil 4-hidroxibenzoato	Conservante sintético
E216	Propil 4-hidrobencato	Conservante sintético
E217	Sal sódica del E216	Conservante sintético

E218	Metil 4-hidroxibenzoato	Conservante sintético derivado del ácido benzoico
E219	Sal sódica del E218	Conservante sintético derivado del ácido benzoico
E220	Dióxido de azufre	Conservante natural
E221	Sulfito sódico	Conservante sintético
E222	Sulfito ácido de sodio	Conservante sintético; blanqueador
E223	Metabisulfito sódico	Conservante sintético; antioxidante
E224	Metabisulfito potásico	Conservante sintético
E225	Sulfito potásico	Conservante sintético
E226	Sulfito cálcico	Conservante sintético
E227	Sulfito ácido de calcio	Conservante sintético
E228	Sulfito ácido de potasio	Conservante sintético
E230	Difenilo	Conservante sintético
E231	2-hidroxidifenilo	Conservante sintético
E232	Oxido de sodio del 2-il difenilo	Conservante sintético
E233	2-(Tiazol-4-il)benzimidazol	Conservante sintético
E234	Nisina	Antibiótico natural
E235	Pimaracina	Antibiótico natural
E236	Ácido fórmico	Ácido natural, conservante
E237	Formato sódico	Sal natural, conservante
E238	Formato cálcico	Sal natural, conservante
E239	Hexamina	Conservante sintético
E236	Formaldehído	Conservante
E242	Dimetilcarbonato	Conservante sintético
E249	Nitrito potásico	Sal natural, conservante

E250	Nitrito sódico	Sal natural, conservante
E251	Nitrato sódico	Sal natural, conservante
E252	Nitrato potásico	Sal natural, conservante
E260	Ácido acético	Ácido natural, conservante
E261	Acetato de potasio	Sal natural, conservante
E262	Acetato de sodio	Sal natural, conservante
E263	Acetato de calcio	Sal natural, conservante
E270	Ácido láctico	Ácido natural
E280	Ácido propiónico	Ácido natural
E281	Propionato sódico	Sal natural
E282	Propionato cálcico	Sal natural
E283	Propionato potásico	Sal natural
E284	Ácido bórico	Ácido natural
E285	Tetraborato sódico	Ácido natural
E290	Dióxido de carbono	Gas natural
E296	Ácido málico	Ácido
E297	Ácido fumárico	Ácido natural

Fuente: <http://www.food-info.net/es/e/e200-300.htm>

OBJETIVO

Recopilar y analizar la información de los conservadores más utilizados en industria alimentaria, microorganismos sobre los que actúa, alimentos en donde se emplean y si tienen sinergia con otras sustancias, para su posterior publicación por medio de la presente monografía.

ANTECEDENTES DEL USO DE CONSERVADORES

Históricamente muchas sustancias han sido utilizadas como conservadores de alimentos, los cuales a través del tiempo han ido surgiendo nuevos con mucha mejor actividad en contra de los microorganismos, sin embargo, muchos de ellos marchan junto a una considerable toxicidad para el ser humano (Fox y Cameron, 2004).

Algo a tomar en cuenta es que con la adición de estas sustancias, los alimentos conservados no son imperecederos tan solo se mantienen inalterados por un período de tiempo limitado pues el crecimiento de los microorganismos se ve retardado pero no inhibido totalmente.

En el cuadro 2 se hace referencia a la cronología de la conservación de alimentos, empleando diferentes compuestos químicos, que se usaron en un inicio sin tener una noción sobre cuales compuestos imparten el efecto conservador al alimento, es decir de manera empírica, tal es el caso de la salazón, ahumado y la acidificación, más tarde cuando la alquimia, se desarrollo como una ciencia se emplearon sustancias como el oxido de azufre, que se empleo para desinfectar las cubas del vino al quemar el azufre sólido, también se emplearon preparados de hierbas y pasta conocidos como adobos, después de 1800 cuando la química se estableció como una ciencia importante se aislaron diferentes compuestos con actividad conservadora usados hasta la fecha.

Cuadro 2 Desarrollo histórico de la conservación química

Tiempos primitivos	Sal común, humo.
Antiguo Egipto	Vinagre, aceite, miel.
Antigua Roma	Uso de SO ₂ para estabilizar vinos y desinfección de bodegas. Uso de nitritos para el curado de productos cárnicos.
Antes de 1400	Descubrimiento del adobo.
1810	Uso de SO ₂ para la conservación de carne.
1859	Aislamiento del ácido sórbico.
1875	Descubrimiento de la acción antimicrobiana del ácido benzoico.
1907	Introducción del formol y del agua oxigenada para conservación de la leche.
1908	Admisión del ácido benzoico en alimentos en USA.
1923	Descubrimiento de la acción antibacteriana de ésteres del ácido p-hidroxibenzoico.
1938	Introducción del ácido propiónico para productos de panadería.
1939	Descubrimiento de la acción antimicrobiana del ácido sórbico.
1950	Revisión mundial de las admisiones de nuevas sustancias conservadoras.

Fuente: <http://ibox.saporiti.com.ar/News/viewNote.aspx?Id=53>

DESCRIPCIÓN DE LOS CONSERVADORES MÁS EMPLEADOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Hay diferentes razones por la cual existen conservadores más empleados que otros, pueden ser; el nivel de toxicidad que presentan, tener un espectro de acción sobre los microorganismos muy limitado, caros e incluso existen aquellos que pueden proporcionar cierto aroma o sabor que no son propios de los alimentos conservados, sin olvidar aquellos que tienden a acumularse en el organismo.

A continuación se describen los conservadores químicos más empleados en la actualidad.

2.1 Ácido sórbico ($C_6H_8O_2$)

Es un ácido graso insaturado se encuentra naturalmente en algunos vegetales y en la fruta del Sorbo montano (*Sorbus aucuparia*), es fabricado para su uso como aditivo alimentario por síntesis química.

Tienen las ventajas tecnológicas de ser activos en medios poco ácidos y de carecer prácticamente de sabor. Su principal inconveniente es que son comparativamente caros y que se pierden en parte cuando el producto se somete a ebullición (<http://milksci.unizar.es/adit/conser.html>).

Aunque el ácido sórbico y los sorbatos tienen ganada una merecida popularidad como antimicóticos, una investigación reciente ha demostrado que el sorbato presenta una amplia actividad antimicrobiana que se extiende a muchas especies bacterianas que participan en la alteración de carnes y pescados frescos. Esta última propiedad es especialmente eficaz

para retardar la toxicidad de *Clostridium Botulinum* en pescado fresco refrigerado envasado en atmósferas modificadas, (Fennema, 2000) pero también pueden ser usados para controlar, *Stafilococcus aureus* y *Salmonella*, lo que ha dado lugar a una serie de investigaciones para sustituir nitratos o nitritos en productos cárnicos curados.

El procedimiento de aplicación puede ser por incorporación directa, recubriendo las superficies o impregnando los materiales de envoltura.

Un punto de suma importancia, por lo cual sea uno de los conservadores de alimentos más utilizados que tiene la característica de no acumularse en el organismo debido a que puede ser metabolizado, se absorbe y se utiliza como fuente de energía (Fox y Cameron, 2004).

2.1.1 Sorbato de potasio (C₆H₇O₂K)

El sorbato de potasio es un conservante suave, actúa principalmente contra hongos y levaduras, es utilizado en una variedad de aplicaciones incluyendo alimentos, vinos y cuidado personal, es usado principalmente en los productos lácteos y en el pan de centeno.

2.1.2 Sorbato de sodio (C₆H₇O₂Na)

Es comercialmente producido por diferentes rutas químicas, aunque también se puede obtener de forma natural. El sorbato sódico es frecuentemente utilizado, ya que posee mejor disolución.

Este conservante puede ser metabolizado perfectamente por el organismo humano, por lo que es usado para conservar alimentos como la leche fermentada y el yogur.

2.1.3 Sorbato de calcio ($C_{12}H_{14}CaO_4$)

La sal cálcica del ácido sórbico se halla naturalmente presente en los frutos de los fresnos de las Montañas Europeas (*Sorbus acuparia*). Comercialmente es producido a través de diferentes métodos químicos. El sorbato de calcio es principalmente utilizado en los productos lácteos, cumpliendo una función similar a la del ácido sórbico.

Acción frente a los microorganismos

El ácido sórbico y sus sales basan su acción antimicrobiana a diferentes factores:

- Inhibiendo determinadas enzimas del metabolismo de carbohidratos como la enolasa y lactodehidrogenasa.
- También interviene en el ciclo del ácido cítrico (ciclo de Krebs) inhibiendo la malato dehidrogenasa, isocitrato dehidrogenasa, succinato dehidrogenasa, fumarasa y aspartasa, entre otras enzimas.
- Muchos enzimas son inactivadas al formarse enlaces covalentes entre los grupos sulfidrilos (SH) de las enzimas y los dobles enlaces del ácido sórbico.

Para que el ácido sórbico sea capaz de desarrollar su acción dentro de la célula de los microorganismos, tiene que penetrar primero a través de la pared celular. Cuando esto sucede, es principalmente el componente ácido indisociado el que entra en la célula. Así, a pH 3.5 un 40% del ácido sórbico disponible entra en el interior de la célula, mientras que al punto neutro el 99% es intracelular. Este hecho explica por qué la acción de este conservante depende del pH. Para la conservación de alimentos, la porción indisociada tiene con mucho la acción más eficaz (Viñas *et al.*, 1990).

Espectro de acción

El ácido sórbico y sus sales sódicas y potásicas se emplean ampliamente como inhibidores del crecimiento de levaduras y mohos, incluyendo los microorganismos formadores de aflatoxinas (Kirk, 2005). Entre las bacterias, las catalasa-positivas son más inhibidas que las catalasa-negativas y las bacterias estrictamente aeróbicas más que tanto las bacterias ácido lácticas (BAL).

La utilización del ácido sórbico a concentraciones infralimitantes puede ser que sea asimilado y metabolizado por algunos de los microorganismos si la densidad de población microbiana es grande. Esto hace que la utilización del sórbico y sorbatos no sea adecuada como conservante para sustratos muy contaminados por lo que su uso se limita a conservar alimentos con bajos contenidos microbianos y de excelente calidad higiénica (Kinderlerer y Hatton, 1990).

En los siguientes cuadros se muestran las concentraciones inhibitorias mínimas del ácido sórbico, cuando se utiliza frente a alguna de las bacterias, levaduras y mohos implicados en la alteración de los alimentos.

Cuadro 3 Acción inhibitoria del ácido sórbico frente a las bacterias

Microorganismo	Valor pH	Concentración inhibitoria mínima en ppm
<i>Pseudomonas spp</i>	6.0	1.000
<i>Micrococcus spp</i>	5.5-6.4	500-1.500
<i>Pediococcus cerevisiae</i>		1.000
<i>Lactobacillus spp</i>	4.4-6.0	2.000-7.000
<i>Achromobacter spp</i>	4.3-6.4	100-1.000

<i>Escherichia coli</i>	5.2-5.4	500-1.000
<i>Serratia marcescens</i>	6.4	500
<i>Bacillus spp</i>	5.5-6.3	500-10.000
<i>Clostridium spp</i>	6.7-6.8	>1.000
<i>Salmonella spp</i>	5.0-5.3	500-10.000

Fuente: (Lück y Jager, 1995).

Cuadro 4 Acción inhibidora del ácido sórbico frente a las levaduras

Microorganismo	Valor pH	Concentración inhibidora mínima en ppm
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	3.0	250
<i>Saccharomyces ellipsoideus</i>	3.5	500-2.000
<i>Saccharomyces spp</i>	3.2-5.7	300-1.000
<i>Hansenula anomala</i>	5.0	5.000
<i>Brettanomyces versatilis</i>	4.6	2.000
<i>Byssochlamys fulva</i>	3.5	500-2500
<i>Rhodoturula spp</i>	4.0-5.0	1.000-2.000
<i>Torulopsis holmii</i>	4.6	4.000
<i>Torula lipolytica</i>	5.0	1.000-2.000
<i>Kloeckera apiculata</i>	3.5-4.0	1.000-2.000
<i>Candida krusei</i>	3.4	1.000
<i>Candida lipolytica</i>	5.0	1.000

Fuente: (Lück y Jager, 1995).

Cuadro 5 Acción inhibidora del ácido sórbico frente a los mohos

Microorganismo	Valor pH	Concentración inhibidora mínima en ppm
<i>Rhizopus spp</i>	3.6	1.200
<i>Mucor spp</i>	3.0	100-1.000
<i>Geotrichum candidum</i>	4.8	10.000
<i>Oospora lastis</i>	2.5-4.5	250-2.000
<i>Trichophyton mentagrophytes</i>		1.000

<i>Penicillium spp</i>	3.5-5.7	200-1.000
<i>Penicillium digitatum</i>	4.0	2.000
<i>Penicillium glaucum</i>	3.0	1.000-2.500
<i>Aspergillus spp</i>	3.3-5.7	200-1.000
<i>Aspergillus flavus</i>		1.000
<i>Aspergillus niger</i>	2.5-4.0	1.000-5.000
<i>Botrytis cinerea</i>	3.6	1.200-2.500
<i>Fusarium spp</i>	3.0	1.000
<i>Cladosporium spp</i>	5.0-7.0	1.000-3.000

Fuente: (Lück y Jager, 1995).

Sinergismo y aplicaciones

La dosis de aplicación y sus formas varían según el sustrato sobre el que se utilice.

Puede utilizarse conjuntamente con el ácido benzóico o sus sales y óxido de azufre a fin de completar su efecto. En general las mezclas proporcionan dos ventajas:

- 1.- Ampliar el espectro de acción logrando actividad frente a un mayor número de microorganismos
- 2.- Intensificar la acción antimicrobiana aprovechando el sinergismo entre los conservadores, con lo cual se requiere una menor concentración de éstos que si se utilizan por separado (Cubero *et al.*, 2002).

- Margarinas: dosis de 0.05-0.1 % en la fase grasa como ácido sórbico o como sorbato en la fase acuosa, ya que debido a su coeficiente de reparto más favorable permanece una proporción mayor de la relación ácido sórbico/sorbato en la fase acuosa, que es la que puede sufrir el ataque bacteriano.

- Productos lácteos: suelen utilizarse como tratamientos de superficie como es el caso del queso durante su maduración y para los materiales de empaquetado variando la dosis en cada caso.
- Verduras fermentadas: se utiliza en forma de soluciones acuosas de sorbato para conservar verduras fermentadas y en vinagre, ya que aprovechamos la baja acción contra bacterias lácticas que nos interesan para la fermentación, pero inhibe el crecimiento de levaduras y mohos no deseados.
- Bebidas: tanto en zumos de frutas como en la estabilización del vino, se emplea teniendo en cuenta en éste último caso la necesidad de complementar el tratamiento con SO₂ para proteger también al producto contra la oxidación, el deterioro enzimático y el ataque de las bacterias.
- Repostería: aplicación debido a su acción contra levaduras osmófilas a pH relativamente alto, concentración de uso de acuerdo con el contenido del producto en azúcar, ácido u otros factores que influyan sobre la conservación.
- Productos cárnicos: el indeseable crecimiento de mohos sobre los embutidos duros y salchichas tipo Frankfurt puede suprimirse por tratamiento con solución de sorbato potásico al 10-20%.

2.2 Ácido benzoico (C₆H₅-COOH)

El ácido benzoico se ha utilizado ampliamente como agente antimicrobiano en los alimentos, aceptado en todo el mundo. Aunque el producto utilizado en la industria se obtiene por síntesis química por oxidación catalítica, se encuentra presente en forma natural en algunos vegetales, como la canela, clavo, arándanos, las ciruelas y otras frutas (Elmadfa *et al.*, 1991).

El ácido benzoico presenta una solubilidad de 0.34 % en agua a temperatura ambiente, en aceite está sobre el 1-2 %, según el tipo de aceite y es soluble en etanol puro.

Debido a su baja solubilidad en agua a temperatura ambiente, se suelen utilizar más las sales derivadas de este ácido como benzoato sódico (solubilidad alrededor de 63% en agua a temperatura ambiente), benzoato potásico y benzoato cálcico, todos ellos tienen una solubilidad mayor que el ácido (Cubero *et al.*, 2002).

El ácido no dissociado es el que tiene actividad antimicrobiana, presentando su máxima actividad en el margen de pH 2.5 – 4.0, por lo tanto son ineficaces en productos cuyo pH tiene un valor superior a 5 (ligeramente ácido o neutro). Como todo presenta ciertas desventajas, las altas concentraciones resultan en un sabor agrio, lo cual limita su aplicación, además de su toxicidad, que aunque es relativamente baja, es mayor que la de otros conservantes (<http://www.quiminet.com.mx>).

De los tres tipos de sales del ácido benzoico, el que tiene mayor importancia es el benzoato sódico.

2.2.1 Benzoato sódico (C₆H₅COONa)

También conocido como benzoato de sosa, es blanca, cristalina o granulada, es soluble en agua y ligeramente soluble en alcohol. La sal es antiséptica y en cantidades elevadas es tóxica. Puede ser producido por reacción de hidróxido sódico con ácido benzoico (Lück y Jager, 1995).

El benzoato sódico solo es efectivo en condiciones ácidas ($\text{pH} < 3.6$) lo que hace que su uso más frecuente sea en conservas, en aliño de ensaladas (vinagre), en bebidas carbonatadas (ácido carbónico), en mermeladas (ácido cítrico), en zumo de frutas (ácido cítrico) y en salsas de comida china (soja, mostaza y pato) (Casp y Requena, 2003).

Se ha comprobado que tanto el ácido benzoico como sus sales no tienen efectos nocivos para las personas cuando se utiliza en pequeñas cantidades, se elimina rápidamente del organismo después de conjugarse con la glicina para formar ácido hipúrico (benzoilglicina) evitando su acumulación (Fennema, 2000).

Acción frente a los microorganismos

El ácido benzoico y sus sales basan su acción antimicrobiana en diversas intervenciones sobre el sistema enzimático de los microorganismos:

- ◆ Agente micoestático: que actúe sobre diversas enzimas de la célula microbiana, como las que regulan el metabolismo del ácido acético y la fosforilación oxidativa, parece intervenir en varios puntos del ciclo del ácido cítrico, (Bellitz y Grosh, 1995) además parece inhibir la tirosinasa (Menon *et al.*, 1990).
- ◆ Acción a nivel de membrana: interfiriendo la permeabilidad de la pared celular, y dando lugar a una acidificación del contenido celular.

Esta acción contra los microorganismos se obtiene gracias a la forma no disociada de la molécula y a la facilidad que tiene en este estado de penetrar a través de la membrana celular (Eklund, 1985).

Espectro de acción

El ácido benzoico y sus sales actúan básicamente frente a levaduras, hongos incluyendo los microorganismos productores de aflatoxinas y en menor grado frente a bacterias (tiene menos efecto sobre las bacterias ácidos lácticos y clostridios) (Lück y Jager, 1995).

Las concentraciones de inhibición son alrededor de 0.05-0.1 % de ácido no disociado, principalmente en alimentos ácidos (pH menor o igual 4-4.5), tiene fuerte dependencia de su actividad el pH del medio.

Las concentraciones útiles de acción del ácido benzoico varían según el pH del medio donde se utilicen de manera que conforme aumenta el pH también se ha de aumentar la concentración de ácido para obtener el mismo resultado (Cubero *et al.*, 2002).

Cuadro 6 Acción inhibitoria del ácido benzoico sobre las bacterias

Microorganismo	Valor pH	Concentración inhibitoria mínima en ppm
<i>Pseudomonas spp</i>	6.0	2.000-4.800
<i>Micrococcus spp</i>	5.5-5.6	500-1.000
<i>Streptococcus spp</i>	5.2-5.6	5.000-10.000
<i>Lactobacillus spp</i>	4.3-6.0	3.000-18.000
<i>Escherichia coli</i>	5.2-5.6	500-1.200
<i>Bacillus cereus</i>	6.3	5.000

Fuente: (Lück y Jager, 1995).

Cuadro 7 Acción inhibitoria del ácido benzoico sobre las levaduras

Microorganismo	Valor pH	Concentración inhibitoria mínima en ppm
<i>Levaduras esporogénicas</i>	2.6-4.5	200-2.000
<i>Levaduras no esporogénicas</i>	4.0-5.0	700-1.500
<i>Hansenula subpelliculosa</i>		2.000-3.000
<i>Pichia membranaefaciens</i>		7.000
<i>Pichia pastori</i>		3.000
<i>Candida krusei</i>		3.000-7.000
<i>Torulopsis spp</i>		2.000-5.000
<i>Rhodotorula spp</i>		1.000-2.000
<i>Oospora lactis</i>		3.000

Fuente: (Lück y Jager, 1995).

Cuadro 8 Acción inhibitoria del ácido benzoico sobre los mohos

Microorganismo	Valor pH	Concentración inhibitoria mínima en ppm
<i>Rhizopus nigricans</i>	5.0	300-1.200
<i>Mucorales</i>	5.0	300-1.200
<i>Penicillium species</i>	2.6-5.0	300-2.800
<i>Penicillium glaucum</i>	5.0	4.000-5.000
<i>Aspergillus species</i>	3.0-5.0	200-3.000

Fuente: (Lück y Jager, 1995).

Sinergismo y aplicaciones

La acción del ácido benzoico puede ser beneficiada utilizándolo en combinación con otros conservadores como los sorbatos o el cloruro sódico y los parabenos (ésteres del ácido para-hidroxibenzoico) (Fennema, 2000).

Eficaces en la conservación de mermeladas, jaleas, ensalada de frutas, bebidas sin alcohol, pulpa de fruta, rellenos para bizcocho a base de frutas, arenque, bebidas refrescantes y carbónicas, conservas vegetales (pescado), margarina, salsas, repostería y galletas. (Bellitz y Grosh, 1995).

2.3 Ésteres de ácido p- hidroxibenzoico

Son también llamados parabenos y son un grupo de ésteres alquílicos del ácido p-hidroxibenzoico que se han utilizado ampliamente como agentes antimicrobianos en los alimentos. Poseen características o propiedades comunes con el ácido benzoico, de ahí que a veces suelen utilizarse juntos, generalmente no son tóxicos para el hombre y se excretan por la orina, por lo tanto no tienden acumularse en el organismo (www.quiminet.com.mx/pr/Hexameten%2BKetramina.htm).

Su principal ventaja es que son activos en medios neutros, al contrario que los otros conservantes, que solo son útiles en medio ácido.

Los ésteres del ácido p-hidroxibenzoico surgieron con el objetivo de sustituir al ácido salicílico y al ácido benzoico ya que tienen la desventaja de poderse emplear sólo en zonas de pH marcadamente ácido (Lück y Jager, 1995).

Los ésteres del ácido p-hidroxibenzoico más utilizado como conservantes son:

- Ester metílico: poco soluble en agua a temperatura ambiente.
- Ester etílico: menos soluble que el anterior en agua a temperatura ambiente (Kirk *et al.*, 2005).
- Ester propílico: solubilidad en agua mucho menor.

Los compuestos sódicos son más solubles en agua, pero se hidrolizan fácilmente debido a su alta alcalinidad.

Debido a su baja solubilidad en medio acuoso se utilizan solubilizándolos en alcohol o bien empleando sus sales. La solubilidad en grasas de los ésteres del p-hidroxibenzoico aumenta con la longitud de la cadena del componente alcohólico y de acuerdo con el tipo de aceite oscila entre el 2-5 %. Coeficiente de reparto poco favorable entre la fase acuosa y grasa de las emulsiones a causa de la liposolubilidad (Cubero *et al*, 2002).

Acción frente a los microorganismos

La acción antimicrobiana de los ésteres del ácido p-hidroxibenzoico es proporcional a la longitud de la cadena alcohólica (Thompson, 1994). Pero debido a la disminución de la solubilidad al aumentar la longitud de la cadena, los utilizados normalmente son los ésteres metílicos, etílicos y propílicos (son de cadena corta).

Al contrario que otros conservadores los parabenos son activos a pH 7 y superiores (Fennema, 2000).

El mecanismo de acción, en un principio corresponde al fenol, una de sus acciones consiste en destruir la membrana celular y desnaturalizar las proteínas intracelulares, aparte de las reacciones competitivas que ocurren con coenzimas.

La acción antimicrobiana se basa en la inhibición de la absorción de nutrientes y aminoácidos esenciales, como la glucosa y la prolina.

Espectro de acción

Actuación preferentemente fungistático, aunque gracias a su grupo fenólico presentan una acción bacteriana superior a la del resto de ácidos empleados como conservadores, especialmente frente a las bacterias gram-positivas.

Cada éster tiene una acción determinada frente a diferentes microorganismos, por eso se recomienda la utilización de una mezcla de ellos.

El éster propílico tiene una acción especialmente importante frente a bacterias esporuladas y causantes de infecciones tóxico alimentarias, inhibe la formación de la enterotoxina estafilocócica a concentraciones del 0.02-0.03 % de ácido no disociado (Cubero *et al.*, 2002).

Otra propiedad es que son muy estables en los alimentos, sin saponificarse o hidrolizarse aun en condiciones extremas como pueden ser los tratamientos de esterilización en autoclave.

Cuadro 9 Acción inhibitoria de los ésteres del ácido *p*-hidroxibenzoico sobre los mohos a pH 5-7

Microorganismo	Concentración inhibitoria mínima en ppm	
	Éster etílico	Éster propílico
Phycomycetae	200-1.000	200-1.000
Mucor racemosus	200-500	100-500
Rhyzopus nigricans	200-500	200-500
Penicillium spp	200-800	200-500
Gliocladium roseum	200-300	

Aspergillus spp	200-500	100-500
Aspergillus niger	500-1.000	100-500
Aspergillus orycae	200-500	100-200
Hongos imperfectos	200-400	200-300

Fuente: (Lück y Jager, 1995).

Cuadro 10 Acción inhibitoria de los ésteres del ácido *p*-hidroxibenzoico sobre las bacterias a pH 5.5 a 7.0

Microorganismo	Concentración inhibitoria mínima en ppm	
	Éster etílico	Éster propílico
<i>Pseudomonas spp</i>	500-1.000	400-1.000
<i>Micrococcus spp</i>	600-1.100	100-1.000
<i>Streptococcus faecalis</i>	1.300	400
<i>Lactobacillus spp</i>	350-1.500	300-500
<i>Betabacterium bucheri</i>	4.000	4.000
<i>Escherichia coli</i>	120-1.000	300-500
<i>Bacillus cereus</i>	1.000	100-1.000
<i>Salmonella spp</i>		330-770

Fuente: (Lück y Jager, 1995).

Sinergismo y aplicaciones

Utilización determinada a la independencia de su acción del valor de pH, su pequeña hidrosolubilidad y sus propiedades organolépticas. Debido a sus posibilidades de acción a pH próximos al neutro podrían aplicarse en gran cantidad de productos y enmascarar prácticas de producción defectuosas. Por lo regular se emplean junto con el ácido benzoico (Cubero *et al*, 2002).

Normalmente se emplean en productos cárnicos cocidos, productos de panadería, bebidas no alcohólicas, aceitunas, encurtidos, mermeladas, jaleas y jarabes (Bellitz y Grosh, 1998).

2.4 Anhídrido sulfuroso y sulfitos

Se encuentran entre los conservadores más utilizados, los cuales se han utilizado desde la antigüedad para evitar el crecimiento de microorganismos.

El azufre es un elemento común, que al entrar en combustión produce el dióxido de azufre. El óxido de azufre (IV) o dióxido de azufre, cuya fórmula es SO_2 , se añade en forma de anhídrido sulfuroso o como sales, sulfito, bisulfito o metabisulfito de sodio o potasio, sus efectos son más intensos en los alimentos cuando el ácido está en su forma no disociada (Cuadro 3) (Casp y Requena, 2003).

Desempeñan distintas funciones en los alimentos y bebidas como son: inhibición de reacciones catalizadas por enzimas, como antioxidante, inhibición del pardeamiento no enzimático e inhibición de desarrollo microbiano (Casp y Requena, 2003).

Desafortunadamente presentan un sabor desagradable el cual puede ser detectado por las personas a concentraciones muy bajas, aunque en aquellos alimentos que se hierven o cuecen de alguna otra manera, la

mayor parte del bióxido de azufre se elimina, otro punto negativo es que destruyen rápidamente a la tiamina (vitamina B1), por lo tanto se debe evitar usar en alimentos que lo contengan (Fox y Cameron, 2004).

Actualmente el gas libre apenas se utiliza y se sustituye por compuestos generadores de dióxido de azufre.

Cuadro 11 Compuestos generadores de dióxido de azufre

Precusores de SO₂	Fórmula	Solubilidad	Contenido de SO₂ activo (%)
Dióxido de azufre	SO ₂	(gas)	100
Sulfito sódico	Na ₂ SO ₃	25g/100ml	50,82
Sulfito potásico	K ₂ SO ₃	28g/100ml	
Bisulfito sódico	NaHSO ₃	Muy soluble	61,56
Bisulfito potásico	KHSO ₃	Muy soluble	
Metabilsulfito sódico	Na ₂ S ₂ O ₅	Muy soluble	67,39
Metabilsulfito potásico	K ₂ S ₂ O ₅	Muy soluble	57,68

Fuente: (Cubero *et al.*, 2002).

Las formas de ión sulfito, bisulfito y metabisulfito, presentan un equilibrio según el pH del medio en disolución, a medida que baja el pH la proporción de ión sulfito en la mezcla disminuye, aumentando el porcentaje de SO₂ a expensas del bisulfito.

Los bisulfitos se pueden encontrar en solución o en forma de polvo. Estos compuestos son fácilmente transformados a sulfatos los cuales son eliminados a través de la orina, por lo tanto no se acumula en el organismo de las personas (Bellitz y Grosh, 1998).

2.4.1 Sulfito sódico (Na_2SO_3)

El sulfito de sodio o sulfito sódico, es un polvo blanco inestable, que al reaccionar con el oxígeno forma el sulfato de sodio. Bajo condiciones ácidas forma ácido sulfúrico, que actúa como un conservante. Además de cumplir esta función, es utilizado como un agente oxidante y blanqueador, que previene el deterioro y la decoloración de los productos en los que es aplicado.

Acción frente a los microorganismos

Su acción se extiende a levaduras, hongos y bacterias, siendo las más afectadas las bacterias (bacteriostáticas a pequeñas concentraciones y bactericida a concentraciones grandes), la actividad se incrementa con el descenso del pH y se atribuye al ácido sulfuroso no disociado, el cual predomina a pH menor de 3. A causa de la presencia de iones bisulfito, el ácido sulfuroso tiene también en la zona media de pH = 6 cierta acción antimicrobiana. De esta manera es preferible valores de pH bajos contra levaduras y pH más elevado contra bacterias (Casp y Requena, 2003).

El SO_2 libre es 60 veces más inhibidor que la forma combinada. Una vez dentro de la célula del microorganismo, actúa sobre los grupos tiol de las proteínas estructurales y con los grupos activos de cofactores tales como vitaminas, ácidos nucleicos y lípidos. También actúa sobre los enlaces disulfuro de las proteínas, provocando así, cambios en su conformación. Actúa sobre la actividad de la tiamina y modifica la función de la membrana y el metabolismo celular al peroxidar lípidos (Cubero *et al.*, 2002).

Espectro de acción

El SO₂ tiene una función muy selectiva y ésta depende de la concentración, el orden de resistencia al SO₂ de diferentes microorganismos presenta con menor acción contra levaduras, después se incrementa para bacterias gram positivas y finalmente tiene mejor acción sobre bacterias gram negativas.

No se ha observado desarrollo de la resistencia al SO₂ por parte de los microorganismos, salvo en casos excepcionales como *Zygosacharomyces bailli* aunque la experiencia ha demostrado, que las cepas de levaduras cultivadas en ausencia de SO₂, son mucho más sensibles al conservante que las que se cultivan en presencia de SO₂ de forma continuada (Lück y Jager, 1995).

Cuadro 12 Acción inhibitoria del dióxido de azufre frente a las bacterias a pH 6

Microorganismo	Concentración inhibitoria en mínima de sulfito sódico en ppm
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	500
<i>Pseudomonas effusa</i>	500
<i>Pseudomonas ovalis</i>	1.000
<i>Staphylococcus aureus</i>	800
<i>Lactobacillus casei</i>	1.000
<i>Lactobacillus arabinosus</i>	550
<i>Escherichia coli</i>	1.000-2.000
<i>Aerobacter aerogenes</i>	1.000
<i>Bacillus subtilis</i>	500
<i>Bacillus megatherium</i>	500
<i>Bacillus cereus var. Mycoides</i>	500

Fuente: (Lück y Jager, 1995).

Sinergismo y aplicaciones

Debido a su buen efecto antibacteriano, el dióxido de azufre frecuentemente se combina con los conservantes ácido sórbico y ácido benzoico, con mayor acción fungiestática. Esto mejora el espectro antimicrobiano de ambos grupos de conservantes (Lück y Jager, 1995).

Se emplea para controlar el crecimiento de microorganismos no deseables en fruta y derivados.

También se utiliza en vinicultura antes del proceso de fermentación del mosto, evitando el crecimiento de bacterias acéticas y mohos sin afectar a las levaduras, si se añade una dosis excesiva se interrumpe la fermentación y se debe eliminar el SO₂ por calentamiento o barrido con gases inertes (Cubero *et al.*, 2002).

Mejora color y olor, en productos cárnicos, retrasa y previene el desarrollo de bacterias de superficie. Evita el oscurecimiento de los crustáceos, aunque debe tenerse en cuenta que al usarlo en productos refrigerados puede favorecer el desarrollo de bacterias acidificantes. También se utiliza como agente antipardeamiento en vegetales, especialmente la patata (Fennema, 2000).

Mantienen la estabilidad oxidativa en bebidas carbonatadas, frutas deshidratadas, zumos de frutas, jarabes y purés (<http://www.quiminet.com.mx/pr1/Hexametilen%2BRKetramina.htm>).

2.5 Ácido acético (CH₃-COOH)

Ácido de origen natural, presente en la mayoría de las frutas. Es producido gracias a la capacidad de *Acetobacter* (acetobacterias o bacterias acéticas) para oxidar el etanol a ácido acético, una fermentación bacteriana, y por consiguiente, está presente en todos los productos fermentados. Comercialmente es elaborado por medio de la fermentación bacteriana del azúcar, las melazas o el alcohol, o por síntesis química del acetaldehído.

El ácido acético se usa en la conservación de alimentos de dos formas; como vinagre del 5-10% y como soluciones acuosas de ácido acético sintético del 25 al 80%.

El ácido acético es utilizado como un conservante previniendo el crecimiento de las bacterias y los hongos. Así mismo, es agregado en la mayonesa para incrementar el efecto de inactivación contra *Salmonella*. Muestra su mayor actividad a niveles bajos de pH. Por lo tanto es empleado principalmente en productos ácidos (<http://www.food-info.net/es/e/e260.htm>).

2.5.1 Acetato de sodio, etanoato de sodio (CH₃COONa)

Es la sal de sodio del ácido acético. Es un producto químico económico producido en cantidades industriales para una amplia gama de uso.

Es el compuesto químico que da sabor a las patatas fritas. Se suele añadir a los alimentos como conservante; en este caso se nombra como diacetato de sodio (Elmadfa *et al.*, 1991).

2.5.2 Acetato de calcio, etanoato de calcio (Ca(C₂H₃O₂)₂)

Sal de calcio del ácido acético. Tiene aspecto de un polvo blanco, soluble en agua.

Adicionalmente, el acetato de calcio es utilizado especialmente como agente para prevenir el crecimiento de algunos organismos formadores de esporas en el pan sin afectar a las levaduras. Se utiliza principalmente en productos de panificación (Fennema, 2000).

Acción frente a los microorganismos

El ácido acético se considera un acidificante agradable y un conservador, debiendo su acción al descenso de pH que provoca en los sustratos donde se utiliza.

Presenta acción antimicrobiana con dosis o concentración por encima del 0.5 %, atravesando la membrana celular de las bacterias y desnaturalizando las proteínas del protoplasma, aunque es necesario utilizarlo a concentraciones superiores que las de otros ácidos conservadores (Lück y Jager, 1995).

La actividad antimicrobiana del ácido acético es muy pequeña, porque su acción no se debe a la forma no disociada de la molécula, sino a la cantidad de H⁺ liberados en el alimento que provocan la bajada de pH.

Entre pH 5 y 6 la actividad del ácido acético se duplica, mientras que la parte disociada en este intervalo es unas siete veces menor.

Los acetatos no tienen actividad antimicrobiana por sí mismos, y su utilidad está en función del ácido acético liberado y por ejemplo, de los diacetatos, que ocasiona una disminución del pH (Cubero *et al.*, 2002).

Espectro de acción

Debido a la disminución del pH que provoca, la actividad del ácido acético se dirige principalmente contra las bacterias, aunque existen algunas bacterias como las acidófilas, entre otras, que presentan una resistencia a ciertas concentraciones de ácido o que son capaces de prosperar a las cantidades de vinagre que contienen los alimentos (Bellitz y Grosh, 1998).

La acción del ácido acético es más eficaz contra levaduras y mohos que contra bacterias.

El crecimiento de la mayor parte de bacterias causantes de toxiinfecciones y de las esporulantes se inhibe con concentraciones de 0.1 % y el de mohos micotoxicógenos a concentraciones de 0.3 % (Cubero *et al.*, 2002).

Sinergismo y aplicaciones

El ácido acético tiene un efecto inhibitor menor que otros ácidos conservantes, por esta razón se combina su utilización con otras sustancias que aumenten su efecto o con tratamientos de pasteurización, ya que se ha comprobado que el ácido acético a utilizar puede disminuirse significativamente si los productos se conservan refrigerados o tienen elevadas concentraciones de sal o azúcar (Lück y Jager, 1995).

Aplicación común en:

- ❖ Salsas y productos grasos: empleo debido a su acción inhibitoria y también como saborizante.
- ❖ Productos de pesca: uso combinado con otros conservadores que actúan frente a hongos y levaduras y con otros métodos físicos como la refrigeración.
- ❖ Productos vegetales: concentraciones entre 3-5% no impiden el crecimiento de levaduras y algunos mohos, sobre todo si el producto contiene azúcar.
- ❖ Panificación: se emplea el diacetato para proteger a algunos tipos de panes del *Bacillus mesentericus* debido a la acidificación de la masa y al aumento de la sensibilidad de éstas bacterias al calor que sufrirán en el horneado.
- ❖ Escabeches, salmueras, encurtidos

En productos envasados se recomienda el empleo del ácido acético junto con sorbatos o benzoatos a fin de impedir el crecimiento microbiano una vez este abierto el envase (Cubero *et al*, 2002).

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DE CONSERVADORES MENOS UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

3.1 Difenilo, bifenilo, fenilbenceno ó 1,1'bifenilo (C₁₂H₁₀)

Se encuentra de manera natural en alquitrán mineral, crudo y gas natural y se obtiene por síntesis a partir del benceno, posee un aroma muy agradable se presenta en el mercado como polvos blancos de solubilidad baja en agua y alta en disolventes orgánicos, son utilizados principalmente contra los hongos del género *Penicillium* que crecen en las frutas cítricas.

Dada esta característica, los contenedores son desinfectados y las envolturas de las frutas son impregnadas de difenilo. Algunas veces, las frutas también son sumergidas en una solución de este, la cual lentamente penetra la piel y por ello puede estar presente en el interior de la fruta (<http://www.food-info.net/es/e/e230.htm>).

Es medianamente tóxico, pero puede ser degradado biológicamente por conversión a componentes no tóxicos.

Acción frente a los microorganismos

Únicamente presenta acción importante contra mohos, destaca su acción inhibidora en la síntesis de la carotina aunque también interfiere en otras reacciones bioquímicas propias del microorganismo (Lück y Jager, 1995).

Hay que tener en cuenta que puede crear resistencia en los mohos y que aunque es eficaz contra *Penicillium italicum* y *digitatum*, no afecta a *Phytophthora citriphthora*, *Alternaria citri*, *Sclerotinia sclerotium* y *Trichoderma viride*.

Sinergismo y aplicaciones

Aplicación para ayudar a la conservación de todo tipo de frutas cítricas, impregnando el material de embalaje. Las concentraciones normalmente aplicadas van de 1-5g de difenilo por m² el cual al volatilizarse, llenan el espacio entre los frutos (Bellitz y Grosh, 1998).

3.2 Tiabendazol (C₁₀H₇N₃S)

Fungicida sintético, que se presenta como un polvo cristalino, su solubilidad es baja en agua, pero aumenta cuando se encuentra en medio alcalino.

Es de uso extenso en frutas, es aplicado por rociado aunque también puede aplicarse mediante la inmersión de las mismas en una solución acuosa. Solamente puede ser aplicado en la superficie exterior. (<http://www.food-info.net/es/e/e233.htm>).

Acción contra microorganismos

Su adición como conservante alimentario se basa en su efecto fungistático contra *Penicillium italicum* y *Penicillium digitatum*. Al tener una acción tan específica, hace que no sea uno de los conservantes con más relevancia en la conservación de los alimentos (Cubero *et al*, 2002).

Sinergismo y aplicaciones

No se ha encontrado descritos sinergismos con otros conservantes, aunque hay que tomar en cuenta, que un medio con pH alcalino facilita la aplicación al beneficiar la disolución.

La aplicación más común es en la conservación de cítricos y plátanos (Lück y Jager, 1995).

3.3 Antibióticos

Sustancias producidas por microorganismos, que tienen acción bacteriostática o bactericida, fungistática o fungicida. Son pocos los que tienen acción sobre un gran número de bacterias y muy pocos los efectivos contra hongos (Fennema, 2000).

El uso de antibióticos en alimentos resulta útil para disminuir el peligro de alteración de carne roja cruda, pescados crudos, colas de camarones, ave eviscerada entera o en trozos, cruda y vegetales. Retarda el desarrollo de bacterias patógenas y de la flora normal resistente al calor en alimentos como flanes, queso y leche, matando células vegetativas y esporas (Elmadfa *et al.*, 1991).

El uso de antibióticos como conservantes en la industria alimentaria es muy limitado, ya que los microorganismos pueden generar resistencia, con lo que su efectividad queda nula y sólo puede utilizarse en condiciones muy específicas.

3.4 Nisina

Antibiótico producido por algunas cepas de *Lactococcus lactis*, microorganismo que se encuentra de forma natural en la leche y derivados lácticos, está formado por una cadena de polipéptidos (proteína de cadena corta), a pH 11 se inactiva completamente (Fox y Camerón, 2004).

Este producto es empleado principalmente para prevenir la putrefacción de productos alimenticios procesados térmicamente y empacados.

La nisina ingerida es destruida rápidamente durante la digestión y sus aminoácidos constituyentes se metabolizan junto con los procedentes de las otras proteínas.

Prácticamente carece de toxicidad o de poder alergénico.

Acción frente a los microorganismos

Tiene un espectro de acción más importante contra las esporas bacterianas que contra las células vegetativas, debido a que su acción afecta a la membrana citoplasmática haciéndola más sensible a la temperatura. Actúa la nisina que permanece en forma activa después del tratamiento térmico inhibiendo la formación de las esporas bacterianas. Se encuentra una acción inhibitoria máxima de la nisina a pH 6.5 - 6.8 aunque la estabilidad a este pH sea muy pequeña (Lück y Jager, 1995).

Espectro de acción

Tiene un espectro de acción relativamente estrecho, actúa contra bacterias Gram (+) específicamente, aunque también muchas bacterias ácido lácticas (BAL), estreptococos, bacilos, clostridios y otros microorganismos anaerobios esporógenos (Hurst y Hoover, 1993). Las bacterias Gram (-), levaduras y los mohos no son inhibidos por la nisina, es más mucho de estos microorganismos tienden a descomponerla rápidamente. *Listeria monocytogenes* puede adquirir resistencia a la nisina (Mazzotta y Montville, 1995).

Solo puede emplearse eficientemente cuando los microorganismos alterantes nisina-sensibles son prácticamente los únicos presentes en el alimento.

Sinergismo y aplicaciones

La aplicación de la nisina es efectiva básicamente para la preservación del queso duro, evitando el hinchamiento tardío: y el queso fundido, en el que la acción primaria de la nisina está dirigida contra los microbios esporógenos

3.5 Natamicina-pimaricina

La pimaricina es un antibiótico producido por las bacterias *Streptomyces natalensis* y *S. chattanoogensis*, se pueden encontrar en el mercado en forma de polvo, suspensiones o soluciones, es estable a pH 4-7, se descomponen por la acción de los oxidantes, de la luz y los metales pesados, es muy poco soluble en agua y alcohol, alrededor del 0.005 % (Lück y Jager, 1995).

Acción frente a los microorganismos

La pimaricina actúa sobre la membrana celular aumentando su permeabilidad y en algunos microorganismos sobre diferentes enzimas del metabolismo oxidativo. Para inhibir la actividad vital de la célula son necesarias concentraciones mucho menores que para inhibir el crecimiento (Cubero *et al*, 2002).

Espectro de acción

No tiene efecto sobre bacterias, su principal aplicación es contra levaduras y mohos, inhibiendo *in vitro* el desarrollo de hongos productores de aflatoxinas.

Los hongos, con el tiempo, tienden a crear formas resistentes, lo cual hay que tener en cuenta, evitando su uso prolongado (Fennema, 2000).

Sinergismo y aplicaciones

Se usa en productos cárnicos principalmente embutidos como tratamiento superficial en soluciones del 0.1 al 0.25% de pimaricina. El material de recubrimiento en quesos duros y semiduros, el queso a proteger se sumerge en una suspensión de natamicina con aproximadamente el 0.05 a 0.25% o esta solución se emplea para rociar hasta humedecer la superficie del queso. El grado de penetración depende del tipo de queso, quedando la mayoría en la superficie, además que se destruye durante la maduración y reposo del mismo.

La adición de 0.05% a las sustancias de recubrimiento del queso a base de emulsiones poliméricas, continúa siendo un campo de aplicación importante (Lück y Jager, 1995).

3.6 Ácido fórmico (H-COOH)

El ácido fórmico se encuentra naturalmente en las hormigas, pero también en muchas frutas (como en las manzanas, fresas y frambuesas), miel y ortigas. Comercialmente es producido a partir del ácido sulfúrico, hidróxido de sodio y monóxido de carbono. Utilizado como preservante contra muchos microorganismos. Debido a su olor, su uso es muy limitado (<http://www.food-info.net/es/e/e200-300.htm>).

El ácido fórmico es un potente bactericida y sus derivados no están autorizados en varios países como Inglaterra o Estados Unidos. Proporcionan un sabor poco agradable a los productos conservados con ellos, y además son bastante tóxicos (<http://milksci.unizar.es/adit/conser.html>).

Acción frente a los microorganismos

Parte de su acción antibacteriana se basa en su efecto reductor del pH, actúa a concentraciones relativamente altas a diferencia de los ácidos orgánicos de mayor peso molecular, debido a su alta constante de disociación sólo es adecuado para la conservación de productos altamente ácidos, en el rango de pH inferior a 3.5. Los formatos no tienen acción antimicrobiana en el rango de pH débilmente ácido a neutro (Lück y Jager, 1995).

Espectro de acción

Dirigido principalmente contra levaduras y determinadas bacterias. Las bacterias ácido lácticas (BAL) y los mohos son relativamente resistentes.

Sinergismo y aplicaciones

El formato cálcico en combinación con benzoatos permite la conservación de encurtidos vegetales. En zumos de fruta y pulpas de fruta se inhibe la fermentación añadiendo 0.3-0.4% de ácido fórmico tras el prensado.

A concentraciones eficaces se detecta tanto el olor como el sabor, por lo que su uso queda restringido a los productos frutícolas destinados a posterior procesamiento, en los últimos años esta siendo reemplazado por otros métodos de conservación.

3.7 Examina, hexametilentetramina (C₆H₁₂N₄)

Comercialmente es sintetizado a partir del formaldehído y el amoníaco. Se encuentra como un polvo blanco cristalino higroscópico, de síntesis a partir de la unión de amoníaco y formaldehído en solución acuosa. Es metabolizado por el hígado y excretado. A altas concentraciones tiene efectos considerables; sin embargo, estas concentraciones nunca se alcanzan en los alimentos, debido al sabor que les imparte (Lück y Jager, 1995).

Los mecanismos de acción antimicrobiana de este conservante se basan en su transformación en formaldehído en los alimentos ácidos. Si se ingiere, se produce la misma reacción en el estómago. El formaldehído es un agente cancerígeno débil, y se ha comprobado a nivel experimental con ratas que la ingestión de grandes cantidades de hexametilentetramina es capaz de inducir la aparición de ciertos tipos de cáncer (<http://www.quiminet.com.mx/pr1/Hexameten%2BRetramina.htm>).

Acción frente a microorganismos

El efecto microbicida se debe al desdoblamiento hidrolítico de la molécula que tiene lugar en medios con pH ácido. En esta reacción se desprende formaldehído que se une con las proteínas de la célula microbiana y produce una inactivación de determinadas enzimas, afectando así su metabolismo y desarrollo (Cubero *et al.*, 2002).

La hexametilentetramina puede reaccionar con otros aminoácidos del alimento y quedar inactivada parcialmente, disminuyendo así su acción, este hecho conviene tenerlo en cuenta en la dosificación.

Espectro de acción

Su acción contra las proteínas es general e inespecífica, es más eficaz contra bacterias que contra levaduras y mohos.

Sinergismo y aplicaciones

Cuando se quiere ampliar el campo de acción contra levaduras y hongos se suele utilizar junto con ácido benzoico y/o sórbico, ya que por sí sola no es activa contra estos microorganismos.

En la fabricación de algunos quesos de pasta dura puede añadirse en la leche para evitar posibles hinchamientos tardíos no deseados.

La hexametilentetramina se emplea en las anchoas, escabeches, caviar, mejillones, quesos, arenque, pescado en conservas para evitar el desarrollo de bacterias patógenas. La dosificación varía de acuerdo con el pH que proporcione el método de conservación. El formaldehído además de

tener un efecto antimicrobiano, también provoca un endurecimiento de la carne, en cierta manera deseado en las conservas de pescado (Cubero *et al.*, 2002).

3.8 Nitritos: nitrito de sodio (NaNO₂) y nitrito de potasio (KNO₂)

Mineral que esta presente de manera natural. Puede ser extraído o producido químicamente a partir del nitrato de potasio.

El empleo de nitritos (sales del ácido nitroso) en el curado de productos cárnicos sigue siendo hoy en día el método más eficaz para prevenir las intoxicaciones alimentarias que puede ocasionar la bacteria *Clostridium botulinum* que causa la mortal intoxicación alimentaria conocida como botulismo (Fox y Camerón, 2004).

La toxina botulínica es el veneno biológico más potente que se conoce (una dosis de 0.1millonesima de gramo ya puede resultar letal en el ser humano). Si se dejara de proceder el curado de productos cárnicos, debería contarse con un aumento drástico de las intoxicaciones alimentarias (Elmadfa *et al.*, 1991).

El nitrito es producto de la reducción del nitrato. El paso de nitratos a nitritos es un proceso lento que no se puede controlar, por esta razón depende del tiempo de fabricación el que se añada nitratos o nitritos al producto alimentario (Cubero *et al.*, 2002).

Generalmente se usa una combinación de nitratos y nitritos, lo que varia es la cantidad de cada uno de ellos. Si es un proceso de producción rápida se utilizan cantidades mayores de nitrito. Si el proceso es más lento

y hay tiempo para que el nitrato se reduzca a nitrito, es preferible usar mayor cantidad de nitratos.

Se suele utilizar nitratos o nitritos sódicos o potásicos, ya sea en forma pura o bien mezclados con sal común y otras sustancias.

3.9 Nitratos: Nitrato de potasio (KNO₃)

Los nitratos son constituyentes naturales de alimentos de origen vegetal, pudiendo encontrarse en ellos en concentraciones muy elevadas. Las espinacas o el apio, por ejemplo, pueden contener de forma natural más de 2g/Kg de nitrato (10 veces más que la concentración máxima autorizada como aditivo). Los nitratos también pueden estar presentes en otras verduras, como la remolacha o acelga, o en el agua de bebida. (<http://milksci.unizar.es/adit/nitrit.html>).

Actualmente, la mayoría del nitrato de potasio viene de los vastos depósitos de nitrato de sodio en los desiertos Chilenos. El nitrato de sodio es purificado y posteriormente se le hace reaccionar en una solución con cloruro de potasio (KCl), en la cual el nitrato de potasio, menos soluble, cristaliza.

La acción antimicrobiana de los nitratos solo se da una vez que estos se han transformado en nitritos. Este descubrimiento dio lugar a que el empleo de nitritos ganara cada vez mayor importancia. Los nitratos, de por sí, no son tóxicos; sin embargo, se pueden convertir en los cancerígenos nitritos debido a la acción de microorganismos, incluso de los que se encuentran en la boca (Elmadfa *et al.*, 1991).

El uso de nitratos y nitritos como aditivos presenta incuestionablemente ciertos riesgos. El primero es el de la toxicidad aguda. El nitrito es tóxico (2g pueden causar la muerte a una persona), al ser capaz de unirse a la hemoglobina de la sangre, de una forma semejante a como lo hace a la mioglobina de la carne, formándose metahemoglobina, un compuesto que ya no es capaz de transportar el oxígeno. Esta intoxicación puede ser mortal, y de hecho se conocen varios casos fatales por ingestión de embutidos con cantidades muy altas de nitritos.

Otro riesgo del uso de nitratos y nitritos es la formación de nitrosaminas, sustancias que son agentes cancerígenos. Existen dos posibilidades de formación de nitrosaminas en el alimento o en el propio organismo.

En el primer caso, el riesgo se limita a aquellos productos que se calientan mucho durante el cocinado (bacón, por ejemplo) o que son ricos en aminas nitrosables (pescado y productos fermentados).

En el segundo caso se podrían formar nitrosaminas en las condiciones ambientales del estómago (<http://milksci.unizar.es/adit/nitrit.html>).

Acción frente a los microorganismos

Los nitratos se transforman en nitritos por procesos enzimáticos, por la actividad de los microorganismos o por agentes reductores como el ácido ascórbico, azúcares reductores, etc. Este compuesto, resultado de la reacción de reducción, es el que tiene mayor acción frente a las bacterias anaerobias. Por el contrario las bacterias aerobias pueden usar el nitrato como fuente de nitrógeno, por lo que no se ven perjudicadas.

La acción antimicrobiana del nitrito depende de las condiciones físico-químicas del medio como pH, temperatura, potencial de oxidoreducción. No se conocen con exactitud los mecanismos de inhibición de los nitritos se cree que se debe a la formación intracelular de óxido nitroso (NO) junto con el ácido nitroso que alteran el metabolismo afectando a nivel enzimático el crecimiento de la célula microbiana (Cubero *et al.*, 2002).

En carnes curadas se da la interacción de diversos factores como:

- ❖ Alteración de la membrana celular con limitación del transporte de sustratos necesarios para el crecimiento microbiano.
- ❖ Restricción del empleo del hierro y otros metales esenciales. Probablemente, en el mecanismo de inhibición del nitrito intervienen sus reacciones con otros compuestos formados durante el calentamiento, que dan lugar a sustancias de mayor poder inhibitorio que el propio nitrito (Lezur, 1992).

La actividad de los nitritos aumenta al disminuir el pH.

Espectro de acción

Actúa solamente sobre las bacterias, y no afecta el crecimiento de hongos ni levaduras.

El interés práctico de la conservación de alimentos con nitrito recae en su acción contra los *Clostridium* y por tanto contra la toxina botulínica. Su actividad contra las esporas aumenta hasta unas diez veces si se calienta el nitrito en unión con el medio de cultivo. Se cree que este hecho se debe a la formación de compuestos a causa del calentamiento, entre el

nitrito y sustancias contenidas por la carne, con una actividad bactericida muy superior a la del nitrito.

La concentración de nitrito a aplicar esta relacionada con el valor de pH y con las condiciones aerobias o anaerobias.

Cuadro 13 Acción inhibitoria del nitrito sobre las bacterias

Bacteria	Concentración inhibitoria mínima de nitrito en ppm después del calentamiento en	
	Condiciones anaeróbicas	Condiciones aeróbicas
<i>Streptococcus mitis</i>	40	4.000
<i>Streptococcus lactis</i>	6.000	10.000
<i>Streptococcus liquefaciens</i>	800	6.000
<i>Streptococcus faecalis</i>	4.000	6.000
<i>Streptococcus salivarius</i>	80	4.000
<i>Streptococcus pyogenes</i>	2	20
<i>Lactobacillus casei</i>	4.000	8.000
<i>Lactobacillus arabinosus</i>	8.000	25.000
<i>Pediococcus cerevisiae</i>	8.000	25.000
<i>Bacillus megatherium</i>	80	4.000
<i>Escherichia coli</i>	2.000	4.000
<i>Aerobacter aerogenes</i>	2.000	4.000
<i>Proteus vulgaris</i>	400	4.000
<i>Salmonella typhosa</i>	800	2.000
<i>Salmonella typhimurium</i>	2.000	4.000
<i>Shigella flexneri</i>	100	2.000

Fuente: (Lück y Jager, 1995).

Sinergismo y aplicaciones

La actividad del nitrito se ve favorecida con la adición de ácidos débiles, de gluconodelta lactona o la inoculación con lactobacilos para que acidifiquen el medio.

Se utilizan esencialmente en productos cárnicos donde se les asocia diversas funciones:

- ❖ Inhibición de microorganismos potencialmente patógenos.
- ❖ Estabilidad en coloración; los nitritos reaccionan con la mioglobina del músculo y son responsable del color rojo-rosáceo de los productos cárnicos curados en crudo (formación de nitrosomioglobina), y de los productos cárnicos curados tratados por calor (formación de nitrosilhemocromo o nitrosoferrohemocromo).
- ❖ Desarrollo del sabor y aroma: los nitritos: los nitritos son esenciales para el desarrollo del sabor y aroma de los productos cárnicos, pero no se conoce exactamente su mecanismo de acción
- ❖ Efecto antioxidante: los nitritos retardan la oxidación de los lípidos y, por tanto la producción de aromas indeseables en carnes curadas. El nitrito estabiliza los componentes lipídicos de la membrana y/o inhibe los prooxidantes naturales del músculo.

Para la salazón seca y húmeda (salmuera) suele emplearse el nitrato, en cambio el nitrito se emplea con mayor frecuencia para embutidos y otros productos de carne picada.

El proceso de curado se realiza más de prisa con los nitritos (salazón rápida) y se puede aplicar por inyección arterial, por inyección muscular, por ultrasonidos y al vacío.

Los nitritos también pueden utilizarse en productos lácteos como el queso en porciones donde se emplea a dosis pequeñas para evitar el hinchamiento que podría producirse por fermentaciones secundarias de *Clostridium* o bacterias butílicas durante el proceso de maduración. Esta funcionalidad la da la reducción de nitrato a nitrito.

En productos pesqueros los nitritos se pueden aplicar como conservador del color rosado como es el caso de la anchoa.

3.10 Ácido propanoico, ácido propiónico (CH₃CH₂COOH)

El ácido propiónico es un líquido transparente en estado puro, con desagradable olor picante, soluble en agua, es corrosivo, por esta razón solo se emplean únicamente sus sales sódicas o cálcicas. Se presentan en forma comercial como unos polvos blancos y con olor propio del ácido del que provienen (http://es.wikipedia.org/wiki/acido_propionico).

Es el más efectivo contra los mohos de todos los conservantes, además de actuar sobre un número reducido de bacterias, se produce de forma natural en el queso Suizo por acción del *propionibacterium shermanii* (Fennema, 2000). Proporciona ciertos aromas a los productos, ya que el ácido tiene un olor muy fuerte, por tal motivo tiene un uso limitado. Son conservantes baratos. Es un conservante fundamental en la fabricación del pan de molde, estando autorizado para ello en la mayoría de los países.

Algunos quesos tienen de forma natural cantidades relativamente altas de ácido propiónico, sustancia que contribuye de forma importante a su aroma característico.

Aunque el que se utiliza en la industria procede de síntesis química, el ácido propiónico está bastante extendido en la naturaleza. Esta presente en los alimentos tanto en forma natural o como aditivo se absorbe en el intestino y se utiliza de la misma forma que los demás ácidos grasos, es decir, como fuente de energía y no se ha demostrado que produzca efectos tóxicos a las concentraciones utilizadas (Fennema, 2000).

3.10.1 Propionato de sodio ($\text{Na}(\text{C}_2\text{H}_5\text{COO})$)

Sal sódica del ácido propiónico, un ácido de origen natural presente en cantidades pequeñas en diversos alimentos; y encontrado algunas veces en concentraciones altas en los alimentos fermentados al ser producido por las bacterias, tal como ocurre en ciertos tipos de quesos. Es también producido en grandes cantidades por las bacterias del intestino grueso.

El propionato de sodio es efectivo para prevenir el desarrollo de hongos, bacilos productores de filamentación y de otras bacterias. Es apropiado para productos de fermentación (<http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia>).

3.10.2 Propionato de calcio ($\text{Ca}(\text{C}_2\text{H}_5\text{COO})_2$)

Es efectivo para prevenir el desarrollo de bacilos productores de filamentación y de hongos. Contiene iones de calcio que ayuda al fortalecimiento de las masas, además de contribuir al suministro de calcio y a la reducción del consumo de sodio en los alimentos (<http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia>).

Acción frente a microorganismos

Su acción inhibitoria se basa en tener concentraciones relativamente altas acumulándose en la célula e interfiriendo en el metabolismo al inhibir enzimas. Dependiendo de la concentración, el ácido propiónico también reduce el valor de pH intracelular, este efecto contribuye igualmente a inhibir el crecimiento y matar a las células (Saldmon *et al.*, 1984). El efecto es más pronunciado en la porción indisociada del ácido que en la porción disociada (Eklund, 1985). Actúa inhibiendo el crecimiento de los microorganismos, debido a que entra en competencia con aminoácidos esenciales, como la alanina. Pueden emplearse en alimentos con pH relativamente elevado entre 5 y 6 (Cubero *et al.*, 2002).

Espectro de acción

No tiene una actuación muy específica y de su utilización práctica se ha deducido lo siguiente: activo frente a la mayoría de mohos, aunque hay cepas de *Penicillium* que lo toleran a concentraciones del 5 %, en concentraciones permitidas por la legislación, no presenta actividad contra levaduras. Ligera actividad contra bacterias si estas son gram negativas.

Sinergismo y aplicaciones

En la práctica su uso más común es en sector panadero contra el *Bacillus mesentericus*, bacteria causante del pan hilado y filamentoso.

Se utiliza generalmente el propionato sódico en pastelería y el cálcico en panadería, aunque también se emplea en dulces, gelatinas, budines, rellenos, mermeladas, jaleas, jarabes, galletas y tortillas de harina de trigo. En quesos para tratamientos superficiales y en quesos fundidos. También se puede utilizar en la conservación de yema de huevo líquida (Cubero *et al.*, 2002).

3.11 Ácido bórico (H_3BO_3)

Ácido de origen natural, pero es comercialmente producido a partir del boro, es relativamente tóxico, conociéndose bastantes casos de intoxicación, sobre todo en niños. Además se absorbe bien y se elimina mal, por lo que tiende a acumularse en el organismo, concretamente en el tejido adiposo y sobre todo en sistema nervioso central, esto hace que su uso esté prohibido en todo el mundo (www.quiminet.com.mx).

Se presenta en forma comercial como polvo blanco cristalino o en forma de escamas, soluble en agua alrededor de un 5 % y en alcohol 10 %. Tiene pequeña acción conservadora en la zona de pH al neutro, donde la mayoría del resto de conservantes tienen un efecto menor (<http://es.wikipedia.org/wiki>).

Acción frente a los microorganismos

El ácido bórico actúa bloqueando a las enzimas del metabolismo del fosfato, efectuando así al crecimiento microbiano.

Espectro de acción

Presenta un espectro de acción antimicrobiano limitado básicamente a levaduras; frente a mohos y bacterias su efecto inhibitorio es escaso.

Sinergismo y aplicaciones

El ácido bórico era muy empleado en la conservación de alimentos de pH próximo al neutro, donde otros conservantes tienen un efecto menor:

- ❖ Productos grasos (mantequillas y margarinas).
- ❖ Productos lácteos.
- ❖ Productos de huevo (yema líquida).
- ❖ Productos cárnicos.
- ❖ Productos de pesca (pescados y mariscos).

Debido a la tendencia a acumularse en el organismo, actualmente se ha limitado el empleo de ácido bórico como conservante en el caviar (Cubero *et al.*, 2002).

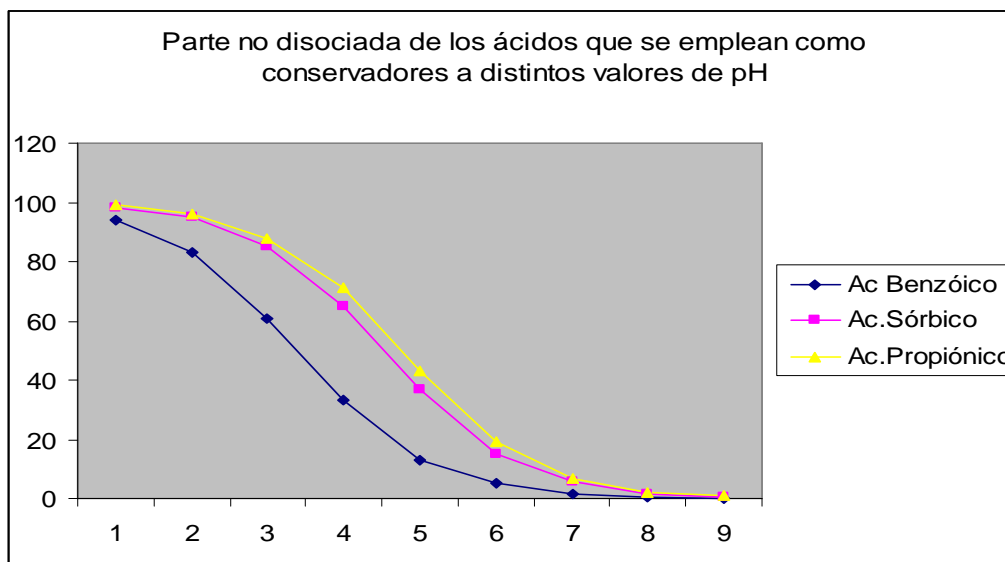
INFLUENCIA DE FACTORES DEL SUSTRATO SOBRE ACTIVIDAD DE LAS SUSTANCIAS CONSERVADORAS

La actividad de los conservadores se ve influida por factores físicos y químicos del sustrato y por ciertos constituyentes de los alimentos a conservar, es decir por sustancias que cambian el valor pH o la actividad de agua, o por aquellos que absorben selectivamente el conservante. Así la actividad de agua del alimento (a_w), el coeficiente de reparto (coeficiente de solubilidad agua/grasa); (el aditivo disuelto en la grasa es ineficaz), sustancias que modifican el pH, o la propia composición del alimento pueden alterar la funcionalidad de un conservante.

4.1 Influencia del pH

Los conservadores que nos ocupan, todos se disocian en solución acuosa los cuales deben su acción antimicrobiana a la parte no disociada que es la que puede atravesar la membrana celular y desarrollar su actividad a nivel enzimático y a los hidrógenos liberados en la solución o alimento que provocan la bajada de pH del medio y por tanto disminuye la viabilidad de muchos microorganismos. Este tipo de conservadores son más activos cuanto menor sea el pH del medio.

A continuación se presenta en la gráfica la influencia del pH con la proporción de ácido no disociado y por ende del poder conservante.



Fuente: (<http://ibox.saporiti.com.ar/News/viewNote.aspx?Id=53>).

Cuadro 14 Porcentajes del ácido que no se disocia y es la que actuará sobre los microorganismos.

pH	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
Ácido benzoico	94	83	61	33	13	5.0	1.5	0.5	0.15
Ácido sórbico	98	95	85	65	37	15	5.5	1.8	0.6
Ácido propiónico	99	96	88	71	43	19	7.0	2.3	0.8

Fuente: (<http://ibox.saporiti.com.ar/News/viewNote.aspx?Id=53>).

4.2 Influencia del coeficiente de reparto

El coeficiente de reparto es la relación entre la solubilidad en grasas y la solubilidad en agua de una sustancia. Este factor cobra importancia en la conservación de alimentos con alto contenido en grasa (emulsiones), ya que el crecimiento microbiano se producirá sólo en la fase acuosa.

En los sistemas ricos en agua y grasa, el crecimiento microbiano tiene lugar únicamente en la fase acuosa, esto hace que la proporción de conservador que queda repartida en la fase grasa se pierde, ya que no actúa. Por esta razón un conservador es más eficaz cuanto menor sea su coeficiente de reparto.

La sal común, el azúcar y otras sustancias disueltas elevan el coeficiente de reparto al disminuir la solubilidad en la fase acuosa. Al aumentar el valor de pH disminuye el coeficiente de reparto, ya que solamente la parte no disociada del conservador es soluble en grasa.

Coeficiente de reparto = solubilidad en grasas / solubilidad en agua

Los conservadores más altamente calificados son los que tienen menores coeficientes de reparto (Lück y Jager, 1995).

Cuadro 15 Coeficiente de reparto de algunos conservantes

Conservador	Coeficiente de Reparto
Ácido propiónico	0,17
Ácido sórbico	3,0
Éster metílico del ácido <i>p</i> -hidroxibenzoico	5,8
Ácido benzoico	6,1
Éster etílico del ácido <i>p</i> -hidroxibenzoico	26,0
Éster propílico del ácido <i>p</i> -hidroxibenzoico	87,5

Fuente: (<http://ibox.saporiti.com.ar/News/viewNote.aspx?Id=53>).

4.3 Influencia de la actividad del agua (valor a_w)

La adición de sustancias que disminuyan la a_w favorece la actividad de los conservadores. Las sustancias más activas y más utilizadas con el fin de retener agua son: sal, azúcares, glicerina, y los glicoles comestibles. A valores de actividad de agua bajos no pueden prosperar la mayoría de las bacterias, por el contrario, existen muchas levaduras y mohos que se desarrollan bien en actividades de agua inferiores a 0.85.

Cuadro 16 Niveles mínimos de actividad de agua (a_w) para diferentes microorganismos importantes que se encuentran en los alimentos

	Bacterias	Levaduras	Mohos
0.98	<i>Clostridium</i> (1),	-	-
0.97	<i>Pseudomonas</i> ^a	-	-
0.96	<i>Clostridium</i> (2), <i>Pseudomonas</i> ^a	-	-
0.95	<i>Flavobacterium</i> , <i>Klebsiella</i> , <i>Lactobacillus</i> ^a , <i>Proteus</i> ^a , <i>Pseudomonas</i> ^a , <i>Shigella</i>	-	-
0.94	<i>Alcaligenes</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Citrobacter</i> , <i>Clostridium</i> (3), <i>Enterobacter</i> , <i>Escherichia</i> , <i>Propionibacterium</i> , <i>Proteus</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Serratia</i> , <i>Vibrio</i>	-	<i>Stachybotrys</i>
0.93	<i>Bacillus</i> ^a , <i>Clostridium</i> (4), <i>Lactobacillus</i> , <i>Microbacterium</i> ,	-	<i>Botrytis</i> , <i>Mucor</i> , <i>Rhizopus</i>
0.92	<i>Pediococcus</i> ^a , <i>Streptococcus</i> ^a , <i>Vibrio</i>	<i>Pichia</i> ,	-
0.91	<i>Bacillus</i> (5), <i>Micrococcus</i> ^a ,	<i>Rhodotorula</i> ,	-
0.90	<i>Lactobacillus</i> ^a , <i>Streptococcus</i>	<i>Saccharomyces</i> ^a	-
	-	-	-
0.88	<i>Corynebacterium</i> , <i>Streptococcus</i> <i>Bacillus</i> (6), <i>Lactobacillus</i> ^a , <i>Micrococcus</i> , <i>Pediococcus</i> ,	<i>Hansenula</i> ,	<i>Cladosporium</i>
0.87	<i>Staphylococcus</i> (7), <i>Vibrio</i>	<i>Saccharomyces</i>	-
0.86	-	<i>Candida</i> , <i>Debaryomyces</i> , <i>Hanseniaspora</i> , <i>Torulopsis</i>	-
0.84	-	<i>Debaryomyces</i>	-
0.83	<i>Micrococcus</i> ^a ,	-	<i>Alternaria</i> , <i>Aspergillus</i> ^a , <i>Paecilomyces</i>
0.81	<i>Staphylococcus</i> (8), <i>Vibrio</i> (9)	<i>Debaryomyces</i>	<i>Penicillium</i> ^a
0.79	-	<i>Saccharomyces</i>	<i>Penicillium</i>
0.78	-	-	<i>Aspergillus</i> ^a , <i>Emericella</i>
0.75	<i>Staphylococcus</i>	-	<i>Aspergillus</i> ^a , <i>Wallemia</i>
0.70	-	-	<i>Aspergillus</i> ^a , <i>Chrysosporium</i>
0.62	-	-	<i>Eurotium</i> ^a
0.61	<i>Halobacterium</i> , <i>Halococcus</i>	<i>Saccharomyces</i> ^a	<i>Monascus</i> (<i>Xeromyces</i>)
	-	-	-

Fuente: (Lück y Jager, 1995).

4.4 Influencia de otros factores físicos y químicos del sustrato

Los microorganismos presentan diversas exigencias en relación con otras propiedades del sustrato como potencial redox, presión parcial de oxígeno, etc. Esto quiere decir que todas aquellas sustancias contenidas en el alimento o añadidas durante la elaboración del mismo como los aditivos que modifiquen estos factores, influyen sobre la actividad de las sustancias conservadoras empleadas (Cubero *et al.*, 2002).

La presión parcial de oxígeno de un sistema se ve modificada por la sal común, el dióxido de carbono y el nitrógeno.

4.5 Influencia de las sustancias contenidas en el alimento

Las que más alteran la funcionalidad de los conservadores son la sal, los hidratos de carbono, y el alcohol. Pudiendo encontrarse en el alimento de manera natural o añadido por otras razones (Lück y Jager, 1995).

La sal:

1. Favorece la acción de los conservadores ya que causa la retirada osmótica de agua, por lo tanto provoca una disminución de la actividad de agua.
2. La sal provoca un efecto higroscópico y esto hace a los microorganismos más accesibles a la acción de los conservadores.
3. La sal estimula la acción de los conservadores por su acción directa sobre los enzimas.
4. el uso de la sal en las emulsiones actúa desfavorablemente sobre la conservación al aumentar el coeficiente de reparto del conservante.

Los hidratos de carbono:

1. En pequeñas cantidades son fácilmente utilizados por los microorganismos como nutriente y hacen necesario la adición de conservantes para la durabilidad del producto, en mayor cantidad favorece la acción de los conservantes pues aumentan la presión osmótica.
2. En concentraciones elevadas tiene un efecto similar de la sal, bajando la actividad de agua y favoreciendo la acción del conservante.
3. En las emulsiones, efecto similar al de la sal común en el coeficiente de reparto, aunque un poco menor.

El alcohol:

1. En general siempre favorece a los conservadores.

Los conservadores son capaces de reaccionar químicamente y así unirse con algunos compuestos del alimento y perder su funcionalidad total o parcialmente. Cuando se espera este tipo de reacción conservante-alimento es necesario utilizar el conservador en dosis más elevadas para compensar la proporción combinada del conservador (Cubero *et al.*, 2002).

Existen básicamente dos tipos de conservadores: aquellos cuya aplicación solo se permite en la superficie de los alimentos, y aquellos que pasan a formar parte de los productos y son consumidos con éstos.

CAPÍTULO V

CONSUMO DIARIO ACEPTABLE

También conocida como Ingestión diaria aceptable o IDA o ADI. Se puede definir como un índice capaz de medir cuán peligroso puede ser la ingesta de un aditivo alimentario. La definición más formal expresa que es la cantidad aproximada (en miligramos) de un aditivo presente en un alimento, expresada en relación con el peso corporal y que se puede ingerir a diario, durante toda la vida de una persona, sin que llegue a representar un riesgo apreciable para la salud (http://es.wikipedia.org/wiki/Ingesta_diaria_admisible).

Cuadro 17 IDA de sustancias conservadoras

Sustancia	Ingesta diaria aceptable (IDA) Mg/Kg de peso por día
Ácido benzoico y sus sales alcalinas	0-5
Ácido propiónico y sus sales de Ca, k, Na	Sin límites
Ácido sulfuroso y sus sales alcalinas	0-0.7
Ácido sórbico y sus sales de Ca, K, Na	0-25
Ésteres del ácido p-hidroxi benzoico	0-10
Anhídrido sulfuroso y sulfitos	0-0.7
Difenilo	0-0.05
Tiabendazol	0-0.1
Pimaricina	0-0.3
Ácido fórmico	0-3
Hexamina	0-0.15
Nitritos	0-0.06
Nitratos	0-3.7
Ácido acético	Sin límites
Ácido bórico	0-0.1

Fuente: (<http://www.food-info.net/es/e/e200-300.htm>)

NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES

Desde la década de 1950 han existido signos perceptibles de esfuerzos crecientes para armonizar internacionalmente la legislación alimentaria. El creciente movimiento de mercancías a través de las fronteras nacionales es solamente una de las razones para ello. Desde 1954 la FAO y OMS han sentado muchas bases de regulaciones nacionales e internacionales en reuniones mixtas de comités expertos y dentro del marco de las comisiones del código alimentario (Codex alimentarius).

Comprende una serie de normas generales y específicas relativas a la seguridad alimentaria, que han sido formuladas con el objetivo de proteger la salud de los consumidores y de garantizar unas prácticas equitativas en el comercio de los productos alimentarios. Los productos destinados al consumo local o la exportación deben ser seguros y de buena calidad. Además, es imprescindible que los productos no sean portadores de organismos patógenos susceptibles de dañar a los animales o plantas de los países importadores.

Dentro de las normas generales comprenden las relativas a la higiene, el etiquetado, los residuos de pesticidas y medicamentos usados en veterinaria, los sistemas de inspección y certificación de las importaciones y exportaciones, los métodos de análisis y muestreo, los aditivos alimentarios, los contaminantes, así como la nutrición y los alimentos para usos dietéticos especiales. Además, existen normas específicas para todo tipo de alimentos, desde las frutas y verduras frescas, congeladas o procesadas, los zumos de fruta, los cereales y las legumbres, hasta las grasas y los aceites, el pescado, la carne, el azúcar, el cacao y el chocolate, la leche y los productos lácteos.

También tenemos al JECFA, Comité Mixto de Expertos en Aditivos Alimentarios, es un comité científico internacional de expertos administrado conjuntamente por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS); presta sus servicios como órgano asesor científico de la FAO, OMS, los gobiernos miembros de la FAO y la OMS y la comisión del Codex Alimentarius. El asesoramiento a la comisión del Codex Alimentarius en materia de aditivos alimentarios, contaminantes y sustancias tóxicas naturalmente presentes en los alimentos.

Todos los países necesitan tener acceso a evaluaciones fiables de riesgos de las sustancias químicas utilizadas en los alimentos, pero relativamente pocos cuentan con los conocimientos y los fondos necesarios para hacer evaluaciones individuales sobre riesgos del gran número de productos químicos. JECFA cumple una función vital al proporcionar una fuente adecuada de asesoramiento y algunos países utilizan la información del JECFA para elaborar sus propios programas de reglamentación.

Para la legislación mexicana se tienen las normas oficiales mexicanas en donde se establecen las condiciones sanitarias en las que se elaboran los diferentes productos, dentro de su estructura se encuentra el apartado de los aditivos usados en su elaboración, dentro de los cuales se mencionan los conservadores permitidos, los límites máximos y la forma de aplicación.

CONCLUSIONES

De acuerdo a toda la información obtenida sobre los conservadores que emplea la industria alimentaria se concluye lo siguiente:

- Los microorganismos son considerados una de las principales causas del deterioro de los alimentos causando la pérdida del 20% de la producción mundial.
- Los conservadores tienen como principal función tener un control del crecimiento microbiano actuando química o bioquímicamente sobre la célula de los microorganismos; destruyendo su membrana, bloqueando su actividad enzimática o afectando su estructura genética.
- Se deben de aplicar siempre como medidas precautorias y no para contrarrestar una contaminación seria y declarada.
- No se deben sobrepasar cantidades máximas permitidas, ya que existen sustancias que imparten sabores y olores a los alimentos conservados, además que algunos tienen un nivel alto de toxicidad.
- Una sustancia no puede actuar sobre todo el espectro de microorganismos, ante esto la industria alimentaria se ve en la necesidad de emplear una sinergia entre estos, ante lo cual se reduce la cantidad máxima permitida en función del número de sustancias empleadas.

BIBLIOGRAFÍA

Bellitz H. y Grosh W. 1998. Química de los alimentos. Segunda edición. Editorial Acribia S. A. Zaragoza España.

Casp V. A. y J. A. Requera. 2003. Procesos de conservación de alimentos. Ediciones mundi-prensa. Colección tecnología de alimentos.

Cubero N.; A. Monferrer y J. Villalta. 2002. Aditivos alimentarios. Ediciones mundi-prensa. Colección tecnología de alimentos.

Elmadfa I.; E. Muskat. y D. Fritzsche. 1991. Guía de los aditivos, colorantes y conservantes. Ediciones mundi-prensa.

Eklund T. 1985. Inhibition of microbial growth at different pH levels by benzoic and propionic acids and esters of p-hydroxybenzoic acid. Int. J Food Microbial 2.

Fennema Owen. 2000 Química de los alimentos. Editorial Acribia S. A. Segunda edición. Zaragoza España.

Fox B. y A. G. Camerón. 2004. Ciencia de los alimentos (nutrición y salud). Editorial Limusa.

Hurst A. y Hoover D. 1993. Nisin. In: Davidson M, Branen A; Antimicrobials in Food. Food Add Contam 7.

Kirk R. S.; Sawyer R. y Gean H. 2006. Composición y análisis de alimentos de Pearson. Octava reimpresión. Compañía editorial continental.

Lezur L. 1992. Manual de conservación de alimentos. Editorial Trillas.

Lück E. y Jager M. 1995. Conservación química de los alimentos. Características, usos y efectos. Editorial Acribia S. A. Zaragoza, España.

Madrid A.; Cenzano I. y Vicente J. M. Nuevo manual de Industrias alimentarias. Ediciones Mundi-prensa.

Mazzotta A. y Montville T. 1995. Listeria monocytogenes resistente to Nisin at 10°C and 30°C. IFT Ann Meeting 95:Book of abstract 81 D-3.

Menon S; Fleck R.; Yong G. y Strothkamp K. 1990. Benzoic acid inhibition isoenzymes of Agaricus bisporus tyrosinase. Arch Biochem Biophys 280.

Southgate David. 1992. Conservación de frutas y hortalizas. Editorial Acribia S. A. Zaragoza, España.

Thompson DP. 1994. Minium inhibitory concentration of esters of p-hydroxybenzoic acid (paraben) combinations against toxigenic fungi. J Food Protect 57.

Viñas I.; Morlans I y Sanchís V. 1990. Potencial for the development of tolerante by Aspergillus amstelodami, repens and ruber alter repeated exposure to potassium sorbate.

PÁGINAS WEBB

http://www.quiminet.com.mx/ar9/ar_G%2598%25D6%2501D%25E3%251C%2581.htm

http://www.quiminet.com.mx/ar7/ar_%2524%2505Q%25CDK%25DB%2502F.htm

www.paraqueestebien.com/notas/tips_150.htm

<http://www.food-info.net/es/e/e200-300.htm>

<http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2002/07/26/2838.php>

www.paraqueestebien.com/notas/tips_150.htm - 9k

<http://milksci.unizar.es/adit/conser.html>

<http://tecnoyalimentos.wordpress.com/2008/05/28/conservadores-biologicos-en-alimentos/>

<http://www.food-info.net/es/e/e200.htm>