



Cuaderno N° 75 Los aditivos alimentarios

Alimentos en buen estado

La mayor parte de la población se encuentra en las grandes ciudades, alejada de las zonas que son fuentes de materia prima de alimentos. No obstante, diariamente llegan alimentos muy variados desde diferentes lugares del mundo y en todas las épocas del año. ¿Cómo es posible que los alimentos lleguen en buen estado?

La respuesta está vinculada con el desarrollo de la ciencia y la tecnología de alimentos en los últimos 50 años, que ha hecho posible conservar las cualidades nutricionales y la inocuidad de los productos a lo largo de la cadena de elaboración y de distribución. Desde el punto de vista tecnológico, se han desarrollado diferentes métodos de conservación: refrigeración, congelación, deshidratación, envasado al vacío, entre otros. Paralelamente, las ciencias biológicas y químicas han descubierto y desarrollado sustancias que permiten que los alimentos continúen siendo seguros, nutritivos y apetecibles en su camino desde el "campo a la mesa". Muchas sustancias de este tipo se han usado durante siglos, como la sal para la conservación de la carne, o el jugo de limón para evitar la oxidación de la manzana. Actualmente, este conjunto de sustancias se denominan *aditivos alimentarios*. Se producen a escala industrial, cumplen funciones variadas, y existe una cuidadosa regulación nacional e internacional para su uso correcto y seguro. De todas formas, es importante que el consumidor cuente con herramientas que le permitan interpretar la información que aportan los envases de alimentos.

¿Qué es un "aditivo alimentario"?

En un sentido amplio, un aditivo alimentario es cualquier sustancia que se agrega a los alimentos. En una acepción más precisa el *Codex Alimentarius* -una organización conjunta de la FAO y la OMS, que se encarga de desarrollar normas internacionales sobre seguridad alimentaria-, los define como *"cualquier sustancia que normalmente no se consume como alimento por sí misma ni se usa como ingrediente de la comida, tenga o no valor nutricional y cuyo agregado intencional en los alimentos para un propósito tecnológico (incluyendo organoléptico) en la manufactura, procesamiento, preparación, tratamiento, empaque, transporte o almacenamiento resulta - o puede resultar (directa o indirectamente)- en su incorporación (o la de algún derivado) como componente del alimento o afectar de algún modo las características de dicho"*

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



alimento.” El Codex Alimentarius establece que el uso de aditivos alimentarios es justificado si su uso ofrece ventajas, no presenta riesgos ni induce a error en los consumidores.

Funciones y clasificación de los aditivos alimentarios

El hecho de que se los clasifique como *aditivos alimentarios* y se los regule como tal depende del propósito o fin con el que se aplican. Los aditivos alimentarios tienen un papel fundamental a la hora de mantener las cualidades y características de los alimentos que están sometidos a condiciones ambientales (temperatura, oxígeno, microorganismos) que pueden modificar su composición original. Muchos aditivos alimentarios son sustancias naturales, e incluso nutrientes esenciales. Químicamente pertenecen a grupos funcionales muy diversos, entre ellos sales inorgánicas, aminoácidos, hidratos de carbono y enzimas. Los aditivos alimentarios se clasifican según su función. Un listado completo con casi cuarenta clases funcionales, lo proporciona la base de datos de la FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-. Entre estas funciones se incluyen:

| FUNCIÓN | ADITIVO |
|--|---|
| 1. Evitar el deterioro del alimento | Antioxidantes. Conservantes |
| 2. Modificar la textura | Espesantes y gelificantes. Emulsionantes y estabilizantes. |
| 3. Modificar el sabor y/o el aroma | Aromatizantes y Saborizantes. Resaltadores del sabor. Edulcorantes. |
| 4. Modificar el color | Colorantes. Estabilizantes del color |
| 5. Modificar otras propiedades (consistencia, textura, acidez) | Antiespumante. Antiaglutinante. Humectantes. Reguladores de la acidez. Acidulantes. Leudantes químicos. |
| 6. Procesamiento de materias primas; iniciación de reacciones químicas en la producción del alimento | Enzimas |
| 7. Suplemento nutricional | Calcio, vitaminas, sulfato ferroso, omega 3, yodo |

Además de estas funciones, se establece que los aditivos alimentarios deben proveer de ingredientes que cubran necesidades dietarias especiales, como es el caso de consumidores fenilcetonúricos, diabéticos, celíacos, o con otras afecciones. Por ejemplo, los edulcorantes aportan sabor dulce con bajas calorías pero además son imprescindibles para diabéticos que requieren una dieta baja en carbohidratos. También se exige que los aditivos sean empleados

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



El Cuaderno de Por Qué Biotecnología

EDICIÓN N° 75 – 2005

para realzar o mejorar el alimento sin enmascarar materia prima defectuosa o fallas en alguna etapa de elaboración.

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



Los aditivos alimentarios, sus funciones y aplicaciones

1) Aditivos que evitan el deterioro de los alimentos

§ Antioxidantes: sustancias que retardan o evitan la oxidación de los alimentos.

La oxidación es una reacción en cadena que, una vez iniciada, continúa hasta la oxidación total de las sustancias sensibles. Como consecuencia, aparecen olores y sabores a rancio, se altera el color y la textura, desciende el valor nutritivo al perderse algunas vitaminas y ácidos grasos poliinsaturados, y se obtienen productos que pueden ser nocivos para la salud. Los antioxidantes pueden actuar por medio de diferentes mecanismos:

- i. Detienen la reacción en cadena de oxidación.
- ii. Eliminan el oxígeno atrapado o disuelto en el producto, o en los envases.
- iii. Mediante el uso de *agentes quelantes* se eliminan trazas de ciertos metales, como el cobre o el hierro, que facilitan la oxidación.

Los antioxidantes más utilizados son: ácido ascórbico (vitamina C), ácido cítrico en jugos de frutas, conservas vegetales, mermeladas; tocoferoles (vitamina E) en alimentos con mayor contenido graso; BHA (Butilhidroxianisol) y BHT (Butilhidroxitoluol), en quesos fundidos, aceites de semillas y margarinas. Entre los quelantes más utilizados se encuentran el ácido láctico, el ácido cítrico, el ácido tartárico, el ácido fosfórico y sus derivados (lactatos, citratos, tartratos y fosfatos).

§ Conservantes: son sustancias que impiden o retardan la descomposición de los alimentos provocada por los microorganismos (bacterias, levaduras y hongos) que se nutren de ellos, o por los productos de su metabolismo que pueden ser perjudiciales para la salud del consumidor. Por ejemplo, la toxina botulínica es un potente tóxico producido por la bacteria *Clostridium botulinum* presente en conservas mal esterilizadas. Para evitar los efectos de los microorganismos sobre los alimentos se emplean métodos físicos (calentamiento, deshidratación, irradiación, congelación), y sustancias que eliminan microorganismos o evitan su proliferación. Algunos alimentos, como frutas, cebollas, ajos y especias, contienen naturalmente sustancias antimicrobianas. Sin embargo, la mayoría de los alimentos carece de ellas y deben agregarse en forma de aditivos. Algunos conservantes aprobados como aditivos alimentarios son:

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



| CONSERVANTE | ACCIÓN | SE ADICIONA A... | OTROS DATOS |
|--|--|---|--|
| Dióxido de azufre y sulfitos | Evita cambios de color en frutas y verduras secas. Los sulfitos inhiben la proliferación de bacterias. | jugos de uva, mostos, vino, sidra, vinagre, aperitivos, aderezos, derivados de fruta que se utilizan como materia prima para otras industrias | Tienen propiedades antioxidantes. |
| Ácido sórbico y sus derivados (sorbatos) | Inhiben el desarrollo de hongos (mohos y levaduras) | Alimentos y bebidas | Ácido graso insaturado, presente naturalmente en algunos vegetales. Fabricado por síntesis química para su uso como aditivo alimentario |
| Nitratos y nitritos (sales potásicas y sódicas) | Conservantes. Inhiben el crecimiento de la bacteria botulínica | Carnes, jamón y salchichas | Se utilizan en combinación con antioxidantes (ácido ascórbico o tocoferoles) |
| Ácido benzoico (y benzoatos de potasio, sodio y calcio) | Conservantes | Alimentos ácidos, como conservas de tomate, pimientos, etc. | Se encuentra en la naturaleza en la canela y las ciruelas. El producto utilizado en la industria se obtiene por síntesis química. |
| Nisina | Antibiótico | Quesos procesados, especialmente los fundidos. | Producida por un microorganismo inocho presente naturalmente en la leche fresca, y que interviene en la fabricación de diferentes productos lácteos. |
| Propianatos | Conservantes. Efectivos contra los mohos | Panadería y repostería | Sales derivadas del ácido propiónico, un ácido graso de cadena corta |

2) Aditivos que modifican la textura

§ Espesantes y gelificantes: sustancias que aumentan la viscosidad de un alimento. El más utilizado es el almidón de maíz, sus derivados y variantes (“almidón modificado”). Se utilizan también otras sustancias de origen vegetal, como la pectina y otros polímeros modificados. Aquellos espesantes que se utilizan con el objetivo de dar consistencia de gel se denominan *agentes gelificantes*, entre ellos la gelatina.

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



| | |
|---------------------|--|
| ESPESANTES | Los más utilizados, además del almidón, son gomas vegetales que tienen gran capacidad de retención de agua, obtenidas de resinas y semillas de vegetales, o producidas por microorganismos. Se las usa para estabilizar suspensiones de pulpa de frutas en bebidas, postres, helados, cerveza, etc. Entre ellas, la goma garrofín o tara (de semillas de algarrobo), la goma arábiga (de árboles del género <i>Acacia</i>), goma xantano (se obtiene por fermentación de azúcares de maíz por bacterias). |
| GELIFICANTES | Además de la gelatina, se encuentran: i) el ácido algínico (y alginatos) obtenido a partir de algas pardas, se emplean en helados, conservas, aderezos de ensaladas, embutidos, etc; ii) el agar (agarosa) obtenido de algas rojas; iii) la pectina, un polisacárido natural de las paredes de células vegetales forma geles en medio ácido en presencia de grandes cantidades de azúcar, se emplea en mermeladas. |

§ Emulsionantes y estabilizantes. Estas sustancias confieren y mantienen la consistencia y la textura deseada, y evitan la separación de ingredientes que naturalmente no se unirían, como la grasa y el agua. Se emplean en productos como margarina, quesos y pastas untables, helados, chocolate, productos de repostería, pastelería, galletitas, aderezos, mayonesa, y en alimentos bajos en grasas y calorías a los que le otorgan consistencia (como los quesos untables dietéticos). Entre los emulsificantes más utilizados se encuentran la lecitina, que se obtiene como un subproducto del refinado del aceite de soja, o a partir de la yema de huevo, y los mono y diglicéridos de ácidos grasos.

3) Aditivos que modifican el sabor y el aroma

§ Aromatizantes y Saborizantes. Sustancias o mezclas de sustancias con propiedades aromáticas y sabrosas que, debido a la naturaleza volátil de sus moléculas, son capaces de dar o reforzar el aroma y el sabor de los alimentos. Se usan especias para agregar sabor a las comidas, como el clavo de olor, el jengibre, romero, jugos de frutas, vainillina, etc., las esencias naturales de frutas o sus formulaciones artificiales.

§ Resaltadores / potenciadores del sabor. Son sustancias que realzan el sabor y/o el aroma de un alimento e influyen en la sensación de "cuerpo" o viscosidad en el paladar. El más empleado es el glutamato monosódico, compuesto por sodio y ácido glutámico (un aminoácido que se encuentra en alimentos ricos en proteínas), y los ácidos guanílico e inosínico y sus

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



derivados que se obtienen a partir de levaduras o extractos de carne. Se lo emplea principalmente en productos salados, en platos orientales, en comidas preparadas, en salsas y sopas, en derivados cárnicos, fiambres y patés.

§ Edulcorantes. Sustancias, naturales y artificiales, diferentes a la sacarosa (azúcar de mesa) que aportan sabor dulce al alimento. Los edulcorantes de bajas calorías han sido los aditivos de mayor desarrollo en los últimos años. En un principio se usó el ciclamato y posteriormente la sacarina, pero debido a controversias en el campo de la salud han sido desautorizadas en muchos países. En la actualidad, la mayoría de los edulcorantes de bajas calorías están constituidos por aspartamo y/o acesulfame K, ambos con mayor capacidad de endulzar que el azúcar de mesa. El aspartamo está formado a partir de los aminoácidos fenilalanina y aspartato, por lo cual está contraindicado en pacientes con fenilcetonuria (no pueden consumir fenilalanina). El acesulfame K no es metabolizado por el organismo, por lo cual se excreta sin cambios químicos. En los últimos años ha comenzado a verse en los mercados de Europa edulcorantes a base de fructanos, azúcares vegetales sencillos, que tampoco son metabolizados por el organismo. El sorbitol, la isomaltosa y el malitol se incorporan en edulcorantes de mesa y en alimentos bajos en calorías.

4) Aditivos que modifican el color

§ Colorantes. Sustancias que aportan, intensifican o restauran el color de un producto para compensar la pérdida de color debida al almacenamiento o procesamiento, o a las variaciones naturales de la materia prima, y para realzar los colores naturales de los alimentos. Son ampliamente usados en repostería, golosinas, jugos de frutas y gaseosas, galletitas, helados, etc. El objetivo es mejorar su aspecto visual y poder dar respuesta a las expectativas del consumidor. Bajo ninguna razón se puede utilizar colorante para ocultar o disimular fallas en el producto. Existen colorantes naturales y artificiales (obtenidos por síntesis química):

| COLORANTES NATURALES | |
|----------------------|--|
| Curcumina | Colorante de la cúrcuma, especia obtenida del rizoma de la planta del mismo nombre cultivada en la India. Otorga el característico color amarillo al curry |
| Caramelo | Sustancia obtenida por calentamiento de un azúcar comestible (sacarosa y otros). Se utiliza en bebidas cola, bebidas alcohólicas (ron, coñac, cerveza), en repostería, en la elaboración de pan de centeno, en |

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



| | |
|--------------------------------------|--|
| | caramelos, helados, postres, sopas preparadas, conservas y productos cárnicos. |
| Carmines | Se obtienen de insectos de la familia <i>Coccidae</i> (<i>Dactylopius coccus Costa</i>), y otorgan el color rojo-rosado a caramelos, yogures, postres, bebidas, etc. |
| Capsantina | Colorante natural del pimiento rojo y del pimentón, con aplicaciones en la fabricación de embutidos. |
| Carotenoides | Cada vez más usados, especialmente en bebidas refrescantes. |
| Rojo remolacha (betanina, betalaína) | Extracto acuoso de la raíz de la remolacha roja (<i>Beta vulgaris</i>). Se utiliza en bebidas refrescantes, conservas vegetales y mermeladas. |
| Antocianos | Sustancias responsables de los colores rojos, azulados o violetas de la mayoría de las frutas y flores. Se obtienen de vegetales comestibles, fundamentalmente de los subproductos de la fabricación del vino (por ejemplo, de hollejos). Son los colorantes naturales del vino tinto. Se emplea en caramelos, helados, y productos de pastelería. |
| COLORANTES ARTIFICIALES | |
| Tartracina | Confiere color amarillo a las bebidas limonadas, helados, caramelos, repostería a la paella y arroz condimentado envasado. |
| Amarillo anaranjado S | Se utiliza para colorear refrescos de naranja, helados, caramelos, productos para aperitivo, postres, etc. |
| Azorrubina o carmoisina eritrosina | Otorga color frambuesa en caramelos, helados, postres, etc. Se utiliza el amaranto para el color rojo en gelatinas. |
| Azul V, indigotina, verde lisamina | Otorgan colores celeste, verde e índigo a bebidas refrescantes, golosinas, coberturas de repostería, helados, etc. |

5) Otros aditivos

- § Antiespumante Sustancias que previenen o reducen la formación de espuma; se usan en la fabricación de mermeladas que generan espuma al hervirse.
- § Antiaglutinante Reducen la tendencia de las partículas individuales a adherirse unas a las otras. Por ejemplo: evitan que la sal se aglomere.
- § Humectantes. Protegen los alimentos de la pérdida de humedad, o facilitan la disolución de un polvo en un medio acuoso.
- § Reguladores de acidez. Alteran o controlan la acidez o alcalinidad de los alimentos.
- § Acidulantes. Aumentan la acidez y/o dan un sabor ácido a los alimentos, como los ácidos cítrico, tartárico, fumárico.
- § Leudantes químicos. Sustancias o mezclas de sustancias que liberan gas y, de esta manera, aumentan el volumen de la masa. Los más usados son el

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



bicarbonato de sodio y el fosfato monocálcico en harinas leudantes, repostería, galletitas, panificados, y polvo para hornear.

6) Enzimas

Por su naturaleza química, estos aditivos se suelen categorizar aparte. Actúan sobre las etapas de procesamiento de las materias primas o en la iniciación de las reacciones químicas de producción del alimento. El uso de las enzimas en la alimentación no es nuevo. Por ejemplo, en la producción de queso se emplea hace tiempo el cuajo, una mezcla de enzimas entre ellas la quimosina, obtenidas del estómago del ternero que acelera la coagulación de las proteínas de la leche. Con el

advenimiento de la biotecnología moderna, estas enzimas se pueden obtener en forma recombinante dentro de bacterias y de hongos (ver Cuaderno N° 54). A modo de ejemplo:

- I. fosfolipasa bacteriana expresada en los hongos *Aspergillus oryzae* se usa en la industria quesera previo a la reacción de cuajado para modificar los fosfolípidos de la leche de modo que mejoren la eficiencia de producción;
- II. xilanasas expresada en bacterias *Bacillus subtilis*. En la industria de la panificación se adicionan a la masa para mejorar su textura y sabor. La preparación enzimática se agrega a la harina para que actúe durante el tiempo de levado previo al horneado. El efecto de las xilanasas es incrementar el volumen específico de los panes.
- III. La pectinasa degrada la pectina, el principal componente de la semillas. Se emplea en la etapa final de la fabricación de jugos para retirar los restos de pepitas de frutas antes de la pasteurización.
- IV. Las celulosas se usan para favorecer la extracción y filtración de jugos de frutas o verduras, filtración de mostos, extracción de aceites comestibles, etc.

7) Suplementos nutricionales

Algunos alimentos son enriquecidos con sustancias que aportan valor nutricional, como calcio, vitaminas, sulfato ferroso, u Omega 3. En la Argentina, desde 1967 la Ley 17.259 obliga a la yodación de la sal para prevenir trastornos de desarrollo provocados por la carencia de yodo. También en la Argentina, la harina de trigo destinada a consumo humano que se comercializa en el mercado nacional, debe estar adicionada con hierro, ácido fólico, riboflavina, nicotinamida y tiamina, con el objeto de prevenir anemia y malformaciones del tubo neural como la espina bífida.

¿Quién regula el uso de los aditivos alimentarios?

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



El uso de los aditivos está rigurosamente reglamentado tanto nacional como internacionalmente. A nivel internacional, hay un Comité Conjunto de Expertos en Aditivos Alimentarios (*Joint Expert Committee on Food Additives*, JECFA), de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), y la Organización Mundial de la Salud (OMS). A partir del análisis y revisión de todos los datos toxicológicos disponibles, se determina su inocuidad y la "ingesta diaria admisible" (IDA) para cada aditivo, es decir un nivel máximo que no tenga efectos tóxicos demostrables. A nivel mundial, la Comisión del *Codex Alimentarius* está preparando actualmente una nueva Normativa General sobre Aditivos Alimentarios que establecerá los nombres de las clases funcionales de aditivos y un sistema de identificación internacional por medio de la asignación de código numérico a cada aditivo -Sistema Numérico Internacional para Aditivos Alimentarios (INS)-. Este número INS se basa en los ya adjudicados y aprobados por la Unión Europea,

conocidos como "números E". En la Argentina, ya se implementó este sistema de numeración en los alimentos. Por ejemplo: INS 110 = E110 Amarillo ocaso FCF, amarillo anaranjado S.

En la Argentina, el Ministerio de Salud de la Nación a través de la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica -ANMAT- y el Instituto Nacional de Alimentos -INAL- en coordinación con las autoridades nacionales y del Servicio Nacional de Calidad Agroalimentaria -SENASA - son los que tienen a cargo la aprobación y regulación de los aditivos alimentarios en el ámbito de sus incumbencias. A nivel provincial y municipal existen también entidades encargadas de ejecutar la reglamentación establecida a nivel nacional y están también a cargo de las inspecciones para corroborar que las plantas elaboradoras de aditivos y las de alimentos cumplan con las normas vigentes. Por su parte, Argentina como país miembro del MERCOSUR, ha establecido una reglamentación en relación a aditivos alimentarios por medio de la Cancillería para la concertación de este tema a nivel regional.

Información en las etiquetas

Tanto a nivel nacional como internacional, el etiquetado de los aditivos alimentarios es obligatorio junto a los ingredientes, y debe ser claro para el consumidor. En la actualidad pueden observarse sistemas mixtos en la denominación de los aditivos, dado que aún no todos los aditivos han sido incorporados al sistema INS. Así, puede leerse que un producto contiene: "espesante: INS 415 / saborizantes, colorantes: tartrazina e INS 110". Además, si el producto es importado de la UE, posiblemente se encuentren números E en la lista de aditivos.

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



Aportes de la biotecnología moderna al campo de los aditivos alimentarios

El campo donde mayor aplicación ha tenido la biotecnología moderna es en el de las enzimas como aditivos alimentarios (ver El Cuaderno N° 54). Las técnicas de ADN recombinante han permitido expresar enzimas de interés en microorganismos, obtener mayor cantidad de enzima en forma más uniforme, y abaratar costos. Las técnicas de bioquímica y biología han permitido aumentar la síntesis de metabolitos de interés (por ejemplo, ácido cítrico) en los organismos productores, o incluso han permitido producirlo en otros microorganismos.

Todos los aditivos se someten a revisiones de seguridad continuas a medida que los conocimientos científicos y los métodos de evaluación siguen progresando. La biotecnología está contribuyendo con aditivos seguros, económicos y uniformes, haciendo más efectivos los sistemas de producción y elaboración de alimentos.

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



ACTIVIDADES

Objetivos

- Repasar los conceptos trabajados en el texto y aplicarlos a situaciones cotidianas.
- Relacionar e integrar contenidos de diferentes disciplinas, y conocer el aporte de la biotecnología moderna en la elaboración de aditivos alimentarios.
- Analizar novedades científicas relacionadas con el tema.
- Sistematizar la información recogida a partir de la experiencia práctica y sacar conclusiones.
- Interpretar los modelos mentales de los alumnos generados a partir de la información previa y de las imágenes obtenidas de la observación al microscopio.

Destinatarios y Conceptos relacionados

Los conceptos trabajados en este Cuaderno, y las actividades que se proponen se pueden adaptar a alumnos de EGB 2 y 3, así como a alumnos de Polimodal. Los conceptos con los que se puede relacionar este Cuaderno son: seres vivos; microorganismos; nutrición; redes tróficas; ciclo de la materia y flujo de la energía; función de los descomponedores en el ecosistema; alimentos: producción, composición y conservación; alimentos y salud; alimentos e información al consumidor; regulación y control de los alimentos; Pasteur y pasteurización; generación espontánea y origen de la vida.

Consideraciones metodológicas

El tema de aditivos alimentarios permite integrar conceptos diversos de la biología, trabajar en forma coordinada con otras áreas de la enseñanza, abordar los conceptos desde distintas perspectivas, y encararlo a partir de la información de la que disponen los alumnos de su experiencia cotidiana.

Se sugiere interpretar la descomposición de los alimentos como un proceso natural vinculado con el ciclo de la materia y el flujo de la energía en el ecosistema, con la nutrición y la función que desempeñan los microorganismos como descomponedores.

Al trabajar específicamente el tema de la conservación de alimentos y de los aditivos alimentarios es posible abordarlo desde una perspectiva histórica, e integrar los desarrollos científicos en el contexto socio-económico particular en que fueron generados. Por ejemplo, considerar la importancia económica que tenían los aditivos naturales (la sal, por ejemplo) en épocas en las que no existían medios físicos de conservación (refrigeración, deshidratación, etc.); relacionar el desarrollo de los aditivos con las investigaciones en las ciencias

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



biológicas (Pasteur, el proceso de pasteurización, la refutación de la teoría de la generación espontánea), y la importancia que tienen los aditivos alimentarios en la actualidad a

partir de las migraciones de la población de las áreas rurales a las ciudades, y de las grandes concentraciones urbanas.

Dependiendo del nivel escolar es posible abordar con mayor o menor detalle los tipos de aditivos, pero en todos los casos se puede partir de la experiencia cotidiana de los alumnos. Por ejemplo, con alumnos de EGB2 es posible trabajar el concepto de aditivos a partir de considerar el color o los diferentes sabores de los chupetines, o de los caramelos, o analizar la descomposición de los alimentos considerando lo que ellos conocen como alimentos que se “pudren”. Con EGB3 se puede trabajar el tema de la información presente en las etiquetas, si la información es clara y completa, e investigar los productos que consumen y los aditivos que incluyen. Con alumnos de nivel Polimodal se puede profundizar la información al consumidor al analizar las etiquetas, y la responsabilidad de los organismos de regulación y control. También se sugiere trabajar en conjunto con los docentes de química la estructura química de los aditivos, comprender cómo ejercen su función en base a sus propiedades físico-químicas, si se metabolizan en el organismo, qué metabolitos originan al ser digeridos, etc. También es posible hacer una búsqueda por medio de la base de datos de la FAO en conjunto con docentes de informática.

El tema de la descomposición de los alimentos permite integrar la observación de microorganismos al microscopio, y poner énfasis en la interpretación que hacen los alumnos de estas observaciones. Se parte de la idea que dos observadores que ven el mismo objeto en circunstancias parecidas no tienen las mismas experiencias visuales, y que diferentes observadores que ven la misma escena desde el mismo lugar ven la misma cosa pero interpretan de modo diferente. Adaptado a la enseñanza de las ciencias: un estudiante de biología no ve las mismas estructuras celulares que un biólogo experimentado, y dos alumnos que ven el mismo objeto al microscopio interpretan diferentes cosas. Es importante abordar el estudio de las representaciones que el alumno tiene y construye relativas a los microorganismos y a su funcionamiento, cuál es la representación mental (modelo mental) elaborada por el alumno cuando interacciona con su medio, textos e imágenes. Los modelos mentales incluyen datos procedentes del exterior, conocimientos previos y expectativas del sujeto, etc. A partir de estas representaciones que se hacen los alumnos es posible abordar estos conceptos y profundizar en su comprensión.

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



Actividad 1. Repaso de conceptos

a) El párrafo inicial pregunta cómo es posible que los alimentos lleguen en buen estado a lugares lejanos y después de un tiempo de recolectados o producidos. Después de leer el texto, ¿Cuál sería la respuesta a esta pregunta? Rta. Es posible por el desarrollo y aplicación de aditivos alimentarios que evitan su

deterioro por agentes externos o metabólicos, y los hacen perdurar en buenas condiciones. Además se agregan aditivos que mejoran sus propiedades y aspecto.

b) ¿Qué es un aditivo alimentario? Rta. definición en el texto.

c) ¿Cuál es el agente responsable de la oxidación de un alimento y cuál es el aditivo que lo evita? Rta. El agente es el oxígeno, y se evita adicionando antioxidantes.

d) ¿Cuál es el agente responsable de la descomposición del alimento y cuál es el aditivo que lo evita? Rta. Los responsables de la descomposición son microorganismos del ambiente y los conservantes evitan su acción, además de otros medios físicos como deshidratar, congelar, hervir, o pasteurizar los alimentos.

e) Mencionar algunos aditivos que no están destinados a evitar el deterioro del alimento sino a mejorar o conservar sus propiedades (color, sabor, textura). Rta. Aromatizantes, saborizantes, estabilizantes, colorantes, humectantes, etc.

f) ¿Qué aditivo se agrega habitualmente a una torta horneada para darle volumen y consistencia? ¿Qué aditivo se emplea para dar consistencia a un postre o budín que no se hornea? Rta. Habitualmente se agrega leudante químico o levaduras a productos horneados. A aquellos productos que no se hornean se les agrega habitualmente gelatina. Nota: los alumnos pueden consultar en su hogar para dar respuesta a esta pregunta.

g) A lo largo del texto se han mencionado aditivos naturales y aditivos artificiales. ¿A qué se refieren los dos términos? Rta: los naturales son directamente extraídos de organismos y los artificiales son elaborados por síntesis química en un laboratorio.

h) Analizar qué función pueden cumplir en su fuente original los siguientes aditivos:

i. pectina Rta.: componente de la pared celular vegetal; ayuda a mantener unidas las células.

ii. ácido ascórbico Rta: vitamina C, cofactor de numerosas reacciones biológicas.

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



- iii. los tocoferoles Rta: vitamina E, antioxidante natural; protege, por ejemplo, los ácidos grasos celulares de la oxidación metabólica.
- iv. las xilanasas, pectinasas, celulasas Rta: enzimas utilizadas por hongos y bacterias para degradar la pared celular de la célula vegetal huésped.
- i) ¿Con qué otros procesos fisiológicos o celulares se asocia al ácido láctico? Rta: además de la fermentación de productos lácteos, el ácido láctico se forma en los músculos cuando éstos son sobreexigidos y no reciben la cantidad necesaria de oxígeno.
- j) Explicar la función que tendrían aditivos como los edulcorantes, el yodo o el ácido fólico en la salud de los consumidores. Rta. Los edulcorantes son importantes para personas que tienen requerimientos dietarios especiales, como los diabéticos que deben reducir la ingesta de glúcidos, el yodo evita enfermedades como el bocio u otras asociadas a la síntesis de hormonas tiroideas que requieren de este elemento, y el ácido fólico evita en las primeras etapas de gestación defectos del tubo neural (espina bífida, anencefalia, entre otros).
- k) ¿Cuáles son los parámetros que regulan los expertos acerca de los aditivos alimentarios? Rta. Inocuidad, ingesta diaria admisible, aprobación e identificación de los aditivos, información al consumidor en los envases.
- l) ¿Cuál es el aporte de la biotecnología moderna en el sector de los aditivos alimentarios? Rta. producción de enzimas recombinantes expresadas en microorganismos y mejoras en la síntesis de metabolitos de interés en organismos productores o incluso en otros microorganismos. Aditivos seguros, económicos y uniformes, y sistemas más efectivos de producción y elaboración de alimentos.

Actividad 2. Análisis de textos. Novedades en biotecnología

A continuación se presenta una noticia científica de actualidad que involucra a la biotecnología con la producción y mejoramiento de aditivos alimentarios, y se proponen algunas consignas para analizar el contenido.

Transfirieron a la soja los genes responsables de la síntesis de la goma guar y de algarroba.

Publicado en Novedades www.porquebiotecnologia.com.ar el 05/02/2004

Investigadores de la compañía Pioneer Hi-Bred International lograron un avance científico importante al identificar los genes de las plantas de guar y algarroba responsables de la síntesis de las "gomas" comúnmente empleadas como aditivos alimenticios. Los científicos transfirieron este gen a plantas de soja para fabricar las gomitas de guar y de algarroba de una manera más reproducible, simple y barata. Estos

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



productos se emplean comúnmente como aditivos en la industria alimenticia ya que otorgan textura, previenen la formación de cristales de hielo y retienen la humedad. Además, se las usa en otras industrias, como la de cosméticos, farmacéutica, textil y del papel. La posibilidad de producir goma guar y de algarroba en cultivos comerciales de alto rendimiento podría beneficiar a los fabricantes de alimentos ya que dispondrían de un suministro más estable del producto. Actualmente, los precios fluctúan según las variaciones estacionales de los cultivos de guar y algarroba. "El objetivo fue identificar y aislar los componentes moleculares involucrados en la síntesis de galactomanano, el componente de la goma guar y de algarroba, y determinar si podían funcionar en soja y otros cultivos comerciales", señaló Kanwarpal S. Dhugga, bioquímico de Pioneer que lideró el grupo de investigación. Las gomas se sintetizan en la planta por acción

de dos enzimas: una produce el esqueleto de manano, y la otra, agrega azúcares de galactosa. Los investigadores aislaron el gen de la primera de las enzimas, la transfirieron a la soja y demostraron que el gen es funcional en esta leguminosa, con la correspondiente producción de manano. Aunque aún no transfirieron el segundo gen, éste ya fue identificado. "El proyecto aún se encuentra en su etapa inicial", agregó Dhugga. "Pero estamos muy entusiasmados con el descubrimiento, porque nos ayuda a entender cómo crecen las plantas y brinda una herramienta interesante en el desarrollo de productos útiles derivados de cultivos vegetales".

- ¿A qué tipo de aditivos hace referencia el texto y para qué se emplean? **Rta.** "gomas" comúnmente empleadas como aditivos alimenticios ya que otorgan textura, previenen la formación de cristales de hielo y retienen la humedad. Además, se las usa en otras industrias, como la de cosméticos, farmacéutica, textil y del papel.
- ¿Cuál es el origen de estos aditivos? **Rta.** Las plantas de guar y algarroba.
- Los investigadores aislaron los genes que codifican para dos enzimas. ¿Qué relación tienen estas enzimas con el aditivo de interés? **Rta.** Las enzimas intervienen en la síntesis de galactomanana, el principal componente de las "gomas" que se emplean como aditivos.
- ¿Cuál es el beneficio de transferir los genes a la planta de soja? **Rta.** Es un cultivo comercial de alto rendimiento a lo largo del año, su producción es más simple y barata, y podría beneficiar a los productores ya que no dependerían de las fluctuaciones estacionales de los cultivos de guar y algarroba.
- ¿En qué etapa se encuentra este desarrollo biotecnológico? **Rta.** Transfirieron uno de los genes y demostraron que la enzima correspondiente se expresa y es funcional en la soja, pero falta transferir el segundo gen.
- Se sugiere que los alumnos diseñen un esquema en el cual representen el proceso por el cual se transfiere esta característica de fabricar aditivos de un organismo al otro. **Nota para el docente:** Según el nivel escolar de los alumnos se podrá pedir más o menos detalles de las técnicas empleadas. Pero, al menos

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



El Cuaderno de Por Qué Biotecnología

EDICIÓN N° 75 – 2005

deberían indicar las células vegetales, el material genético, el método que se emplearía para “cortar y pegar” genes, las enzimas codificadas, los productos obtenidos, y la nueva característica que adquiere el cultivo receptor.

Actividad 3. Análisis de etiquetas

Se sugiere hacer un trabajo de exploración de información en etiquetas de alimentos. El objetivo es:

- identificar si se emplean aditivos
- qué clase de aditivos se emplean en diferentes tipos de alimentos
- si están detallados en los envases de forma específica o general

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



- cuántas etiquetas siguen la nomenclatura del INS o E (europea), y a qué aditivo hacen referencia (se puede entregar una lista de los aditivos y sus respectivos números de referencia extraídos de los sitios sugeridos en el texto).

Para realizar la actividad se puede pedir a los alumnos que traigan etiquetas de sus hogares o hacer un recorrido por comercios y registrar los datos de los envases. En cualquier caso se sugiere que completen una tabla como la que figura a continuación donde registren los datos:

| TIPO DE ALIMENTO | EMPRESA PRODUCTORA | CONTIENE ADITIVOS SI / NO / NO SABE | TIPO DE ADITIVOS | INDICACIÓN EN EL ENVASE (general/específica/INS/E) |
|------------------|--------------------|--|------------------|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

En caso de que los envases de alimentos no especifiquen el tipo de aditivos o su nomenclatura sería interesante realizar con los alumnos un trabajo de investigación para averiguar qué determina la legislación a este respecto, y comunicarse con la empresa productora para solicitar información acerca del tipo de aditivos empleados en el producto de consumo.

Se sugiere una puesta en común acerca de la información con que cuenta el consumidor. También se podría organizar una actividad de información al consumidor mediante afiches, folletos, láminas, etc. que incluyan ejemplos de etiquetas donde se resalte la información al consumidor y una explicación de su significado.

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



Actividad 4. Conservación y descomposición de alimentos

Esta actividad se puede plantear para alumnos de EGB 2, y también para alumnos mayores, según el nivel de análisis y profundización conceptual que se quiera trabajar. Integra diferentes aspectos vinculados con la existencia de microorganismos en el ambiente; la utilización de microorganismos en la elaboración de alimentos, la descomposición de los alimentos por acción de los microorganismos que se nutren de ellos, y la observación de los microorganismos a través de un microscopio. Se puede consultar la lámina que se encuentra en <http://aula.elmundo.es/aula/laminas/lamina1108030831.pdf>

Introducción: Indagación de ideas o conceptos previos

Después de haber analizado las causas por las cuales un alimento se puede descomponer, y con el fin de indagar acerca de las ideas de los alumnos, se sugiere

plantear preguntas como las siguientes (incluso se pueden traer los alimentos para mostrar):

- ¿Cómo se mantienen los porotos o lentejas envasados en bolsitas, o las latas de arvejas, o de atún, o las galletitas en las alacenas o estantes sin descomponerse? **Nota:** la idea es que puedan debatir acerca de por qué no se descomponen si son alimentos que se encuentran a temperatura ambiente, y considerar las técnicas de deshidratación y de envasado al vacío, además del empleo de aditivos.
- ¿Por qué se debe mantener la leche en frío? **Rta.** El frío hace más lento el metabolismo de los microorganismos y la acción de las enzimas que descomponen el alimento. **Nota:** es importante en este caso que los chicos tengan presente que los microorganismos vivos participan en la elaboración y se hallan presentes en los productos lácteos.
- ¿Qué pasa cuándo la leche se deja a temperatura ambiente? ¿por qué? **Rta.** A temperatura ambiente los microorganismos de la leche se multiplican a partir de nutrirse de los componentes de la leche a los que descomponen.
- ¿Por qué la leche en polvo se mantiene sin descomponerse a temperatura ambiente? **Rta.** La leche en polvo está deshidratada, es decir que no tiene agua, un componente esencial para el desarrollo de cualquier organismo, entre ellos los microorganismos.
- ¿Qué es la pasteurización? **Nota:** Se sugiere que los alumnos investiguen acerca de Pasteur y sus experiencias y la relación de esto con el proceso actual de pasteurización. Este tema se relaciona con el tema de evolución y la teoría de la generación espontánea como origen de la vida en la Tierra.

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



- ¿Por qué duran más los alimentos congelados que los refrigerados? Rta. una menor temperatura detiene el metabolismo de los microorganismos.

Práctica 1:

Se sugiere que los chicos experimenten por ellos mismos el concepto de oxidación y descomposición de los alimentos mediante ensayos simples que se proponen a continuación. La experiencia debe dejarse unos días y controlarse diariamente para observar cambios en las propiedades de los alimentos. Los cambios deben registrarse en una tabla.

| EXPERIENCIA | OBSERVACIONES (días) | | | | | | | |
|---|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 a) Dejar media manzana expuesta al aire | | | | | | | | |
| 1 b) Dejar media manzana expuesta al aire con el agregado de una gotas de jugo de naranja o de limón. | | | | | | | | |
| 2 a) Dejar leche en un frasco cerrado a temperatura ambiente | | | | | | | | |
| 2 b) Dejar leche en un frasco cerrado en la heladera | | | | | | | | |
| 2 c) Dejar leche en un frasco abierto a temperatura ambiente | | | | | | | | |
| 2 d) Dejar leche en un frasco abierto en la heladera. | | | | | | | | |
| 3 a) Colocar una rodaja de pan blanco fresco en una bolsa sellada, en la oscuridad y a 30°C | | | | | | | | |
| 3 b) Colocar una rodaja de pan blanco fresco rociado con 20 gotas de agua en una bolsa sellada, en la oscuridad y a 30°C | | | | | | | | |

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



3 c) Colocar una rodaja de pan blanco fresco rociado con 20 gotas de jugo de limón en una bolsa sellada, en la oscuridad y a 30°C

3 d) Colocar una rodaja de pan blanco fresco rociado con 20 gotas de agua azucarada (disolver azúcar en agua tibia) en una bolsa sellada, en la oscuridad y a 30°C

| | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Guía para el análisis de la experiencia y aspectos relacionados:

- a. ¿Se desarrollaron microorganismos en los alimentos? ¿Cómo fue posible darse cuenta?
- b. En caso de haber microorganismos, ¿de dónde provienen?
- c. ¿Hubo diferencias en los tiempos de aparición de microorganismos (por ejemplo, en la leche expuesta a diferentes condiciones de temperatura)?

- d. ¿Cómo se explican los cambios observados en la manzana a las pocas horas de expuesta y después de varios días ? **Nota: La idea es demostrar que existe una primera etapa rápida de oxidación, y con el tiempo la descomposición por acción de microorganismos del aire.**
- e. ¿Cuáles fueron las condiciones que impidieron o redujeron la descomposición de los alimentos? ¿En qué se basa el método de conservación? ¿Es un método físico o químico?
- f. ¿Cómo contribuye la tecnología de alimentos para la conservación de estos alimentos? Por ejemplo:
 - I. ¿Por qué el puré de manzana que se compra envasado no se oscurece? **Nota: hacer referencia al modo de envasado y a los aditivos.**
 - II. ¿Qué aditivos tiene el pan que le permite mantenerse fresco por un tiempo prolongado?
 - III. ¿Por qué todas las mayonesas tienen un color uniforme?
 - IV. ¿Por qué la sal no se aglomera?
 - V. ¿Cómo es posible que la mayonesa se mantenga estable, y no se separe en las fases acuosa y aceitosa que la componen?

Práctica 2: Observación de microorganismos presentes en los alimentos

Para reforzar la idea de la descomposición de alimentos por acción de microorganismos y de la presencia de microorganismos en la elaboración de productos lácteos se propone extraer microorganismos de diferentes alimentos "El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



El Cuaderno de Por Qué Biotecnología

EDICIÓN N° 75 – 2005

y observarlos al microscopio. Lo ideal sería observar los microorganismos que se pudieron desarrollar en la experiencia anterior en la leche y en el pan.

Materiales

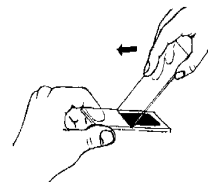
- ü Mechero Bunsen o de alcohol
- ü Asa de siembra o aguja
- ü Pinzas
- ü Portaobjetos
- ü Muestras bacterianas de origen natural: yogur, vinagre, o de los alimentos de la experiencia anterior.
- ü Colorantes para tinción:
 - ü Solución de cristal violeta al 1%
 - ü Solución de safranina al 0,5%
 - ü Azul de metileno al 1%
- ü Microscopio y aceite de inmersión

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



A) BACTERIAS DEL YOGUR

El yogur es un producto lácteo producido por la fermentación natural de la leche. A escala industrial se realiza la fermentación añadiendo a la leche dosis del 3-4% de una asociación de dos cepas bacterianas: el *Streptococcus thermophilus*, poco productor de ácido, pero muy aromático, y el *Lactobacillus bulgaricus*, muy acidificante. Por lo tanto, en esta preparación se podrán observar dos morfologías bacterianas



distintas (cocos y bacilos). El tamaño del lactobacilo (unos 30 μm de longitud) facilita la observación.

1. Realizar el frotis: disolver una mínima porción de yogur en una pequeña gota de agua, y desplazarlo a lo largo de la superficie hasta formar una capa delgada.
2. Teñir con un colorante de los arriba indicados durante 1-2 minutos.
3. Observar al microscopio y dibujar lo observado.

Otra alternativa es realizar un cultivo de bacterias en placas de Petri con medio nutritivo constituido por gelatina o agar, y una vez formadas las colonias extraer una muestra y realizar el frotis en el portaobjetos como se indica arriba.

B) BACTERIAS DEL VINAGRE

El vinagre es una solución acuosa rica en ácido acético resultante de la fermentación del vino producida por bacterias aeróbicas, principalmente *Acetobacter aceti*.

1. Tomar con una aguja una pequeña porción de vinagre natural o de la capa que se forma sobre la superficie del vino agriado (dejar vino abierto al aire libre durante unos días previos a la experiencia).
2. Extender la muestra en el portaobjetos con una gota de agua y hacer el frotis.
3. Dejar secar y fijar con calor.
4. Teñir 2-3 minutos, lavar el exceso de colorante y secar.

C) MOHO DEL PAN

Una alternativa es preparar la muestra sobre un portaobjetos de forma similar a la preparación de las bacterias. Otra opción interesante es la que se presenta a continuación: *la preparación en cinta adhesiva* que consiste en:

1. Colocar sobre un portaobjetos una gota de solución de lactofenol (*) no demasiado grande para evitar que el cubreobjetos flote y la preparación quede demasiado gruesa.
2. Cortar un trozo de cinta adhesiva transparente de aproximadamente 2cm.

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



3. Tocar con el lado adhesivo de la cinta la superficie del pan enmohecido o el borde de una colonia de hongo de un cultivo.
 4. Pegar la cinta adhesiva sobre la gota del portaobjetos.
 5. Eliminar el colorante sobrante con un papel de filtro.
- (*) preparación lactofenol: Ácido láctico 100 ml; Fenol 100 g; Glicerol 200 ml; Agua 100 ml.

Atención: manipular el fenol con cuidado, usando guantes y barbijo, ya que sus vapores son irritantes de las vías respiratorias.

Guía para el análisis de la experiencia:

Comparar los resultados de la observación y analizar:

- qué es lo que vieron, cómo identifican qué es lo que vieron
- si hay diferencias entre los diferentes cultivos analizados, y qué significado tienen esas diferencias (distintos tipos o cepas de microorganismos)
- de dónde provienen los microorganismos observados (si son las mismas bacterias las que se extraen de un yogur o leche fresca, de los que se extraen de la leche abierta al aire libre durante una semana)
- ¿De qué forma se puede evitar la aparición de estos microorganismos en los alimentos?

Actividad 5. Trabajo de investigación

La siguiente tabla menciona algunas enzimas producidas como proteínas recombinantes en bacterias y en hongos genéticamente modificados, y que actualmente se usan en la industria alimenticia.

Se sugiere que los alumnos investiguen:

- a) cuál es la función específica de esas enzimas en su organismo de origen,
- b) cuál es el sustrato sobre el que actúan,
- c) cuál es el producto que se obtiene,
- d) en qué procesos industriales se las emplea,
- e) cuál es el objetivo de su aplicación en la industria alimenticia.

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



| ENZIMAS | APLICACIÓN (elaboración de...) |
|-------------------|---|
| Alfa-amilasa | Pan, bebidas, almidón |
| Aminopeptidasa | Queso, lácteos, sabores |
| Fosfolipasa | Pan, grasas |
| Glucosa isomerasa | Almidón |
| Hemicelulosa | Pan, almidón |
| Lactasa | Lácteos |
| Lipasa | Grasas, quesos, sabores, pan |
| Pectinasa | Bebidas, derivados de frutas |
| Proteasa | Queso, pan, bebidas, derivados de carne y pescado |
| Quimosina | Queso |
| Xilanasas | Bebidas, almidón, pan |

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



Material de consulta

1. http://www.fao.org/es/ESN/jecfa/index_es.stm Sitio oficial del Comité Mixto de expertos en Aditivos Alimentarios de la FAO/OMS. Contiene últimas novedades de aditivos aprobados o retirados de la lista de permitidos, entre otras regulaciones.
2. http://apps3.fao.org/jecfa/intro/intro_es.htm Base de datos de los aditivos alimentarios y aromatizantes. Permite consultar según diferentes criterios (número, nombre, función).
3. http://www.eufic.org/sp/quickfacts/aditivos_alimentarios.htm#10#10 y <http://histolii.ugr.es/EuroE/NumerosE.pdf> Consejo Europeo de Información sobre la Alimentación contiene información sobre la regulación en la UE, y sobre los números E de clasificación de aditivos alimentarios.
4. <http://aula.elmundo.es/aula/laminas.html> Láminas de diversos temas. "Aula del El Mundo", sitio relacionado con el Diario El Mundo de España.
5. http://www.codexalimentarius.net/web/index_es.jsp Codex Alimentarius. Incluye clasificación de aditivos, marco regulatorio y de aprobación
6. <http://www.anmat.gov.ar/> ANMAT - Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica- de Argentina.
7. <http://www.senasa.gov.ar> Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Depende de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos de Argentina.
8. <http://www.explora.cl/otros/biotec/index.html> Explora para alumnos y profesores. Programa de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica de Chile, CONICYT.
9. <http://www.aula21.net/Nutriweb/conservacion2.htm> Conservación de alimentos. Aula Tecnológica Siglo XXI. España. Adaptado a alumnos desde los niveles iniciales de enseñanza.

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.