

Cuaderno N° 7, edición 2021

Biotecnología tradicional y alimentación

La biotecnología comprende una amplia variedad de técnicas que utilizan sistemas biológicos, organismos vivos o sus componentes, para la obtención de productos y servicios para usos específicos. En su sentido más amplio, la biotecnología es aplicada por el ser humano hace ya miles de años en la obtención de alimentos. El pan, la cerveza, el queso y el vino, resultantes de procesos de fermentación por la acción de bacterias y hongos (ver Cuaderno N° 53), eran parte esencial de la dieta en las civilizaciones ancestrales como lo son actualmente.

Sin embargo, en aquella época no se conocía acerca de los microorganismos ni de los procesos metabólicos que realizan. No fue sino hasta la segunda mitad del siglo XIX cuando Luis Pasteur demuestra que estos procesos son consecuencia de la actividad microbiana. Entonces, se incluye a los procesos de fermentación dentro de la biotecnología tradicional. También se incluye dentro de la denominación de biotecnología tradicional otras técnicas como la selección artificial y los cruzamientos selectivos (hibridación) y la mutagénesis, que intervienen en los procesos productivos, y en la transformación genética de especies que se utilizan en la industria alimenticia (ver Cuaderno N° 5).

Evidencias históricas de la fermentación aplicada a la alimentación

Existen evidencias arqueológicas y botánicas a partir de restos de semillas, prácticas y herramientas agrícolas que revelan habilidades rudimentarias en el arte de la fermentación microbiana en la Mesopotamia, alrededor del año 6000 a.C. La preparación de unas 38 comidas y bebidas alcohólicas tradicionales de los indígenas

de Asia, África y América Latina involucraban la utilización de un sustrato rico en almidón para la producción de azúcares fermentables por levaduras y bacterias. Incluso, en tumbas de miembros de la corte del rey egipcio Nyuserre Ini (2453-2422 a.C.) se encontraron fórmulas para la producción de cerveza, descritas por el alquimista Zosimus en el siglo III d.C. Desde entonces hasta la actualidad, gran parte de la alimentación humana está relacionada con el proceso de fermentación microbiana.

¿Qué es la fermentación?

El término fermentación, en su acepción estricta, se refiere a la obtención de energía en ausencia de oxígeno. Pasteur denominó a la fermentación "la vie sans l'air" o "la vida sin aire". En otras palabras, es el proceso de transformación de sustancias orgánicas por los microorganismos (bacterias, levaduras y otros hongos) en condiciones anaeróbicas, o por complejos enzimáticos de origen animal, vegetal o microbiano. El proceso de fermentación se encuadra dentro de la biotecnología tradicional y se estima que los alimentos fermentados contribuyen aproximadamente con la tercera parte de la dieta mundial.

Existen diferentes tipos de procesos de fermentación que se denominan según el nombre del producto final que se obtiene. Entre ellos:

Fermentación láctica: Se produce en muchas bacterias (bacterias lácticas), también en algunos protozoos y en el músculo esquelético humano. El producto de la reacción es el ácido láctico responsable de la obtención de productos lácteos acidificados como yogurt, quesos, cuajada, crema ácida, etc. El ácido láctico tiene excelentes propiedades conservantes de los alimentos. En las células musculares humanas, la acumulación de ácido láctico produce los dolorosos "calambres".

Fermentación alcohólica: Esta fermentación la realizan, por ejemplo, las levaduras del género *Saccharomyces*. Se obtiene como producto alcohol etílico o etanol, y dióxido de carbono (CO₂). Se trata de un proceso de gran importancia industrial que, según el tipo de levadura empleada, da lugar a una variedad de bebidas alcohólicas: cerveza, vino, sidra, etc. También en la fabricación del pan se añade a la masa una cierta cantidad de levadura que, al realizar la fermentación a partir del almidón de la harina, hará que el pan sea más esponjoso por las burbujas de CO₂ que se desprenden e inflan la masa. En este último caso el alcohol producido desaparece durante la cocción.

La tabla 1 describe algunos alimentos fermentados tradicionales y aporta datos acerca de su elaboración y del contexto socio-cultural en que surgen.

Durante el proceso de fermentación, el metabolismo microbiano resulta en la producción de una diversidad de metabolitos (productos intermedios de las reacciones del metabolismo). Entre los metabolitos producidos hay enzimas capaces de degradar carbohidratos, proteínas y lípidos, también se producen suplementos y aditivos (vitaminas, conservantes, aromatizantes y colorantes naturales, compuestos antimicrobianos, agentes que aportan textura, aminoácidos y ácidos orgánicos, entre otros).

Muchos de estos compuestos son producidos a nivel industrial para utilizarlos en el procesamiento de alimentos (ver Cuaderno N° 75). Por ejemplo, en la preservación de un amplio rango de materiales crudos (cereales, raíces, tubérculos, frutas y vegetales, leche carne, pescado, etc.), en la producción de alimentos fermentados (queso,

Tabla 1. Alimentos fermentados tradicionales.

Inóculo* natural	Producto	Sustrato	Uso	Factor socio-cultural
Europa				
Levadura	Cerveza	Cebada y otros sustratos de almidón	Segunda bebida después del té	La receta más antigua conocida para fabricar cerveza está escrita en una tabla de 4000 años en un himno a la diosa sumeria de la cerveza Ninkasi. Se cree que los sumerios fueron la primera civilización en fabricar cerveza.
Mezcla de lactobacilos y levaduras	Kefir	Leche fresca	Bebida alimenticia	Originario de las montañas caucásicas y relacionado a la longevidad de pobladores de Armenia, Azerbaijan y Georgia
Levaduras	Kvass	Centeno o cebada fermentados, o pan oscuro de centeno remojado fermentado	Bebida de bajo contenido alcohólico	Bebida nacional rusa
Lactobacilos	Chukrut	Repollo	Alimento	“Sahuerkohl”, preparado en los hogares alemanes como comida de invierno, era conocido en China como el alimento de las tropas de Genghis Khan
América Latina y el Caribe				
Mezcla de lactobacilos y levadura	Chicha	Maíz, batata o plátanos maduros	Bebida alcohólica	Característica de la región de los Andes (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). Esta bebida es consumida actualmente en eventos agrícolas, familiares, sociales y religiosos. Era considerada por los incas como el vehículo que unía al hombre con sus dioses a través de la fecundidad de la tierra
Especies de <i>Leuconostoc</i>	Pulque	Cactus (<i>aka</i> agave)	Bebida alcohólica	Bebida nacional mexicana heredada de los aztecas que la usaban como ofrenda a la diosa Mayahuel
Lactobacilos	Queso chauqueño	Leche	Alimento	El proceso actual para su producción se basa en el que usaran los jesuitas en el siglo XVI en Moxos Pampas, Bolivia

Fuente: Adaptado de Da Silva, E. Electronic Journal of Biotechnology (2004). Artículo en inglés.

* Cultivos empleados para iniciar un proceso de fermentación.

yogurt, leches fermentadas, salchichas y salsa de soja, entre otros). Es por ello que muchos grupos de investigación, públicos y privados, están interesados en la biotecnología aplicada al mejoramiento de la producción, calidad y rendimiento de metabolitos microbianos.

Biotechnología tradicional en el mejoramiento de los alimentos

Los cultivos microbianos, que tienen una larga tradición de utilización en la industria alimentaria, pueden ser mejorados utilizando métodos tradicionales o por ingeniería genética. Estas modificaciones pueden introducir, a su vez, cambios deseados en los productos de consumo. ¿Qué parámetros se pueden mejorar? Entre los parámetros que se pueden mejorar se encuentran: la calidad sensorial (aroma, apariencia visual, textura y consistencia), la resistencia a virus, la capacidad para producir compuestos antimicrobianos, la degradación o inactivación de toxinas naturales, de micotoxinas y de factores antinutricionales.

Los métodos tradicionales para el mejoramiento genético tales como la mutagénesis (también aplicada al mejoramiento de plantas) y la conjugación bacteriana han sido las bases de la industria de desarrollo de inóculos bacterianos (cultivos empleados para iniciar un proceso de fermentación), mientras que la hibridación ha sido usada en el mejoramiento de cepas de levadura utilizadas ampliamente en la industria de la panificación y fabricación de cerveza.

Estos métodos se describen a continuación:

a) *Mutagénesis clásica*: Esta metodología involucra la producción de mutantes por la exposición de cepas microbianas a sustancias mutagénicas químicas o rayos ultravioletas que inducen cambios azarosos en sus genomas. Las cepas así producidas son seleccionadas en base a

propiedades específicas deseadas, tales como la resistencia a virus. Sin embargo, la mutagénesis puede originar cambios secundarios, no buscados, que podrían influenciar el comportamiento del cultivo durante la fermentación, u otros procesos metabólicos.

b) *Conjugación*: Es un proceso natural donde se transfiere material genético entre especies microbianas emparentadas, como resultado de un contacto físico entre un microorganismo dador y otro receptor. El intercambio de genes por conjugación permite la transferencia de genes situados en el cromosoma o en plásmidos (molécula de ADN circular extra cromosómica que se encuentra presente en muchas bacterias, y que puede transferirse de una bacteria a otra).

c) *Hibridación (o reproducción sexual)*: Las levaduras son hongos unicelulares (eucariotas) que usualmente se reproducen asexualmente por división de sus células, pero también pueden hacerlo “sexualmente” por la fusión de dos células que forman un nuevo organismo unicelular que continúa dividiéndose por mitosis. La reproducción sexual, con el consiguiente fenómeno de recombinación genética, ha llevado a mejoramientos en este tipo de microorganismos.

Probióticos y prebióticos: otra aplicación de la biotecnología tradicional

Actualmente, es habitual escuchar acerca de los productos “bio”, “probio” y “prebio”, que se promocionan como beneficiosos para la salud. De hecho, existen actualmente en el mercado productos probióticos y prebióticos (ver Cuaderno N° 25).

¿Qué son los probióticos? Una de las definiciones más aceptadas para probióticos es la de “microorganismos vivos que administrados confieren beneficios a la salud del huésped” (FAO, WHO. 2002). Actualmente existe un gran número de probióticos disponibles en los alimentos

fermentados, especialmente en los yogures donde las bacterias ácido-lácticas funcionan como habitantes naturales del tracto gastrointestinal y ejercen allí una función de defensa ante potenciales agentes patógenos. Algunas especies de bacterias ácido-lácticas son administradas vivas a los humanos como suplementos dietarios para mejorar la composición de la microbiota intestinal. Se incluyen cepas seleccionadas de *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Lactococcus* y *Saccharomyces*.

¿Qué son los prebióticos? Son ingredientes alimenticios no digeribles o de baja digestión que benefician al organismo huésped estimulando selectivamente la acción de una bacteria benéfica – o de un grupo de ellas- presentes en su intestino. Algunos hidratos de carbono fermentables no digeridos en el intestino delgado cumplen esta función, ya que estimulan el crecimiento de bifidobacterias entre otras.

Algunos microorganismos asociados a los alimentos fermentados, en particular distintas cepas de lactobacilos, son prebióticos, es decir, utilizados como suplementos dietarios microbianos vivos o como ingredientes en la alimentación que tienen efecto beneficioso en el huésped al influenciar la composición y/o actividad metabólica de la flora del tracto gastrointestinal.

Otras aplicaciones de la biotecnología tradicional a la alimentación

La biotecnología tradicional también interviene en el mejoramiento de cultivos y de especies animales que forman parte de la alimentación. De hecho, la gran mayoría de los cultivos que utiliza el agricultor en la actualidad han sido generados desde hace miles de años por métodos convencionales, como la selección artificial y la hibridación (cruzamientos selectivos) que aprovechan la diversidad y promueven la reproducción y la supervivencia de determinadas

especies o variedades que resultan favorables. También en la actividad ganadera se seleccionan artificialmente y se cruzan determinados ejemplares que resultan más productivos o que ofrecen productos de mejor calidad.

A los métodos tradicionales de modificación genética, se suma en la actualidad la biotecnología moderna como una herramienta más que emplea técnicas de ingeniería genética para el mejoramiento de especies y la obtención de productos con múltiples aplicaciones en la agricultura, la salud, el ambiente y en diferentes industrias (ver Cuadernos N° 11, 21, 58, 69, 71, 73, 75).

Actividades

Objetivos:

- Repasar los conceptos trabajados en el texto del cuaderno.
- Aplicar los conocimientos adquiridos a situaciones cotidianas de consumo de ciertos alimentos
- Poner en práctica algunos de los conceptos trabajados mediante la realización y análisis de una actividad experimental.

Destinatarios y conceptos relacionados

El tema del cuaderno así como sus actividades pueden aplicarse tanto a alumnos de diversas edades y niveles ya que trata aspectos de la alimentación cotidiana, que pueden implementarse en clase con diferentes niveles de complejidad.

Existe una diversidad de conceptos con los cuales se podría relacionar este tema en clase: microorganismos, metabolismo, respiración celular, fermentación, nutrición, enzimas (estructura y mecanismo de acción), organismos aeróbicos y anaeróbicos, selección natural y selección artificial, diversidad y variabilidad

genética, reproducción sexual y asexual, salud y defensas inespecíficas.

Consideraciones metodológicas

El tema de este cuaderno se adapta para trabajar con alumnos de diferentes niveles de la enseñanza ya que trata aspectos de la vida cotidiana, como el consumo de productos lácteos que se promocionan en los medios masivos de comunicación mediante términos tales como “bio”, o “probio” o “prebio”.

Se sugiere tomar estos conceptos de la publicidad como disparador para el tema de la biotecnología tradicional y la función de los microorganismos en ella. Esto se puede implementar al trabajar aspectos vinculados con la salud, como parte de las defensas inespecíficas que actúan a modo de barrera que impide la colonización por agentes potencialmente patógenos a nivel del intestino delgado.

Este cuaderno ofrece a su vez la posibilidad de realizar una introducción a la biotecnología tradicional y diferenciarla de la moderna (que se desarrolla ampliamente en otros cuadernos).

Es importante dejar en claro el carácter histórico del empleo de microorganismos y de las modificaciones genéticas por métodos convencionales ya que este es un punto central en la controversia que se genera en torno de los organismos modificados genéticamente. Entre los argumentos de los oponentes a estas metodologías en ocasiones se plantea la modificación genética y la “mezcla de genes extraños” como un hecho reciente y exclusivo de las técnicas de ingeniería genética que emplea la biotecnología moderna y, por lo tanto, incierto en sus consecuencias. Para evitar las confusiones que generan este tipo de argumentaciones, se sugiere trabajar con los alumnos las técnicas de la biotecnología tradicional, en particular las referidas a los cruzamientos selectivos y la mutagénesis.

Es oportuno en esta instancia recalcar el carácter azaroso de la mutagénesis que da la posibilidad de generar una gran variabilidad, pero sobre un determinado genoma, y aquí los efectos no intencionales son mayores. Por su parte, el cruzamiento da la posibilidad de tomar lo mejor del acervo genético de la población, aún sin saber qué genes codifican para esas características que se consideran deseables. En otros cuadernos donde se profundiza aspectos de la biotecnología moderna se trata la mayor direccionalidad y precisión de las modificaciones genéticas mediante ingeniería genética.

Otro concepto interesante para trabajar a partir de este tema es la relación (semejanzas y diferencias) entre la respiración celular y la fermentación, como procesos de obtención de energía en las células. Incluso, se puede trabajar la respiración anaeróbica y la aeróbica desde el punto de vista evolutivo, y de las ventajas de cada proceso en diferentes condiciones ambientales. En este punto se asocia también el concepto de selección y de cruzamientos selectivos. Es necesario tener en claro el concepto de diversidad y de variabilidad genética. La diversidad se refiere básicamente al fenotipo o características (visibles o medibles) que están determinadas por la variabilidad genética (genotipo). La selección (natural o artificial) actúa sobre esa diversidad y variabilidad genética.

Otro concepto que es importante aclarar y diferenciar es la fermentación como proceso biológico que permite obtener energía en condiciones anaeróbicas, de la fermentación en su acepción industrial. En microbiología industrial el término fermentación adquiere otra connotación. Se refiere a cualquier proceso microbiano a gran escala, sea o no anaeróbico. De hecho, la mayoría de las fermentaciones industriales son aeróbicas. El tanque en el cual se lleva a cabo la fermentación industrial se denomina fermentador. Si, por

ejemplo, se colocan microorganismos en presencia de oxígeno para fabricar penicilina o insulina, un microbiólogo industrial va a referirse a un proceso que ocurre en un fermentador, aunque no es estrictamente una fermentación.

La actividad 2 propone una experiencia fácil y accesible para la elaboración casera de queso. Respecto de la experimentación en el proceso de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias naturales, es importante que el docente tenga en cuenta que, más allá del entusiasmo que puedan despertar en los alumnos las experiencias, es necesaria una reflexión acerca de los verdaderos alcances de la actividad experimental. Es importante tomar en cuenta el papel que desempeñan las teorías previas del individuo en este tipo de actividades ya que ellas modulan tanto el diseño como la interpretación de sus resultados.

Es necesario instalar la experimentación como una instancia más en el proceso de enseñanza y de aprendizaje y no suponer que “enseñar ciencias consiste en hacer experimentos”. La actividad experimental se enriquece cuando en el transcurso de la misma se promueve la reflexión alrededor de un problema, la formulación de hipótesis, el diseño del experimento, el modo de recolectar datos y de registrarlos, las interpretaciones, la confrontación con las ideas previas y la elaboración de nuevas explicaciones, entre otras alternativas de análisis.

Actividad 1. Repaso de conceptos

Para esta actividad se sugiere pedir previamente que los alumnos traigan etiquetas de productos lácteos “bio” para analizar el envase y la información que ofrece al consumidor. En este caso, se muestra una etiqueta de un producto y se sugieren preguntas:



1. ¿Cuál es el producto promocionado? *Rta.* Un yogurt, producto lácteo.
2. ¿Cómo se elabora? *Rta.* Durante la fermentación láctica las bacterias ácido lácticas transforman la lactosa de la leche en ácido láctico, el que modifica la estructura de las proteínas de la leche (cuajan). De esta manera se modifica la textura del producto, aunque existen otras variables, como la temperatura y la composición de la leche, que influyen en las cualidades de los distintos productos resultantes. El ácido láctico le confiere a la leche fermentada ese sabor ligeramente acidulado, y otros derivados de la fermentación producen a menudo otros sabores o aromas.
3. ¿Por qué se considera este producto dentro de la biotecnología tradicional? *Rta.* Se lo considera producto de la biotecnología tradicional ya que en su elaboración intervienen microorganismos, pero no técnicas de ingeniería genética (que lo incluirían entre los productos de la biotecnología moderna).
4. ¿A qué hace referencia el término “bio”? *Rta.* A la presencia de organismos vivos (“bio” = vida) en el producto lácteo.
5. ¿Por qué se asocia con la salud? *Rta.* Se atribuye a estos microorganismos un efecto beneficioso a

nivel del intestino.

6. ¿Qué significa el término probiótico? *Rta.* Suplementos microbianos vivos que, ingeridos, mejoran el equilibrio de la flora intestinal del huésped.

7. Mencionar algunas cepas de probióticos de uso habitual. *Rta.* *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Lactococcus* y *Saccharomyces*, *Streptococcus*.

8. ¿Son estos microorganismos los mismos que intervienen en la elaboración del yogurt al realizar el proceso de fermentación? *Rta.* No necesariamente. Entre los probióticos se encuentran los lactobacilos que realizan la fermentación láctica pero también otros microorganismos beneficiosos que se adicionan al producto.

Actividad 2. Práctica: Elaboración de queso de untar Adaptado de <http://www.capraispana.com/quesos/elaborar-quesos/>

Este tipo de queso se puede elaborar añadiendo un agente acidificante a la leche (limón o vinagre) o empleando bacterias ácido lácticas. El empleo de las bacterias ofrece la ventaja de que es la lactosa (azúcar de la leche) la que se metaboliza produciendo un sabor, una textura y una digestibilidad superior a la del producto obtenido por la simple acidificación. Como consecuencia de la fermentación, en la cual las bacterias degradan el azúcar de la leche (lactosa) se obtiene ácido láctico. Un aumento en la acidez de la leche estimula la acción de enzimas que causan la coagulación de las proteínas lácticas (fundamentalmente caseína) y esto resulta en la formación de estructuras de mayor tamaño que se separan de la parte acuosa de la leche (suero). Además, la acidez inhibe el desarrollo de gérmenes indeseables, incluyendo los potencialmente

patógenos. El queso que se obtiene en este caso tiene un sabor marcadamente ácido y su estructura es muy blanda.

Nota: se puede probar aumentar o disminuir las dosis de fermento, los tiempos de acidificación y de cuajado, trabajar a diferentes temperaturas y dejar madurar el queso bajo diferentes circunstancias para llegar a realizar una gama amplia de productos.

Material necesario:

- 1 litro de leche
- Olla grande para el baño María si la temperatura es inferior a 22 °C
- Recipiente de plástico, acero inoxidable o vidrio. No se recomienda la porcelana, ni el aluminio, ni cualquier recipiente que pueda ser afectado por la acción del ácido o no se pueda limpiar con facilidad.
- Gasa
- Fermento (bacterias lácticas). Se pueden adquirir o emplear un yogur comercial ácido.
- Cucharón
- Colador
- Cuchillo de punta
- Cuchara sopera
- Termómetro (rango de 0°C a 100°C)

Proceso de elaboración:

Pasteurizar la leche si se trabaja con leche no comercial: calentar la leche hasta 70°C al baño María -nunca directamente- y mantener esta temperatura de 1 a 3 minutos. Enfriar rápidamente introduciendo el recipiente de la leche en agua fría. Bajar la temperatura hasta los 30°C.



Tomar 1 o 2 litros de leche pasteurizada y templarla a baño María hasta unos 30° C aproximadamente.



1 o 2 litros de leche.

Tomar la dosis de fermento iniciador y diluirla en una cucharada de leche tibia. Del fermento iniciador se debe añadir una cucharita por cada



Diluir la cucharada de leche con el fermento en el litro de leche revolviendo suavemente.



conveniente cubrir con una tela o trapo para permitir que la leche se airee, pero evitar que se ensucie.

Dejar reposar la mezcla en un sitio tibio (nunca inferior a 20°C ni superior a 35°C) durante 8 a 24 horas según la temperatura ambiente. Es



significará que la leche se ha coagulado o “solidificado” y por lo tanto la cuajada está a punto.

La cuajada está lista para desuerar cuando al introducir el cuchillo y levantar la punta hacia arriba se produce una grieta en la superficie. Esto



Humedecer con agua la gasa de quesería y forrar con ella el colador.



parte de la gasa que está en contacto con la cuajada

Sacar con cuidado la cuajada y depositarla sobre la tela. Si fuera necesario, tomar la tela por sus extremos y levantarla ligeramente para destaponar la

y dejar salir el suero.



el queso se endurece.

El tiempo de desuerado es muy variable y depende de la consistencia buscada y la temperatura ambiente. Llevará entre 4 y 8 horas. Al enfriarse,

Cuando el queso tenga la consistencia deseada es posible añadirle condimentos (sal, pimienta, ajo, orégano, finas hierbas, etc.), y luego se envasa en un recipiente hermético para colocarlo en la heladera donde se conservará hasta 10 días.

Preguntas para el análisis de la experiencia:

a) ¿En qué consiste el proceso de pasteurización?

Rta. La pasteurización consiste en subir la temperatura de la leche y mantenerla cierto tiempo, y luego enfriar rápidamente. El objetivo es eliminar microorganismos que podrían ser patógenos. Se pueden distinguir dos tipos de pasterización para la quesería: Lenta que consiste en llevar la temperatura a 60 ° C y mantenerla durante media hora, enfriar rápidamente; Rápida que consiste en subir la temperatura a 70° C, dejarla 1 minuto y enfriarla inmediatamente.

b) ¿Por qué se requiere de la pasteurización de la leche no comercial? *Rta.* El proceso de pasteurización garantiza que los gérmenes dañinos para la salud sean eliminados.

c) ¿Cuál es la acción de las bacterias lácticas? *Rta.*

Este tipo de bacterias realiza el proceso de fermentación láctica por el cual producen ácido láctico que baja el pH de la leche (aumenta su acidez). Este efecto es importante para la producción de queso ya que ayuda a crear un ambiente ligeramente ácido en el cual coagulan (precipitan) las proteínas de la leche.

d) ¿Por qué el fermento se debe diluir en agua tibia (ni muy fría ni muy caliente)? *Rta.* Las temperaturas bajas o altas podrían inactivar a las bacterias.

e) ¿Por qué se pone límites de temperatura entre 20°C y 35°C? *Rta.* Ese rango es la temperatura a la cual trabajan correctamente las bacterias. La temperatura está relacionada con el tiempo necesario para la elaboración de queso. A mayor temperatura (dentro de los límites establecidos) menor tiempo para el proceso de elaboración y a menor temperatura se necesita mayor tiempo para la elaboración.

f) ¿Por qué el producto resultante tiene sabor ácido? *Rta.* El ácido láctico le confiere a la leche fermentada ese sabor ligeramente acidulado.

g) ¿Cuál podría ser la causa de que el queso resulte demasiado ácido, y cómo se podría solucionar? *Rta.* Podría ser que se le agregó demasiado fermento iniciador (bacterias lácticas) que produjeron demasiado ácido. En tal caso habría que probar reducir la cantidad de fermento.

h) Si el queso queda muy acuoso puede ser porque no ha habido suficiente tiempo de fermentación, porque no se dejó suficiente tiempo para separar el suero, o porque se realizó en un ambiente muy frío. Explicar la relación entre la consistencia del queso elaborado y los motivos que se afirma en esta frase. *Rta.* Si no ha habido suficiente tiempo para la fermentación, no se produce suficiente ácido y esto no permite la correcta coagulación de las proteínas de la leche; algo similar ocurriría en temperaturas frías ya que las bacterias lácticas no podrían actuar óptimamente; por último, al ser el suero la parte líquida que se desprende de la leche, cuanto más tiempo se dedique a esta etapa más consistente será el producto.

Actividad 3. La fermentación. Análisis de un texto Se propone leer un artículo publicado en Infoalimentos sobre la fermentación. El mismo se encuentra disponible en este link:

<http://infoalimentos.org.ar/temas/inocuidad-de-los-alimentos/510-la-fermentacion-una-tecnica-antigua-que-continua-vigente>

A continuación, transcribimos el texto:

La fermentación: una técnica antigua que aún continúa vigente

La fermentación es un método de elaboración (y de conservación) de bebidas y alimentos que surgió hace muchísimos años atrás en países asiáticos y europeos. Si bien la elaboración de bebidas y alimentos fermentados se realiza a gran escala a nivel industrial; en los últimos años ha aumentado la tendencia a elaborarlos de forma artesanal o casera (cerveza, yogur, kombucha, kéfir, entre otros). En esta nota te contamos qué es la fermentación, los beneficios para la salud que tiene el consumo de bebidas y alimentos fermentados y los cuidados que es importante tener en cuenta a la hora de elaborarlos en casa.

Nada se pierde, todo se transforma

Fermentar es “transformar”. En condiciones anaeróbicas (sin oxígeno) o también en condiciones aeróbicas (con oxígeno), los hidratos de carbono presentes en los alimentos pueden transformarse en:

- alcohol (etanol)
- dióxido de carbono (CO₂) y
- ácidos orgánicos (láctico o acético, principalmente)

Los protagonistas de esta transformación son los microorganismos: mohos (u hongos), bacterias y levaduras. Si bien no los vemos a simple vista, están presentes en muchos de nuestros alimentos cotidianos y son los responsables de su textura, sabor y/o aroma característico.

En muchos alimentos, los microorganismos están presentes durante el proceso de elaboración y luego ausentes en el producto final (por ejemplo: en el pan). Mientras que en otros, están presentes o “vivos” en el producto final (por ejemplo, en los alimentos probióticos).

Leche, hortalizas, frutas y cereales suelen fermentarse para obtener una gran diversidad de bebidas y alimentos fermentados. Como dijimos al principio, la fermentación también es un método de conservación porque aumenta la vida útil de bebidas y alimentos.

Tipo de fermentación, características y productos obtenidos

Generalmente los procesos de fermentación se llevan a cabo de manera controlada, agregando microorganismos definidos y seleccionados (obtención de yogur, queso, cerveza, pan), aunque también pueden ocurrir a partir de microorganismos presentes naturalmente en los alimentos (obtención de chucrut, kimchi y pan de “masa madre”).

Según los compuestos finales, hay varios tipos de fermentación. Las más comunes son: láctica, acética y alcohólica.

Fermentación	Compuestos finales	Productos obtenidos
Láctica	Genera principalmente ácido láctico, aunque algunas bacterias también producen etanol, dióxido de carbono y acetato	Yogur, queso, kéfir, chucrut, kimchi
Acética	Genera ácido acético y agua	Kombucha, vinagre de manzana o de vino
Alcohólica	Genera etanol y dióxido de carbono	Pan, cerveza, sidra, vino

Beneficios para la salud del consumo de bebidas y alimentos fermentados

La fermentación puede facilitar la digestión de los alimentos. Por ejemplo: algunas personas con intolerancia a la lactosa pueden tolerar el yogur y el queso porque los microorganismos que se utilizan en la elaboración de estos productos lácteos hidrolizan la lactosa reduciendo su concentración. Sin embargo, es importante tener en cuenta que contienen pequeñas cantidades de lactosa y que en otras personas su consumo puede provocar síntomas.

Algunos estudios sugieren que el consumo de kéfir puede ser beneficioso para la intolerancia a la lactosa y la erradicación de la bacteria *Helicobacter pylori*. Sin embargo, hasta el momento, no hay suficiente evidencia científica para afirmar que el consumo de bebidas y alimentos fermentados tiene un impacto positivo en la salud general y gastrointestinal. Esto puede deberse a la gran variabilidad de microorganismos e ingredientes involucrados en su elaboración. Si bien actualmente las Guías Alimentarias para la Población Argentina no recomiendan las bebidas y los alimentos fermentados como un grupo de alimentos específico, algunos alimentos fermentados (como yogur, queso y pan) están incluidos en dos de los seis grupos de alimentos recomendados.

Los distintos ingredientes y métodos utilizados para la elaboración de bebidas y alimentos fermentados hacen que tengan una textura, sabor y/o aroma característicos. Lo que, sin duda, contribuye a diversificar y variar nuestra alimentación diaria.

Cuidados en la elaboración de bebidas y alimentos fermentados

Al elaborar bebidas y alimentos fermentados artesanales o caseros es importante:

- seguir paso a paso la receta,
- aplicar buenas prácticas de manufactura o

- elaboración (entre ellas, la higiene) y
- descartar la bebida o el alimento si se observan características organolépticas indeseables.

Por último, es importante tener en cuenta que todas las bebidas y los alimentos fermentados requieren tiempo para su elaboración y el control de determinadas condiciones (como temperatura, humedad, etc.).

Menú de fermentados

Elegimos algunos alimentos fermentados en particular y armamos notas sobre ellos contándote datos “sabrosos” acerca de cada uno. Elegí el que prefieras, este es el menú:

- [Fermentados a la carta: Chucrut o Sauerkraut](#)
- [Fermentados a la carta: Kéfir](#)
- [Fermentados a la carta: Kimchi](#)
- [Fermentados a la carta: Kombucha](#)

Leer el artículo y responder las siguientes preguntas

1. ¿Por qué el texto dice que “fermentar” es “transformar”?
2. En tu casa, abrí tu heladera y/o alacena y, en base a la lectura de este artículo, hacé una lista de los alimentos fermentados que hay en tu cocina. Luego, escribí qué tipo de fermentación se llevó a cabo en cada uno de ellos. Compará esta lista con la de algún compañero/a. ¿Cuánta biotecnología hay en tu cocina?
3. En la actividad 2 se sugiere una experiencia de elaboración de queso. En este artículo se nombran qué cuidados deben tenerse al preparar un alimento fermentado casero. ¿Podrías listar estos cuidados? ¿Qué otros creé conveniente agregar? Conversá con tu docente y compañeros sobre estos temas y por qué son tan importantes estos pasos y/o cuidados.
4. En la nota se nombra un “Menú de Fermentados”. A los docentes, se sugiere dividir a los estudiantes en grupos, asignarle a cada grupo un alimento para que investiguen

sobre el mismo y lo presenten a los otros grupos.

Material de consulta

- Probióticos. ¿Por qué son un boom para mejorar la salud y la belleza? La Nación septiembre 2020.
<https://www.lanacion.com.ar/moda-y-belleza/probioticos-por-que-son-boom-mejorar-salud-nid2444192/>
- “Probióticos, prebióticos y simbióticos. Moduladores del sistema digestivo”. Revista Ciencia Hoy. Vol. 13. Nº 75. Junio-Julio 2003.
- Los quesos de Argentina, del Mundo y de Francia. APyMEL 2019.
<https://apymel.com.ar/noticias/los-quesos-de-argentina-del-mundo-y-de-francia>
- Quesos Argentinos. INTI-Lácteos.
<https://www.inti.gov.ar/areas/servicios-industriales/alimentos/lacteos>
- "Aplicación de la biotecnología a los alimentos tradicionales fermentados". National Academy Press , 1992, (Artículo en inglés)
<http://www.nap.edu/catalog/1939.html>.
- “Prebióticos, prebióticos y antioxidantes como alimentos funcionales” Acta Biochimica Polonica, 2005. Artículo en inglés, disponible en www.actabp.pl/pdf/3_2005/665s.pdf
- "Aplicaciones biotecnológicas en el procesamiento de los alimentos: se pueden beneficiar los países en desarrollo?" FAO. 2004. www.fao.org/biotech. Artículo en inglés.

"El Cuaderno" de PQBio es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico de ArgenBio. 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 – ArgenBio.