



LOS MICROORGANISMOS EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS

Microorganismos y alimentos

Habitualmente, los microorganismos tienen mala fama. Se los asocia a las enfermedades y al deterioro de los alimentos. Sin embargo, cumplen muchas funciones beneficiosas para otros seres vivos y el ambiente. Además, el hombre ha aprendido a aprovecharlos en beneficio propio. Por ejemplo, en la producción de alimentos.

La biotecnología alimentaria tradicional utiliza ampliamente los microorganismos, que intervienen en diferentes etapas de la producción del alimento. Son esenciales para la producción de muchos alimentos, como el vino, la cerveza, panificados, productos lácteos, entre otros. En muchos de estos productos los microorganismos hacen su función durante el proceso de producción, pero no están presentes como células vivas en el producto alimentario. En otros, los microorganismos están presentes en el producto, como en muchos productos lácteos.

Los microorganismos se usan también ampliamente para producir suplementos y aditivos (por ej. vitaminas, conservantes, aromatizantes y colorantes naturales), o aditivos para el procesado, como las enzimas. Las enzimas purificadas a partir de microorganismos se utilizan para producir ingredientes como el jarabe de maíz rico en fructosa.

Muchos microorganismos, que tienen una larga tradición de utilización en la industria alimentaria, se han modificado mediante técnicas tradicionales de mutagénesis y de selección. Esto ha permitido un uso cada vez más eficiente y controlado de los microorganismos. Además, en los últimos años se han desarrollado las herramientas para poder mejorarlos por técnicas de ingeniería genética, lo que ha hecho aún más eficiente su aprovechamiento.

Los Microorganismos

La definición clásica de microorganismo considera que es un organismo microscópico constituido por una sola célula o agrupación de células. Se consideran como tales a las bacterias, los hongos (levaduras y hongos filamentosos muy pequeños), e incluye también a los virus, aunque la estructura de ellos es más simple y no llega a conformar una célula.

Bacterias. La célula procariota típica de una Eubacteria posee pared celular, membrana citoplasmática y el citoplasma sin organelas ni divisiones, en el cual el material genético (un

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



solo cromosoma circular) se encuentra suelto en el citoplasma ya que no existe envoltura nuclear, en una región conocida como nucleoide. Algunas especies contienen plásmidos, que son pequeñas moléculas circulares de ADN que suelen codificar para genes que le otorgan a la bacteria ciertas ventajas adaptativas, como por ejemplo: enzimas que le permiten degradar distintas fuentes de carbono, enzimas que producen antibióticos o incluso otras enzimas que le permiten tolerar la presencia de ciertos antibióticos.

Entre las especies bacterianas de interés industrial están las bacterias del ácido acético, *Gluconobacter* y *Acetobacter* que pueden convertir el etanol en ácido acético, principal componente del vinagre. Las bacterias del ácido láctico incluyen, entre otras, las especies de los géneros *Streptococcus*, *Lactobacillus* y *Leuconostoc* que producen yogur y queso.

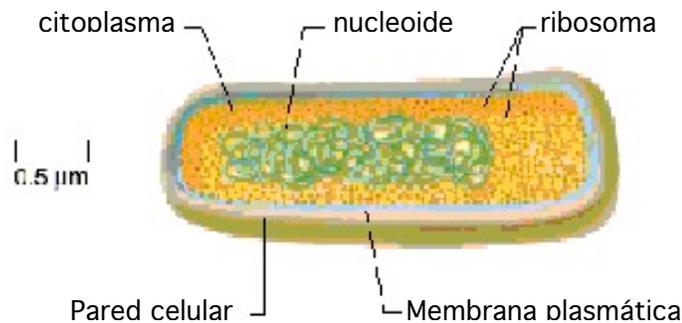
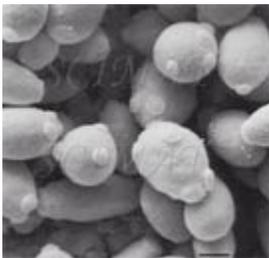


Figura 1
(Fuente: fig 1.8 Brock)

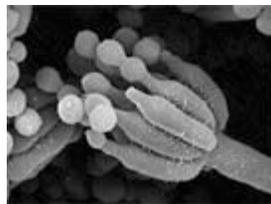
Hongos Las levaduras son organismos eucariontes, y como tales tienen el material genético en el

núcleo, cuentan con organelas y sistema de membranas (mitocondrias, retículos, etc), y tienen pared celular. La levadura más conocida y utilizada para la mayoría de los procesos fermentativos es *Saccharomyces cerevisiae* (ver Cuaderno 50). Con ella se produce el pan, el vino y la mayoría de las demás bebidas alcohólicas

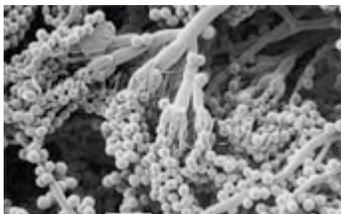
Existen otros tipos de hongos asociados a los alimentos y que no son levaduras. Se trata de los hongos filamentosos, pluricelulares que presentan regiones del cuerpo diferenciadas. Sus células son eucariontes, con pared celular. Dentro del grupo de los hongos filamentosos se encuentran aquellos que son fuente de enzimas comerciales (amilasas, proteasas, pectinasas), ácidos orgánicos (cítrico, láctico), quesos especiales (Camembert, Roquefort) y de las setas.



Saccharomyces cerevisiae
pan, vino, cerveza



Penicillium notatum
penicilina



Penicillium camemberti
queso

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



Uso de microorganismos a escala industrial

El uso de microorganismos para la obtención de alimentos es una de las aplicaciones más antiguas de la biotecnología. En la actualidad se han ido seleccionando las mejores cepas y se han desarrollado grandes industrias y economías en base a ellos. Ya sea bacteria o levadura, existen varias características que debe cumplir un microorganismo para su uso en la industria:

- El tamaño de la célula debe ser pequeño para facilitar el intercambio de sustancias con el entorno y permitir, de esta forma, una elevada tasa metabólica.
- Producir la sustancia de interés.
- Estar disponible en cultivo puro.
- Ser genéticamente estable.
- Crecer en cultivos a gran escala.
- Crecer rápidamente y obtener el producto deseado en un corto período de tiempo.
- No ser patógeno para el hombre o para los animales o plantas.
- El medio de cultivo debe estar disponible en grandes cantidades y ser relativamente barato.

La fermentación

El proceso común que interviene en la fabricación del pan, el vino y los quesos (por citar sólo algunos alimentos), es la fermentación que realizan los microorganismos presentes en la materia prima. El término *fermentación* es entendido de forma distinta en el contexto de la biología celular que en el contexto industrial.

En el sentido biológico la fermentación es un proceso de obtención de energía en condiciones anaeróbicas (ausencia de oxígeno) que puede generar como producto final ácido láctico (fermentación láctica, por las bacterias ácido-lácticas) o etanol (fermentación alcohólica por levaduras).

La reacción de la fermentación láctica sería:



La reacción de la fermentación alcohólica sería:



En el contexto industrial, se denomina fermentación a un proceso microbiano a gran escala, tanto si se realiza en condiciones aeróbicas como anaeróbicas.

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



Bacterias productoras de queso

La elaboración del queso consta de varias etapas, que comienza con la pasteurización de la leche. Luego se agrega el fermento que contiene las bacterias lácticas, y se deja madurar la leche. Como consecuencia de la fermentación, en la cual las bacterias degradan el azúcar de la leche (lactosa), se obtiene ácido láctico. El ácido láctico desnaturaliza las proteínas de la leche (fundamentalmente caseína) que precipitan arrastrando con ellas la grasa. Además, produce acidez que inhibe el desarrollo de gérmenes indeseables, incluyendo los potencialmente patógenos.

Una vez que las proteínas de la leche han coagulado, el cuajo obtenido se calienta y se exprime para eliminar la porción acuosa de la leche (suero), se sala y se somete a un proceso de maduración (salvo en el caso de los quesos blandos no madurados). La producción de cuajo se puede realizar también añadiendo quimosina, un enzima que se extrae del estómago de los terneros, pero que en la actualidad es producida por microorganismos modificados genéticamente.

Cada tipo de queso es elaborado por distintas cepas de bacterias. El fermento utilizado tiene una importante función en el desarrollo de sabor, aroma y textura de los quesos. Algunas bacterias lácticas generan como producto de la fermentación de la lactosa dióxido de carbono (además de ácido láctico). Ese gas es el responsable de los "ojos" de los quesos de pasta semidura como el Gruyere y Pategras, y también facilita la abertura de la masa en quesos como el Roquefort o el Camambert, lo cual es necesario para permitir el crecimiento del hongo *Penicilium* (*P. rocheforti* y *P. Camamberti*, respectivamente) que le otorga las características peculiares a estos quesos.

Levaduras en la producción de bebidas alcohólicas

La fermentación a gran escala por acción de las levaduras es responsable de la producción de alcohol para fines industriales y de bebidas alcohólicas. Las bebidas alcohólicas más importantes que se producen industrialmente con intervención de las levaduras son el *vino* (fermentación de zumo de uvas), la sidra (fermentación del zumo de manzana), la *cerveza* (fermentación de cereales malteados), y *bebidas destiladas* producidas por condensación del alcohol proveniente de la fermentación.

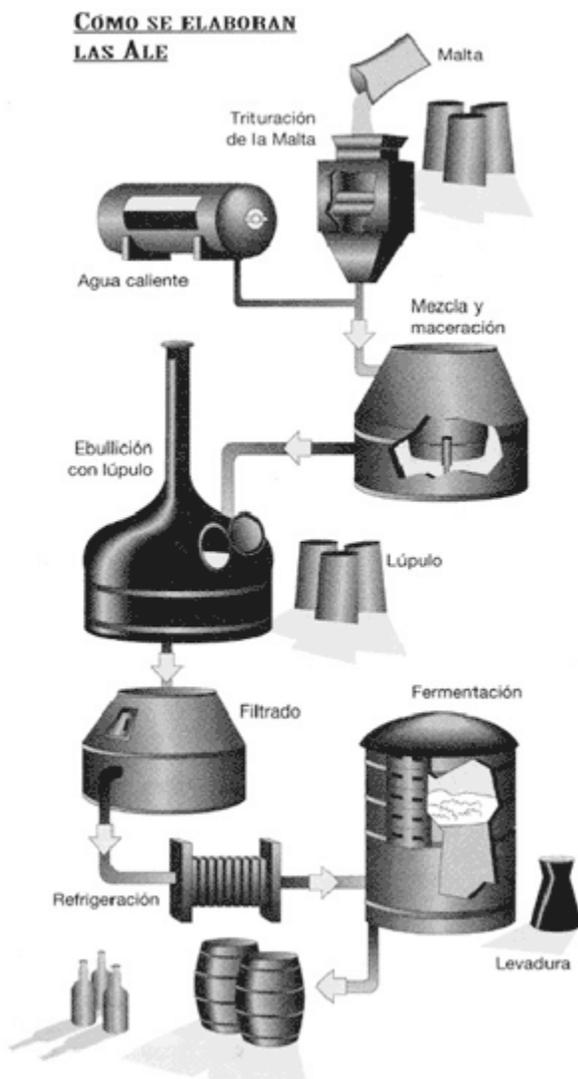
En todos estos procesos se utilizan levaduras del tipo *Sacharomyces cerevisiae*, que es la misma que se utilizaba en la antigüedad para el mismo fin. Desde entonces, las levaduras han sido cultivadas en laboratorio durante tanto tiempo que se han ido seleccionando y mejorando cepas según distintas propiedades. Por ejemplo, la mayoría de los zumos de frutas sufren una fermentación natural causada por

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



levaduras “silvestres” que están presentes en la misma fruta. De estas fermentaciones naturales se han seleccionado levaduras para una producción más controlada y hoy en día la producción de bebidas alcohólicas es una gran industria extendida por todo el mundo. En la actualidad también es posible mejorar este tipo de levadura por técnicas de ingeniería genética, con el objetivo de obtener un producto de mejor calidad y más uniforme.

La fabricación de cerveza.



La cerveza se obtiene por fermentación de cereales malteados. Las levaduras no pueden fermentar directamente el almidón de los cereales, por lo tanto primero se prepara la *malta* con los granos de cereal y enzimas que digieren el almidón de los granos y lo convierten en azúcar. La obtención del líquido fermentable a partir del cual se fabrican las cervezas se prepara en un proceso denominado *amasado*, en el cual los cereales se cuecen y dejan macerar a temperatura templada. Dependiendo de los cereales utilizados, la temperatura y el tiempo de *amasado*, se obtendrán productos finales con distintas características. A los cereales se le agrega también lúpulo, que da el aroma y el sabor amargo, y actúa como antiséptico impidiendo su alteración.

Durante el período de calentamiento, las enzimas de la malta digieren los almidones y liberan azúcares simples que son fermentados por las levaduras. Después de cocido, este mosto de cerveza es filtrado y sometido a varios procesos físicos y químicos para llegar al espumoso producto final. Las levaduras que se utilizan habitualmente en la producción de cerveza se denominan *Saccharomyces carlsbergensis*

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



y *Saccharomyces cerevisiae*.

La elaboración del vino. Existe un gran número de vinos diferentes y su calidad y características varían considerablemente. Las levaduras implicadas en la fermentación del vino son de dos clases: las “silvestres” que se encuentran en las uvas (tal como se cosechan) y se transfieren por lo tanto al mosto, y la levadura de vino cultivada, *Saccharomyces ellipsoideus*, que se añade al mosto para comenzar la fermentación. Mientras la levadura silvestre tolera hasta un 4% de alcohol, la cultivada tolera mayores porcentajes. Dependiendo del tipo de uva que se utiliza y de cómo se prepare el mosto (el zumo obtenido luego de aplastar las uvas), se producirá vino blanco o tinto y las distintas variedades de uvas darán origen a distintos tipos de vinos blancos y tintos. El *vino espumoso*, como el champán, es el que contiene una cantidad considerable de dióxido de carbono que surge de la fermentación final que realiza la levadura dentro de la botella.

Levaduras en la elaboración del pan

Existe constancia de la fabricación de pan y de la utilización de levaduras desde el año 2300 a. C. en que los egipcios descubrieron de forma casual el proceso de la fermentación. A partir de este descubrimiento, la fabricación de pan se convirtió en un oficio que se fue extendiendo por todo el mundo. La especie de levadura que más veces se utiliza para la fermentación del pan normal es *Saccharomyces cerevisiae*, aunque se utilizan también otros microorganismos para influir sobre el aroma y sabor del pan. Los más frecuentes son bacterias del género *Lactobacillus* y otras levaduras (*Saccharomyces pastorianus*, *Saccharomyces ellipsoideus*, *Mycoderma cerevisiae*, *Torula utilis*) y muchas otras con las que se obtienen diferentes resultados. El proceso que ocurre en la elaboración del pan es también una fermentación alcohólica. Utilizando los componentes de la harina, la levadura fermenta expulsando al medio dióxido de carbono y alcohol. El alcohol obtenido se evapora en el momento del horneado del pan, y el dióxido de carbono desprendido de dicha fermentación, en vez de convertirse en burbujas como en el champán o en la cerveza, es el responsable de los agujeritos y aspecto esponjoso de la miga del pan.

Microorganismos modificados genéticamente

Desde la década de 1990 se están empleando y se están desarrollando microorganismos modificados genéticamente que podrían favorecer a la industria alimenticia. Entre ellos:

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



- levaduras de pan que hacen que la masa leve más rápido,
- levaduras capaces de utilizar de mejor forma los carbohidratos presentes en las materias primas convencionales. Las levaduras modificadas genéticamente para metabolizar un amplio espectro de azúcares también ayudan a reducir los niveles de desechos contaminantes en los efluentes de las industrias.
- bacterias lácticas (que se adicionan al yogurt), que permitan mantener un yogurt fresco durante muchas semanas sin el riesgo de que se vuelva ácido o amargo.
- cultivos modificados que protejan a los alimentos de la acción de otras bacterias que podrían provocar el envenenamiento de los alimentos.
- cultivos lácteos iniciales que producen compuestos saborizantes para resaltar el sabor del alimento, y capaces de resistir la contaminación viral que arruina la producción de lácteos.

ACTIVIDADES

OBJETIVOS:

1. Revisar los conceptos explicados en el texto y profundizar a partir de trabajos de investigación.
2. Interpretar la información del texto a partir de la realización de experiencias relacionadas.
3. Incorporar las experiencias de laboratorio como parte del aprendizaje y poner énfasis en el registro de datos y la interpretación de los resultados.

DESTINATARIOS: las siguientes actividades se adaptan a alumnos de EGB 2 y 3, y al nivel Polimodal. Con diferente nivel de profundidad, según el nivel de los alumnos, se puede relacionar el texto con los siguientes contenidos: la producción de alimentos, la diversidad de los seres vivos, las características de los microorganismos, la clasificación en procariontas y eucariontas, la función que desempeñan los microorganismos en el ecosistema, y los procesos de obtención de energía (respiración y fermentación).

CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS

Este cuaderno debe entenderse en el contexto de los Cuadernos 52, 53 y 54 que siguen una misma temática referida al empleo de la biotecnología en la producción de alimentos.

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



El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición N° 53 de 2004

Del mismo modo es posible relacionar con el contenido de los Cuadernos N° 11 y N° 22 publicados en 2003.

Es importante dejar en claro que si se toma en cuenta que la biotecnología clásica o tradicional se define como la utilización de organismos vivos para la obtención de productos de interés para el hombre, este cuaderno es sobre biotecnología clásica. Sólo al hacer referencia a las posibles modificaciones genéticas que podrían realizarse a los microorganismos con el fin de optimizar los procesos de producción se está haciendo referencia a la biotecnología moderna que emplea técnicas de ingeniería genética.

Desde el texto se trata de destacar la función beneficiosa que desempeñan muchos de los microorganismos en el medio ambiente, y el aprovechamiento que el ser humano hace de ellos para su beneficio propio.

Asimismo, es interesante trabajar con los alumnos el contacto permanente que tiene el ser humano con los microorganismos, los beneficiosos y los perjudiciales. Por ejemplo, la levadura que se compra en los comercios no suele asociarse con los seres vivos, especialmente por el hecho de que se conservan durante mucho tiempo en las góndolas y no tiene "aspecto de ser vivo". Es interesante realizar experiencias que permitan identificar las levaduras con los seres vivos, a partir de conocer sus características, su forma al microscopio y los productos de la respiración o fermentación.

Otro aspecto interesante para mencionar con los alumnos es el hecho de que algunos de los alimentos en cuya elaboración intervienen microorganismos, contienen estos organismos en su producto final, en algunos casos están vivos y en otros no. De cualquier forma, los componentes de estos microorganismos ingresan al sistema digestivo y pueden ser digeridos como otros productos provenientes de vegetales o de animales. Este es un aspecto interesante para trabajar, especialmente al hacer referencia a la biotecnología tradicional que no emplea técnicas de ingeniería genética, ya que el rechazo al "consumo de genes extraños" se atribuye a los productos transgénicos, mientras que la alimentación en sí misma implica el consumo de genes de otros organismos (transgénicos o no transgénicos).

Entre las actividades que se sugieren en esta serie de cuadernos dedicados a la biotecnología en la producción de los alimentos, se proponen varias actividades experimentales en laboratorio.

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



La actividad experimental ocupa un lugar importante para el aprendizaje de las Ciencias Naturales. Para que las prácticas de laboratorio tengan peso en el proceso de formación deben incorporarse como una instancia más en el proceso de enseñanza y de aprendizaje y debe tomarse en cuenta el papel de las teorías previas desde las cuales el alumno observa, manipula y experimenta, ya que ellas determinan tanto el diseño de la experiencia como la interpretación de sus resultados.

Cada etapa del experimento constituye una instancia de aprendizaje en sí misma e involucra una serie de habilidades y conocimientos que es importante considerar:

1. El diseño: se debe determinar las condiciones experimentales, las variables dependientes e independientes, los materiales de trabajo, el experimento control, los datos a registrar y los aparatos a utilizar. La manera en que se registrarán los datos es también parte del diseño experimental.
2. El registro y tratamiento de los datos: implica la recolección ordenada y controlada de información durante la investigación y la manipulación de los datos (cálculos matemáticos, conversiones) de forma precisa.
3. La representación de los datos: se selecciona el organizador gráfico que permita una presentación visual clara de los datos recogidos y de la relación entre las variables.
4. Elaboración de conclusiones: involucra la interpretación de los resultados a partir del debate, de la formulación de interrogantes, de la confrontación con las hipótesis iniciales, de la búsqueda de información y de la elaboración de respuestas y explicaciones. Un aspecto fundamental es que los alumnos logren diferenciar entre aquello que ven y aquello que piensan que sucede.
5. Elaboración de un informe: el informe de laboratorio debe reflejar no solo los pasos de la experiencia sino también el proceso de análisis y de reflexión que implica el proceso de aprendizaje. La elaboración del informe implica el aprendizaje de la habilidad de expresar y comunicar las ideas en la forma lingüística propia que incluye, entre otras, una tendencia a la objetividad y a la precisión y un vocabulario científico específico. Un informe incluye, en general, los siguientes ítems:
 - **Título**
 - **Objetivos o Hipótesis de trabajo**
 - **Materiales**
 - **Procedimiento o Desarrollo**
 - **Resultados y Tratamiento de los datos**

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



- Conclusiones
- Bibliografía consultada

Este trabajo sistemático de observación, registro de datos, elaboración de conclusiones y presentación de un informe también se aplica a una actividad como la visita a una fábrica u otro lugar de estudio.

ACTIVIDAD 1. Trabajo de investigación y visita a industria alimenticia

- 1) Se sugiere realizar con los alumnos una tarea de investigación con el objetivo de ampliar la información que aporta el texto del Cuaderno. Como fuente de información, además de las enciclopedias y libros sobre alimentos, se puede contar también con el servicio de información al consumidor que suelen tener la mayoría de las grandes compañías productoras de alimentos.
 - a. Se divide la clase en grupos.
 - b. Cada grupo elige un tipo de alimento (diferente a los mencionados en el texto) en cuya elaboración intervengan microorganismos; por ejemplo salchichas, salamines, ácido cítrico (se usa como conservante), vinagre, etc.
 - c. Investigar el método empleado en su elaboración y la función que desempeñan los microorganismos en cada caso.
 - d. Cada grupo presenta al resto de la clase los resultados de su investigación.
 - e. Buscar una receta “casera” para elaborar el producto en el laboratorio de la escuela. En caso de ser posible, realizar la experiencia en la escuela.
2. Una opción interesante para complementar la investigación es realizar una visita a alguna planta elaboradora de la región ya sea de productos lácteos, bodegas, fábricas de cerveza, vinagre, entre otras, que suelen tener infraestructura y profesionales dedicados a recibir visitas escolares. En caso de visitar una de estas empresas se sugiere:
 - a. Proporcionar a los alumnos información acerca del lugar que van a visitar y de las actividades que allí se desarrollan antes de concurrir al lugar.
 - b. Elaborar en clase una lista de preguntas que los alumnos harían a los especialistas del lugar.
 - c. Los alumnos deben llevar material para registrar la información que aportan los especialistas durante la visita (cuaderno, grabadora, y filmadora o cámara fotográfica en caso de que la empresa lo autorice).

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



- d. Después de la visita, los alumnos deben presentar un informe de la visita en el que incluyan la información recopilada en la investigación y durante la visita. Entre la información que deben presentar incluir:
- I. Nombre de la empresa
 - II. Productos que elaboran
 - III. Materia prima que emplean
 - IV. Cuáles son los microorganismos involucrados en la elaboración y cuál es su función
 - V. Procedimiento de elaboración del producto
 - VI. Maquinaria empleada
 - VII. Medidas de higiene del lugar.

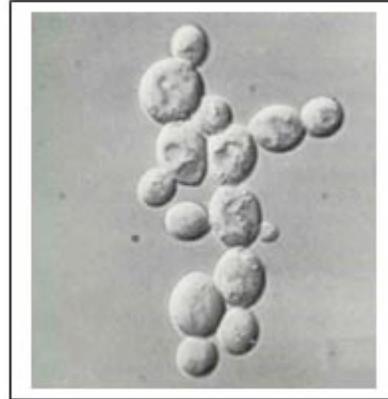
"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo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



ACTIVIDAD 2. Experiencia: Observación de levaduras al microscopio

Las levaduras son seres vivos, unicelulares que se reproducen asexualmente mediante un proceso conocido como gemación que consiste en la formación de brotes o yemas que luego se desprenden de la célula original para formar un nuevo organismo independiente.

Es posible observar las levaduras al microscopio y, en algunos casos, detectar los brotes que están en proceso de formación.



Levaduras en división

Materiales:

- ü levaduras (bloques o sobres que se compran en comercios)
- ü agua tibia
- ü azúcar
- ü portaobjetos y cubreobjetos
- ü microscopio

Procedimiento:

1. Preparar una mezcla con una pizca de levaduras, una cucharada de agua tibia y una pizca de azúcar.
2. Dejar reposar 5-10 minutos.
3. Colocar sobre el portaobjetos y cubrir con el cubreobjetos.
4. Observar bajo el microscopio con un objetivo de fuerte aumento.
5. Dibujar lo que se observa.

Nota: en caso de no poder observar claramente se debe probar alternativas para mejorar el preparado, por ejemplo, variando la cantidad de levadura que se coloca en la muestra.

Preguntas para el análisis de la experiencia

1. ¿Qué se observa al microscopio?
2. ¿Por qué se coloca agua y azúcar al preparado? ¿Cuál es la función de estos componentes?

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



3. Teniendo en cuenta que las levaduras son seres vivos, ¿por qué no se reproducen cuando se encuentran en la góndola del supermercado? (relacionar con la respuesta a la pregunta anterior).

ACTIVIDAD 3. Experiencia: La fermentación en las levaduras

En esta actividad los alumnos podrán comprobar la producción de un producto gaseoso como resultado de la actividad metabólica de las levaduras. Teniendo en cuenta que se trata de un proceso anaerobio, se puede concluir que el gas desprendido es dióxido de carbono.

Nota para el docente: La forma de probar la presencia de dióxido de carbono es realizar una prueba con agua de cal. El dióxido de carbono enturbia el agua de cal.

Materiales:

- ü Tubos de ensayo
- ü Agua
- ü Azúcar
- ü Levaduras
- ü Baño de Hielo
- ü Baño de agua tibia (30°C)
- ü Globitos de goma (“bombitas”)

Procedimiento: la siguiente tabla muestra los materiales que se deben colocar en cada tubo:

TUBO	AGUA	AZÚCAR	LEVADURA	TRATAMIENTO	CONDICIONES	RESULTADOS
1	3 ml.	1 cda.	-	AGITAR BIEN	Colocar en hielo	
2	3 ml.	1 cda.	-	CADA TUBO Y	Colocar en agua tibia	
3		1 cda.	½ cdita.	TAPARLO CON	Colocar en hielo	
4		1 cda.	½ cdita.	UN GLOBO.	Colocar en agua tibia	
5	3 ml.	-	½ cdita.	AJUSTAR EL	Colocar en hielo	
6	3 ml.	-	½ cdita.	GLOBO CON UN	Colocar en agua tibia	
7	3 ml.	1 cda.	½ cdita.	HILO	Colocar en hielo	
8	3 ml.	1 cda.	½ cdita.		Colocar en agua tibia	
9	3 ml. hirviendo	1 cda.	½ cdita.		Colocar en agua caliente	

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



Preguntas para el análisis de la experiencia:

1. ¿Cuál es el proceso que estudia este experimento? Explicar en qué consiste.
2. ¿Qué variables se probaron?
3. ¿Cómo es posible explicar las diferencias obtenidas en los diferentes tubos?

Nota para el docente: al realizar esta experiencia hay que considerar algunos aspectos:

- a. La idea de esta experiencia es que los alumnos puedan comprobar la producción de gas en algunos tubos. Esto se observa por la presencia de burbujas en el tubo y ya que el globito se infla levemente. Se recomienda utilizar globitos de goma blanda, o estirarlos antes de la experiencia para que la producción de gas pueda inflar el globo y ser detectado.
- b. El trabajo con organismos vivos puede introducir variaciones que no siempre es fácil de controlar, por lo cual se recomienda probar y ajustar previamente las condiciones de la experiencia. También es importante detectar la presencia del gas y diferenciarlo del vapor de agua que puede aparecer en el tubo que se coloca en agua hirviendo.
- c. Se sugiere plantear con los alumnos la duda acerca de cuál es el gas producido y la necesidad de realizar una prueba para comprobarlo. En este caso se sugiere la prueba de introducir dióxido de carbono en el agua de cal. Es posible probar previamente soplando dentro del agua de cal y luego (aunque es menos claro el resultado) pasando el contenido de los globos inflados al tubo con agua de cal.

ACTIVIDAD 4. Un Menú de deleites microbianos

Nota para el docente: esta actividad se adapta preferentemente a alumnos de EGB 2 debido a que repasa de forma creativa y más lúdica los conceptos trabajados en el Cuaderno.

Se sugiere realizar un concurso de "Menús *Microbióticos*". Se podría plantear de la siguiente forma:

1. Dividir la clase en grupos
2. Cada grupo diseña un Menú de Manjares Microbianos completo, es decir con entrada, plato principal, postre y bebida que incluya en cada plato algún producto elaborado con la intervención de microorganismos.
3. El menú debe tener un diseño atractivo e incluir una breve explicación de cómo está elaborado cada plato, y qué microorganismo participó. Se podría pensar también un nombre para cada plato y para el restaurante.
4. El menú debe presentarse a la clase. Se podría proponer que el resto de alumnos identifiquen qué alimentos del menú de sus compañeros contienen

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



alimentos producidos con intervención de microorganismos (antes de que el grupo lo explique).

5. Ejemplo de menú:

- I. Entrada: copa de vino con ensalada de queso y verdura (con vinagre) y rodajas de pan.
- II. Plato principal: Sauerkraut o spaguettis con salchicas, o pizza acompañada de una refrescante cerveza.
- III. Postre: masas, cerezas bañadas en chocolate, peras a la borgoña.
- IV. Trago: copa de ron o brandy.

ACTIVIDAD 5. Productos “naturales” o “elaborados”

En base a la explicación muy general de que algunos alimentos se comen directamente como los ofrece la naturaleza y/o se cocinan, mientras que otros pasan un largo camino de elaboración hasta llegar al consumidor, se sugiere una actividad que permita clasificar los alimentos según el proceso de elaboración que atraviesan. Por ejemplo, según esta definición, las frutas, verduras, jugos de frutas, cortes de carne y pescados podrían considerarse “naturales”, mientras que salchichas, cerveza, quesos y otros lácteos requieren de un proceso de elaboración, que va más allá del simple prensado, faenado o cocción, por lo cual serían elaborados.

El desarrollo de la actividad sería:

- Diseñar tarjetas con dibujos de alimentos que sean “naturales” y “elaborados”.
- Dividir a los alumnos en grupos y entregar un juego de tarjetas a cada grupo, o alternativamente entregar fotocopias con los dibujos. También se les puede pedir a los alumnos que traigan fotos de alimentos de los diarios o revistas y trabajar con esas fotos.
- Los alumnos deben clasificar los alimentos en “naturales” y “elaborados”.
- Cada grupo debe justificar ante sus compañeros la clasificación de alimentos que realizaron.

Nota para el docente: según el nivel escolar en que se realice esta actividad el análisis puede ser más profundo y plantear puntos de conflicto.

Por ejemplo, con alumnos de EGB 3 o Polimodal es posible leer una etiqueta de un alimento, como una mermelada, que promociona que el alimento es 100% natural, y discutir acerca del procesamiento que atraviesa este producto, y los aditivos que se agregan para conservar sus propiedades. ¿Sería éste un alimento “natural”?

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



Asimismo, ¿los frutos que se recolectan inmaduros y se les agrega etileno para lograr su maduración, se considerarían “naturales”?

Del mismo modo se podría discutir acerca de las propiedades de otros alimentos e intentar definir qué alimentos en la actualidad podrían considerarse “naturales”.

ACTIVIDAD 6. Adivina adivinador

A continuación se presenta una breve explicación del contenido o proceso de obtención de un alimento. Los alumnos deben identificar de qué alimento se trata.

- 1) Bebida hecha a base de cereales tritutados y malteados para obtener un mosto, con el agregado de lúpulo, levaduras que realizan fermentación alcohólica y retención de dióxido de carbono que genera espuma. [Respuesta: cerveza](#)
- 2) Comida hecha con *S. cerevisiae* agregada a harina y agua; las levaduras se alimentan de los carbohidratos en la mezcla y producen dióxido de carbono y alcohol que se evapora durante el horneado. [Respuesta: pan y similares.](#)
- 3) Carne triturada, curada y sazonada que se incuba con microorganismos para producir ácidos que le otorgan sabores y aromas particulares. [Respuesta: salchicas, salames, chorizos.](#)
- 4) Líquido producido a partir de vino, con el agregado de virutas de madera y hierbas cubiertas por la bacteria *Acetobacter aceti*, que convierten el vino en un líquido agrio. [Respuesta: vinagre.](#)
- 5) Alimento cuya leyenda de origen narra que “.....un nómada árabe transportaba leche utilizando como recipiente estómago de un rumiante; como el estómago tiene las enzimas necesarias para cuajar la leche, y el desierto estaba caluroso, al parar a descansar en un oasis...”, obtuvo este rico alimento. [Respuesta: queso.](#)

Material de consulta

1. Nuevo Manual de la UNESCO para la enseñanza de las Ciencias. Editorial Sudamericana. UNESCO 1973. (cuarta edición 1997).
2. *Biología de los Microorganismos*, 8va edición (2000) Madigan M, Martinko J y Parker J. – Prentice Hall, España (Ref. de Figura 1: Bacteria).
3. *Biotecnología de los alimentos. Introducción*. ILSI – International Life Sciences Institute. Serie de monografías concisas de ILSI Europa. <http://www.ilsi.org/> y en Argentina <http://argentina.ilsi.org/>
4. *Alimentos y tecnología de modificación genética. Salud y seguridad en el consumidor*. ILSI – International Life Sciences Institute. Serie de monografías concisas de ILSI Europa. <http://www.ilsi.org/> y en Argentina <http://argentina.ilsi.org/>
5. <http://tq.educ.ar/tq02035/menu.html> Página educativa en donde se describen los microorganismos utilizados en la industria alimenticia

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



El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición N° 53 de 2004

6. <http://tq.educ.ar/tq02035/menu.html> Página educativa en donde se describen los microorganismos utilizados en la industria alimenticia.
7. *El cocinero científico. Cuando la ciencia se mete en la cocina.* Golombek, Diego, Schwarzbaum, Pablo. Editorial SIGLO VEINTIUNO.

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