

Programa EXPLORA - CONICYT y
Fundación para la Innovación Agraria, FIA

Marzo 2004



biotecnología

Ciencia y Tecnología al servicio de la Humanidad



Programa EXPLORA
Comisión Nacional de Investigación
Científica y Tecnológica



GOBIERNO DE CHILE
CONICYT



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACIÓN PARA LA
INNOVACIÓN AGRARIA

Todos hablamos de la biotecnología. A diario los medios de comunicación provocan nuestra curiosidad con noticias de bioética, alimentos mejorados genéticamente, terapia génica, bioseguridad, ingeniería genética y otras palabras que desconocemos. Oímos argumentos a favor y en contra de la Biotecnología, que el país la necesita para alcanzar el desarrollo, que puede ser dañina para el planeta, que mejorará la calidad de nuestra vida.

Pero...

El Programa EXPLORA - CONICYT y la Fundación para la Innovación Agraria, FIA, se han propuesto presentar amigablemente a la comunidad este concepto, facilitando su comprensión y dando a conocer a través de algunos ejemplos qué y cómo se hace hoy este trabajo, el que involucra gran cantidad de saberes intelectuales y conocimientos que la experiencia

de los siglos ha entregado al ser humano.

Porque la historia de la biotecnología es también la historia del hombre, nos interesa contar qué sucede hoy, cuando los avances del conocimiento científico han corrido las fronteras hacia límites que eran insospechados para nuestros abuelos.

Con esta publicación esperamos que muchos niños, niñas, jóvenes, profesores y público general, puedan incorporar este conocimiento y participar informadamente en las conversaciones sobre Biotecnología que sin lugar a dudas se generarán en diferentes instancias públicas y privadas en un año marcado por grandes eventos que tendrán lugar en nuestro país.

Biología + Tecnología = Biotecnología

Porque los microorganismos trabajan febrilmente transformando cebada en cerveza, uva en vino, harina y agua en pan, leche en yogur y queso... la humanidad ha estado en contacto con la Biotecnología desde hace unos 6.000 años a través de las levaduras. ¿Quiénes son y qué hacen?, son los hongos responsables de un proceso bioquímico llamado fermentación.



En condiciones anaeróbicas, es decir, sin oxígeno, las levaduras transforman el azúcar presente en algunos alimentos en etanol (alcohol) y dióxido de carbono (CO2), éste hace espumosa a la cerveza y provoca que la masa del pan esponje durante la cocción. Otros hongos y bacterias convierten el alcohol en ácido acético para fabricar vinagre, o son añadidas a la leche para producir ácido láctico y obtener yogur, también son utilizados microorganismos para elaborar diferentes clases de quesos.



Esos conocimientos acerca de la fabricación de alimentos y también sobre el mejoramiento de los cultivos mediante la selección de semillas de plantas o la cruce de animales para lograr mejores individuos es lo que hoy se llama Biotecnología Tradicional, aprendizaje desarrollado por la Humanidad a través de la historia y la experimentación.

¿sabemos

qué es la biotecnología?

Con la invención de microscopios cada vez más potentes y que permitieron observar bacterias, microorganismos, células, virus, y sus estructuras internas, comenzó un camino que ha ido penetrando en los secretos más profundos de la vida. Louis Pasteur sentó las bases de la Microbiología al desarrollar la pasteurización, Gregor Mendel es considerado el padre de la Genética gracias al desarrollo de los principios de la herencia. Finalmente James Watson y Francis Crick abrieron la puerta al estudio de la molécula de la vida al descubrir la estructura de doble hélice del ADN.

El Convenio sobre la Diversidad Biológica de las Naciones Unidas definió en 1992 a la Biotecnología Moderna como "Toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos, para usos específicos".

Se autoriza la reproducción total o parcial de este material, sin fines de lucro, citando la fuente, al Programa EXPLORA - CONICYT y a la Fundación para la Innovación Agraria, FIA

La Biotecnología tiene múltiples aplicaciones: Agricultura, Medicina, Alimentos, Minería, Silvicultura, Ganadería, Medio Ambiente y todos los sectores productivos que extraen y procesan recursos naturales. En los últimos años ha ayudado a mejorar la calidad de vida de la población de manera directa, a través de fármacos y herramientas de diagnóstico por ejemplo, e indirectamente, incrementando la producción y calidad de materias primas, como minerales, frutas o madera.

La ingeniería genética, la clonación, la transgenia son herramientas que generan ciertas inquietudes en la población, básicamente por desconocimiento. Para mitigar esta situación los gobiernos alrededor del mundo están regulando los alcances de la Biotecnología con políticas, normas y procedimientos que garanticen la protección de la salud y seguridad de la población, el máximo respeto por el ser humano y el cuidado del medio ambiente, así como el derecho a la información de consumidores y ciudadanos. Esto es lo que se llama **Bioseguridad**.

Este 2004 la Biotecnología tendrá un gran protagonismo en Chile, el Foro Mundial de Biotecnología en marzo en Concepción, el Simposio Internacional de Biotecnología en octubre en Santiago y durante todo el año esta disciplina estará presente en las actividades Explora porque será el tema central de la X Semana Nacional de la Ciencia y la Tecnología entre el 4 y el 10 de octubre.



FIA y EXPLORA invitan a descubrir la BIOTECNOLOGÍA recorriendo las páginas de esta publicación y a realizar las experiencias propuestas, el requisito indispensable para tener éxito es contar con niñas, niños y jóvenes curiosos y dispuestos a experimentar. Para quienes deseen profundizar en los temas, en el Sitio Web www.explora.cl, estarán disponibles las actividades en sus versiones completas.

Fundación para la Innovación Agraria FIA y EXPLORA - CONICYT, agradecen a las mujeres y hombres de ciencia que colaboraron en esta publicación de divulgación sobre la Biotecnología

sala cuna VEGETAL

Reproducción por Micropropagación

La Biotecnología en el sector forestal y agrícola se ha desarrollado en forma amplia en los últimos años. Una de las primeras herramientas utilizadas corresponde a la propagación masiva de material vegetal, con el fin de obtener clones. Esto significa que, con las técnicas adecuadas, es posible generar pequeñas plantas a partir de las hojas de un árbol o de partes de una planta, las cuales darán origen a una planta genéticamente idéntica a la original, permitiendo la reproducción de los mejores ejemplares.



4

¿Qué vamos a hacer?

En este experimento vamos a demostrar que a partir de hojas es posible obtener pequeñas plantitas.

¿QUÉ NECESITAMOS?

- Hojas de clavel (con su tallo)
- Gelatina sin sabor
- Agua destilada
- Etanol (diluir alcohol a 70%, 70 ml de alcohol y 30 ml de agua destilada)
- Nutriente líquido para plantas
- Jabón desinfectante (que tenga actividad bactericida por ejemplo el rotulado "Higienic")
- Cloro al 15%, (cuidado en la manipulación).
- Fungicida común (benomilo 2 gr en 1 litro de agua)
- Jarros de vidrio, esterilizados en olla a presión (mínimo 6 frascos como los de alimento para bebés, según el número de experimentos a realizar y la cantidad de grupos)
- Pinzas
- Agua
- Scotch, etiquetas, toalla de papel absorbente
- Papel aluminio
- Guantes quirúrgicos

¿Cómo lo hacemos?

1. Preparen la gelatina sin sabor con la mitad de agua indicada en el envase. Dejen hervir dos minutos para esterilizarla. Dejen enfriar y agreguen gelatina hasta cubrir una superficie de 2 cm de altura en cada frasco de vidrio previamente esterilizado, añadan 3 gotas de nutriente líquido para plantas y coloquen rápidamente la tapa para evitar contaminación. Dejen cuajar la gelatina. Se recomienda preparar los frascos 2 a 3 días antes de iniciar las experiencias y eliminar cualquier frasco que esté contaminado. Estas precauciones son importantes para evitar que en la gelatina crezcan bacterias u hongos que se encuentran en el ambiente, las que pueden contaminar las hojas y no generar las plantas.

2. Para la preparación de los tallos se debe trabajar bajo condiciones estériles, lavar bien las manos, y limpiar el lugar de trabajo con etanol al 70%. Los tallos se desinfectan bien sumiéndolos durante un par de horas en el fungicida común preparado (ojalá este proceso sea realizado por el profesor antes de empezar la experiencia), posteriormente se lavan bien con agua corriente. Luego se sumergen los tallos en etanol al 10% (10 ml alcohol + 90 ml agua) durante cinco minutos agitando constantemente. Se enjuaga con agua destilada 3 veces por 3 minutos cada lavado. Inmediatamente se sumergen los

tallos en cloro comercial al 15% (preparar) y se agita cuidadosamente por 10 minutos. Se enjuaga con agua destilada estéril durante cinco minutos tres veces.

3. Al colocar los tallos en los frascos es necesario trabajar con una pinza que ha sido pasada por etanol al 70%. Tomen un trozo de tallo del recipiente y dejen que escurra el exceso de líquido. Rápidamente insértenlo suavemente hasta la mitad de la gelatina, ocupando el menor tiempo posible. Repitan esta operación 6 veces (6 tallos por cada frasco). Asegúrense de cerrar bien el frasco, pero con la precaución que ingrese aire a éste, es decir, dejar el frasco cerrado, pero no herméticamente, un poco suelta la tapa.

4. Tomen un frasco con fragmentos de tallos y déjenlo a temperatura ambiente durante un par de semanas. Anoten las observaciones y dibujen lo observado.

5. Tomen otros dos frascos, envuelvan uno con papel aluminio y el otro déjenlo descubierto. Coloquen ambos recipientes en un lugar donde reciban luz solar.

6. Tomen 1 frasco y en cuanto estén insertados los trozos de tallos en la gelatina, colóquenlo invertido. Observen el crecimiento y

desarrollo de las plantas.

7. Envuelvan los frascos restantes en papel de aluminio y colóquenlos a diferentes temperaturas: refrigerado, ambiente, en agua, etc.

8. Envuelvan en papel aluminio un frasco con plantas ya desarrolladas (cerca de 2 cm). Hagan un orificio de 3 cm de diámetro en el papel y márquenlo con un lápiz. Ubiquen el recipiente de manera que el orificio quede enfrentando la luz. Anoten las observaciones.

El papel de aluminio se utiliza con el fin de generar un ambiente de oscuridad para observar la respuesta de las plantas. Las condiciones ambientales que normalmente se utilizan corresponden a aquellas de temperatura y luz óptima para la especie. Esto se logra al utilizar cámaras de germinación, aunque también se puede alcanzar el desarrollo de plantas a diferentes temperaturas, tratando de igualar lo más posible las condiciones óptimas en que crece y se desarrolla la planta.

La Micropropagación y la Embriogénesis Somática son técnicas que se utilizan en Chile para obtener clones de las mejores plantas para su cultivo, desarrollo y posterior explotación por la industria forestal, optimizando la productividad de las plantaciones de bosques.



5

¿ADN EN MI COMIDA?

Como el ADN se encuentra en todas las células de los seres vivos, incluyendo por supuesto los vegetales, intentaremos extraer esta importante molécula a partir de un plátano, fruta que puedes comprar en cualquier lugar de Chile. El proceso de extracción de ADN desde una célula es el primer paso para muchos procedimientos (protocolos) de los laboratorios de biotecnología.

Los científicos deben ser capaces de separar suavemente el ADN de sustancias no deseadas que se encuentran en las células, evitando que el ADN se desnature (que se rompa).

¿Qué es el ADN? ¿Dónde puedes encontrarlo?

El ADN es la huella digital de la vida ya que determina las características de todos los organismos vivos. El ADN se compone de un abecedario de cuatro letras, nucleótidos, que se llaman A, T, C y G. El orden del abecedario determina las características de los organismos vivos, como el orden de las letras en nuestro abecedario determina las palabras. Cada célula en el cuerpo humano contiene más de 3 billones de letras y la única diferencia entre los organismos vivos es la cantidad y el orden del abecedario de ADN.

¿Qué sucede?

- El detergente rompe la membrana celular disolviendo los lípidos (moléculas grasas) y las proteínas de la célula y rompe las uniones que mantienen la estructura de la membrana celular. El detergente forma luego complejos con estos lípidos y proteínas, permitiendo su eliminación de la solución por filtración en un filtro de café.
- El ADN celular queda en el líquido que no se retiene en el filtro (el filtrado).
- La sal permite precipitar el ADN presente en el filtrado usando una solución alcohólica fría (iones Mg y Cl).

¿Qué necesitamos?

- Juguera
- 2 tazas o vasos plásticos de 200 ml
- Cucharita plástica 5 ml
- Cuchara soperá plástica (10 ml)
- Filtro cónico de café N° 2 o varias capas de gasa para hacer un filtro
- Tubo de ensayo
- Plátano u otra fruta o verdura (kiwi, coliflor, cebolla)
- Champú o Lavalozas
- Sal de mesa
- Agua destilada
- Alcohol 95° frío (guardado en el freezer)
- Pipeta Pasteur plástica
- Varilla de vidrio pequeña
- Mechero
- Un grupo de jóvenes curiosos

¿Qué vamos a hacer? EXTRACCIÓN DE ADN

Vamos a preparar una solución de fruta tratada con sal, agua destilada y champú (o lavalozas). Trataremos con plátano. Si tú quieres puedes usar otras frutas o verduras y así comparar el resultado final.

- 1: En una juguera, mezcla un plátano pelado con una taza de agua destilada. Muele sólo por 15-20 segundos, hasta que se produzca una mezcla homogénea. No muelas más ya que puedes romper el ADN. Si no tienes juguera muele bien el plátano con un tenedor junto con el agua.
- 2: En una taza prepara una solución con una cucharadita de champú y dos pizcas de sal de mesa. Puedes usar champú o lavalozas de diferentes marcas para comparar la eficiencia de la extracción al final

del experimento. Agrega 20 ml (4 cucharaditas) de agua destilada o llena la taza hasta 1/3. Disuelve la sal y el champú mezclando lentamente con la cuchara sin producir espuma.

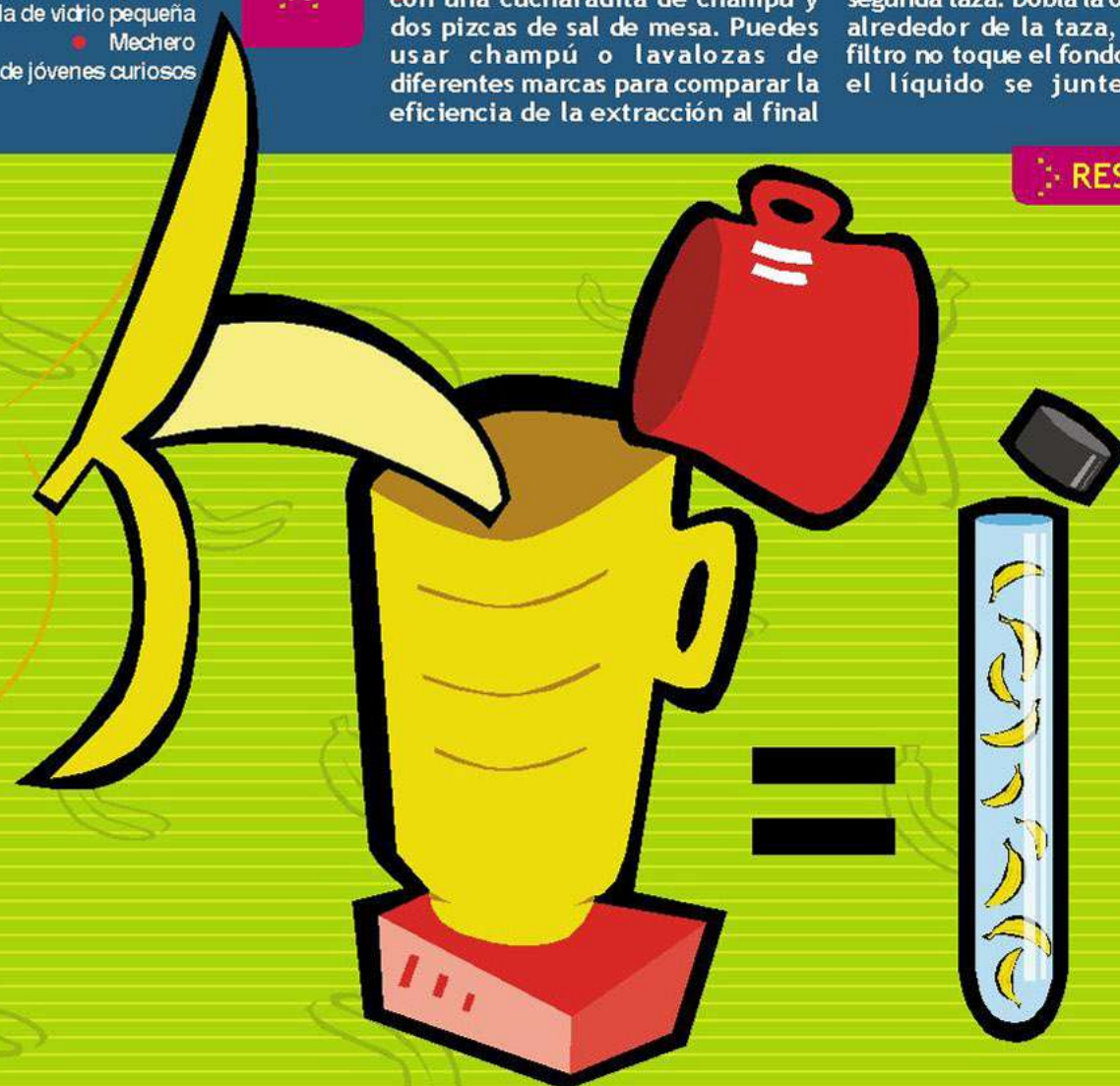
- 3: Agrega a la solución preparada en el paso 2, tres cucharas soperas bien llenas de la mezcla de plátano (u otra fruta) del paso 1. Mezcla la solución con la cuchara por 5 a 10 minutos sin generar espuma.
- 4: Mientras tú mezclas la solución de plátano, un compañero(a) colocará el filtro de café en una segunda taza. Dobra la orilla del filtro alrededor de la taza, para que el filtro no toque el fondo de la taza y el líquido se junte al fondo.

5: Filtra la mezcla vertiéndola en el filtro y deja pasar la solución durante varios minutos hasta tener aproximadamente 5 ml de filtrado para la prueba (que cubra el fondo de la taza).

- 6: Llena un tubo de ensayo con el alcohol frío que tenías guardado en el freezer. Si no tienes freezer, mantén el alcohol en hielo. Para mejores resultados el alcohol debe estar lo más frío posible.
- 7: Llena la pipeta plástica con la solución filtrada de plátano.
- 8: Agrega la solución al alcohol. Déjala reposar por 2-3 minutos sin perturbarla. Es importante no agitar el tubo de ensayo.

RESULTADOS Y PREGUNTAS

- Se puede observar el precipitado blanco del ADN en la capa de alcohol. El ADN tiene apariencia de una sustancia mucosa blanca y filamentososa.
- Calienta en el mechero la punta de la varilla de vidrio y forma un pequeño gancho, en el que enrollarás el ADN, después estíralo suavemente y ¡sorpréndete con el tamaño de la molécula!
- Compara las preparaciones obtenidas a partir de diferentes frutas o verduras. ¿Tienen todas la misma cantidad de ADN?
- Compara las preparaciones hechas con los diferentes detergentes. ¿Todas tienen la misma cantidad de ADN?
- ¿Que habría pasado si antes de agregar la solución de ADN al alcohol la hubieras agitado fuertemente? ¿Por qué?



¿Quieres saber más?

Cada célula contiene casi 3 metros de ADN. En un almuerzo promedio, te comes aproximadamente 55.000.000 de células o cerca de 150.000 Km de ADN, ajeno a tu propio ADN.



LACTOBACILOS

¿Qué son y para qué sirven?

Son bacterias "amistosas", con forma de bacilos (bastones), y sin movimiento propio, capaces de generar un equilibrio de la microflora bacteriana desde donde se aíslan, protegiéndonos contra potenciales invasores dañinos que se inhalan o ingieren, favoreciendo así la salud del hombre o animal que los posea.

Probiótico es una palabra de origen griego que significa "a favor de la vida". Bajo este concepto se denomina a los preparados que contienen bacterias benéficas y que al incorporarlas en los procesos de elaboración de productos lácteos, embutidos y nutracéuticos, mejoran su calidad y desplazan a bacterias patógenas, que pudieran

originar enfermedades en los consumidores. Administrados a humanos y animales, los probióticos favorecen el equilibrio microbiano en la piel, tracto respiratorio, digestivo y genitourinario. En Chile, el estudio y desarrollo de probióticos es aún incipiente.



Manos (Muy Limpias) a la Ciencia

¿QUÉ NECESITAMOS?

- Tubos de ensayo de 10 ml con tapa rosca
- Olla a presión
- Mechero
- Pipetas
- Suero de leche (se puede obtener en queserías o lecherías) o leche descremada en polvo
- Embudo
- Toalla de papel absorbente o filtro de café
- Guantes y Mascarillas
- Tórulas estériles o tips para limpieza de oídos, esterilizados
- Microscopio 40x o 100x (objetivo de inmersión)
- Extracto de levadura (se compra en laboratorios)

Los materiales más especializados se compran en laboratorios de equipos e insumos médicos.

Agua Estéril: Llenen botellas de vidrio con agua de la llave. Deposítenlas en olla a presión. Hervir por 15 minutos. Listo. Este procedimiento sirve para esterilizar todos los materiales como tips, envases y otros.

Obtención de cepas de lactobacilos Alimentos:

Yogur natural o de pajarito, salame, queso

Mucosa bucal:

Hisopado (frotado) vigoroso con una tórula o tip, previo al lavado de los dientes, de las paredes de la boca, encías, lengua y la cara interna de los dientes para obtener muestras aptas para el estudio

¿CÓMO PREPARAMOS EL MEDIO DE CULTIVO?

El suero de leche o queso tiene algunos componentes básicos para el crecimiento de lactobacilos u hongos benéficos. Si viene líquido, primero deben filtrar para eliminar impurezas, pasando el suero a través de un embudo con papel absorbente (toalla de papel o filtro de café). Si viene en polvo o se empleará leche descremada, diluyan 4 gramos en 100 ml de agua destilada o estéril. Por cada 100 ml de alguna de estas preparaciones agreguen 1 gramo de extracto de levadura.

Envasen 5 ml de este preparado en los tubos de tapa rosca, sin que quede la tapa muy apretada. Depositen los tubos en un vaso precipitado o en un tarro, sin que se vuelquen y pónganlos a hervir por 10 minutos en olla a presión con agua que cubra hasta la mitad del vaso o tarro.

Los medios de cultivo están listos para recibir las muestras. Guárdenlos en refrigerador a 4° C. Sólo se sacan 20 minutos antes de realizar la siembra de las muestras.

¿CÓMO DEPOSITAMOS LAS MUESTRAS EN ESTOS MEDIOS DE CULTIVO?

• Limpie el mesón de trabajo con un algodón con alcohol. Enciendan el mechero y lávense muy bien las manos. Se sugiere no hablar mientras se realiza el depósito de las muestras o emplear mascarillas desechables.

• Marquen los tubos con un lápiz permanente u otro sistema. Lo importante es identificar claramente el origen de la muestra.

• Cada vez que se deposite una muestra en los tubos, no dejen la tapa en la mesa, sino sosténganla con los dedos desde su parte externa. Realicen este procedimiento cerca del mechero para no contaminar.

Obtención de muestras

¡OJO CON LA CONTAMINACIÓN!

A) Depositen la tórula que contiene la muestra de lengua, dientes y encías dentro de los tubos con medios, frotándola en las paredes para desprender bien la muestra. Esta tórula luego se elimina.

B) Depositen un trocito de salame o queso fresco del tamaño de una lenteja, directamente en el tubo con medio de cultivo utilizando una pinza desinfectada con alcohol. Del yogur saquen una muestra con una tórula y deposítela en un tubo con medio de la misma forma en que se hizo en A.

Pongan todas las muestras identificadas en una gradilla o en un tarro y déjenlas 24 a 48 horas en estufas de cultivo a 37° C. Una alternativa es armar una estufa artesanal con una nevera de plumavit, en la que se colocan guateros con agua caliente. Con un termómetro se controla la temperatura, que siempre debe estar entre 25 y 37° C. Ni más ni menos, porque las bacterias se mueren.

Descubramos los Lactobacilos

En una superficie de trabajo limpia y con el mechero encendido, agiten suavemente los tubos y ábralos. Con una tórula estéril, extraigan una gota del medio con crecimiento, y deposítela sobre un portaobjeto limpio. Cubran la muestra (fresca, sin secar) con un cubreobjeto y obsérvenla

al microscopio. Recuerden rotular los portaobjetos con el nombre de la muestra.

Pueden observar el crecimiento bacteriano a través del microscopio, durante un tiempo máximo de 48 horas.



¿QUÉ OBSERVAREMOS?

Si existen morfologías compatibles con lactobacilos, observaremos bacterias sin movimiento, alargadas como bastones, filamentosas, o más cortas, aisladas o en cadenas. Es muy probable además que se observen otros microorganismos como "cocos", "levaduras", etc. Esto debido a que los productos alimenticios utilizados como inóculos raramente poseen sólo lactobacilos y nuestro medio de cultivo probablemente sea apto

para el crecimiento de otras bacterias. Por otro lado, el inóculo obtenido desde la boca contendrá, además de lactobacilos, muchas otras bacterias que forman parte de nuestra flora bucal normal.

He aquí entonces a las bacterias benéficas, que están protegiendo al humano o animal del que se aislaron... o están mejorando la calidad del alimento que luego consumiremos. En los laboratorios de biotecnología, estas bacterias

son sometidas a procesos de identificación y análisis de sus propiedades probióticas.

Se espera que con el desarrollo de los probióticos, tanto los seres humanos como los animales nos beneficiemos en aspectos como la prevención de enfermedades y protección de la salud, disminución de los costos de producción de agentes para la investigación y un mejoramiento de la calidad de productos agropecuarios.

¿HAS OIDO HABLAR DE BIOLIXIVIACIÓN?

Bacterias Mineras: comen piedras y liberan metales

Chile es y ha sido un gran productor y exportador de cobre, tanto así que a este mineral se le llamaba el "sueldo de Chile". Antiguamente, luego de procesar el cobre de mejor ley, el material sobrante se acumulaba por no conocerse técnicas rentables de recuperación de las riquezas allí encerradas.

A comienzos de la década de 1970 se comenzó a experimentar en Chuquibambilla con unas bacterias capaces de obtener cobre de pilas de ripio que contenían mineral de muy baja ley y que no era posible extraerlo

con los métodos tradicionales. Se estudió el fenómeno en terreno, se aislaron y cultivaron estos microorganismos para luego sembrarlos en las pilas de ripio, mejorando el proceso que se daba en forma natural.

Actualmente un 5% del cobre que se produce en Chile se logra a través de la Biolixiviación, y el gran desafío es incrementar significativamente la producción mediante este proceso de bajo costo. Esto se podrá conseguir conociendo mejor estas bacterias y haciendo su función más eficiente en el proceso biotecnológico.

¿Quiénes son?

Una de estas bacterias es la *Acidithiobacillus ferrooxidans*, su nombre dice varias cosas: *Acidithiobacillus*, es acidófilo, porque crece en pH ácido, es *thio*, porque es capaz de oxidar compuestos de azufre, es un *bacillus*, porque tiene forma de bastón, y *ferrooxidans*, porque además puede oxidar el Hierro.

¿Qué hacen?

Las bacterias lixivian, es decir, disuelven las rocas o minerales, los solubiliza, por eso el proceso se llama Biolixiviación, o Lixiviación Biológica. El Sulfuro de Cobre (CuS) es uno de estos minerales que pueden ser convertidos en una forma soluble del metal, en este ejemplo, cobre.

¿Cómo lo hacen?

Mediante una reacción de oxidación extrae los electrones, y disuelve el Sulfuro de Cobre (CuS) que es sólido y pasa a una solución de Sulfato de Cobre (CuSO4), a partir del cual se puede recuperar el cobre como metal.

¿Cómo se recupera el metal?

Se utilizan electrodos de acero, (planchas), y mediante un proceso electroquímico, sobre estos se deposita el cobre precipitado. El resultado: cátodos de cobre de alta pureza, listos para ser exportados.



Biominería: La Biología ayuda a la Minería

La aplicación de agentes biológicos en procesos mineros es la Biominería. En la **biolixiviación** se utilizan microorganismos que obtienen su energía de la oxidación de compuestos inorgánicos: son las bacterias **quimiolitotróficas**, literalmente, bacterias que comen piedras. Son organismos extremófilos, es decir, que viven en condiciones extremas, en este caso, las normales de los minerales: pH ácido y altas concentraciones de metales.

Los seres humanos oxidamos la glucosa para conseguir energía y a partir de ésta fabricamos todos los componentes celulares; las bacterias quimiolitotróficas utilizan la oxidación de compuestos inorgánicos para generar todos los componentes de la célula. Esta capacidad metabólica es la que se aprovecha para solubilizar cobre.

La Cromatografía

Descubriendo información a través del color

Los científicos utilizan múltiples herramientas y procedimientos para llevar a cabo sus investigaciones. La cromatografía es una de ellas y tiene muchas aplicaciones en química y en biotecnología.

Un poco de historia

Mikhail Tsvet, botánico ruso, fue quien en 1910 formalizó el uso y llamó **cromatografía** a esta técnica, aplicándola a la separación de pigmentos de las plantas. Por otra parte, y en una época plena de avances científicos y tecnológicos, el primer paciente que recibió penicilina falleció (1941), debido a que este material traía una alta cantidad de impurezas. Sin embargo, Ernst Chain, químico alemán que manejaba la cromatografía, hizo posible su purificación, lo que transformó esta sustancia en un producto exitoso. En 1945, Chain compartió el Premio Nobel de Medicina junto con A. Fleming y H. Florey.

Hoy en día **todas** las proteínas terapéuticas producidas gracias a la tecnología del **ADN recombinante** (Insulina Humana, Hormona de Crecimiento, factores de coagulación, tPA para los infartos, entre otras) que son inyectados en las vías sanguíneas, **deben** ser purificados por **cromatografía**, y más aún, para poder llegar a la pureza necesaria (hasta 99,99% pureza), es necesario realizar más de una etapa (2, 3, 4) de esta técnica.

Manos a la ciencia

¿Qué necesitamos?

- Agua destilada
- Placas Petri 100 x 10 mm
- Papel filtro de poro mediano, cortado en forma rectangular de 10 x 15 cm
- Lápices con tinta al agua, de diferentes colores (principalmente negro)

¿QUÉ HAREMOS?

1 Pintar una línea (gruesa) a lo largo del papel filtro, dejando un margen inferior de unos dos centímetros. La línea puede ser sólo de color negro, o bien una mezcla de colores.

2 y 3 Colocar agua en una placa Petri, y sobre ella poner el papel filtro doblado en V para que se mantenga en pie sobre la placa Petri, cuidando que el agua no toque la línea.

4 Dejar por 1/2 a 1 hora y esperar que los colores se separen.

¿QUÉ SUCEDIÓ?

Al observar el papel donde hemos hecho la cromatografía, vemos cuatro bandas o zonas que corresponden a los distintos pigmentos contenidos en los plúmones. Podemos observar que un color está compuesto por dos o más pigmentos. La separación de moléculas se produce por diferencias geométricas, de tamaño y de carga eléctrica.

NOTA. Esta experiencia se puede realizar con espinacas, café, tinta china y cualquier vegetal.

Y ¿QUÉ ES LA CROMATOGRFÍA?

La **cromatografía** es una técnica que analiza y mide la composición de un material. Se basa en la interacción selectiva de una mezcla de proteínas u otras sustancias (en este caso pigmentos) con un material adsorbente (en este caso el papel filtro). Esta interacción puede tomar muchas formas como estar basada en carga positiva o negativa, en hidrofobicidad, afinidad o tamaño.



Glosario Biotecnológico

ADN recombinante: Molécula de ADN formada por combinación de fragmentos de ADN de orígenes diferentes. La proteína que codifica éste es una proteína recombinante.

Biotecnología Moderna: Toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos en usos específicos. (Convenio sobre Diversidad Biológica de las Naciones Unidas, 1992).

Biotecnología Tradicional: Uso de organismos vivos o de compuestos obtenidos de organismos vivos para obtener productos de valor para el ser humano. Son las tecnologías y procedimientos fruto del conocimiento y experimentación realizada de forma colectiva y acumulativa de generación en generación por agricultores y productores que involucran el uso y procesamiento de plantas, animales y microorganismos, partes de ellos o sus derivados, para la obtención de diferentes productos utilizados en la alimentación, medicina y otros usos culturales.

Clonación: Proceso de producción asexual de un grupo de células (clones), genéticamente idénticas, a partir de un mismo ancestro.

Embriogénesis Somática: (en plantas) Formación *in vitro* de plantas a partir de tejido vegetal.

Fermentación: Conversión biológica anaeróbica (sin oxígeno) de las moléculas orgánicas, generalmente hidratos de carbono, en alcohol, ácido láctico y gases, mediante la acción de ciertas enzimas producidas por levaduras, hongos o bacterias.

Ingeniería Genética: Conjunto de técnicas utilizadas para modificar el material genético de un organismo vivo, a través de la introducción de uno o más genes provenientes de otra especie o de origen artificial o mediante la manipulación o recombinación genética de sus propios genes.

Levaduras: Hongos unicelulares, muchos de ellos responsables del proceso de fermentación.

Micropopagación: Propagación vegetativa de plantas por tecnología *in vitro* produciendo plántulas, microplantas, o embriones somáticos. Este término se utiliza frecuentemente como sinónimo de Cultivo de Tejidos Vegetales.

Marcador Genético Molecular: Secuencia de ADN que es utilizada para identificar una localización particular en un cromosoma de un gen o característica genotípica o detectar la presencia de un agente infeccioso (bacteria, hongo o virus).

Organismos Genéticamente Modificados, OGM: Cualquier organismo cuyo material genético ha sido modificado de una manera que no se produce de forma natural en el apareamiento (multiplicación) o en la recombinación natural, también se pueden producir manipulando las cruas.

Organismos Transgénicos: Animal o planta en el que se ha introducido un gen perteneciente a otra especie. La alteración del contenido genético tiene como objetivo que la especie modificada adquiera propiedades que por ella misma no posee.

Silvicultura Clonal: Cultivo de árboles a través de la clonación de plantas.

Edición General y Producción: EXPLORA - CONICYT, con el apoyo técnico de Fundación para la Innovación Agraria, FIA
Diseño y Diagramación: Jorge Baeza Tolchinsky / Dibujos: Natalia Arellano Blamey
Impresión: La Nación S.A. / Distribución: El Mercurio S.A.
Tiraje: 250.000 ejemplares
Esta publicación se realizó con el apoyo financiero de FIA
Fotografías: Archivo FIA, FONDEF y gentileza de los investigadores participantes