



III CERTAMEN DE PROYECTOS EDUCATIVOS EN INGENIERÍA QUÍMICA EN LA UAL. LIBRO DE ACTAS



COMITÉ ORGANIZADOR: María del Carmen Cerón García y Alfonso Robles Medina.

LUGAR DE CELEBRACIÓN: Universidad de Almería.

COMITÉ DE EXPERTOS:

AREA MEDIO AMBIENTE

José Luis Casas López

Antonio Giménez Giménez

AREA INDUSTRIA ALIMENTARIA

M^a Dolores Macías Sánchez

José María Fernández Sevilla

AREA BIOTECNOLOGÍA

Asterio Sánchez Mirón

Francisco García Camacho

M^a del Carmen Cerón García

AREA ENERGÍA

Alfonso Robles Medina

Cynthia V. González López

Editores: Cynthia V. González López y María del Carmen Cerón García

Diseño y maquetación: Cynthia V. González López y María del Carmen Cerón García

Edición: Editorial Universidad de Almería, 2014



Impresión: Murex Factoría de Color

ISBN: 978-84-16027-30-9

DEPÓSITO LEGAL: AL 296-2014

2012/2013

ÁREA DE INGENIERÍA QUÍMICA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

**III Certamen de Proyectos
Educativos en Ingeniería Química en
la UAL**

Libro de Actas

2012/2013

Escuela Politécnica Superior y Facultad de Ciencias Experimentales
Universidad de Almería

ANTECEDENTES

El III Certamen de Proyectos Educativos de Ingeniería Química en la provincia de Almería nace como una iniciativa del Área de Ingeniería Química de la Universidad de Almería, con la finalidad de promover y desarrollar el interés de los estudiantes de 4º de ESO y de 1º y 2º de Bachiller de la provincia por las materias científicas en general y por la Ingeniería Química en particular. Así, el “III Certamen de Proyectos Educativos de Ingeniería Química en la provincia de Almería” se convoca en el curso 2012/2013 con el objetivo de que grupos de alumnos de secundaria realicen, bajo la tutela de un profesor del área de ciencias o tecnología de su centro, un trabajo relacionado con alguna de las siguientes cuatro áreas temáticas:

- La Ingeniería Química y el medio ambiente: depuración de aguas residuales, desalinización de agua, gestión y tratamiento de residuos, contaminación atmosférica, etc.
- La Ingeniería Química y la industria alimentaria: turrón, helados, vino, cerveza, frutos secos, chocolate, zumos, etc.
- La Ingeniería Química y el mundo de la biotecnología: ácidos grasos Omega3, pigmentos, productos farmacéuticos, etc.
- La Ingeniería Química y la energía: petróleo y derivados, energía nuclear, energías renovables, bioetanol, biodiesel, etc.

Con el fin de estimular la participación de los estudiantes, se propone una serie de premios en metálico, patrocinados por la Escuela Politécnica Superior y Facultad de Ciencias Experimentales, y el Área de Ingeniería Química de la Universidad de Almería.

Esta Jornada, en el marco del convenio vigente entre la Universidad de Almería y la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía, tiene la consideración de actividad formativa reconocida como mérito docente para el profesorado.

TEMA

En este contexto, el Área de Ingeniería Química de la Universidad de Almería se marca entre sus objetivos el hecho de contribuir al fomento del conocimiento de la implicación de la Ingeniería Química en los diferentes campos de actividad de las sociedades modernas, así como del papel de esta disciplina de cara al desarrollo de tecnologías limpias y renovables, a la conservación del medio ambiente y su contribución fundamental frente al desarrollo sostenible del planeta. La convocatoria del III Certamen de Proyectos Educativos de Ingeniería

Química se plantea, por tanto, como una actividad que sirva de vehículo para promover el acercamiento de los estudiantes de secundaria a esta disciplina. Al mismo tiempo y, reconociendo la importancia de la presencia y el contacto de la Universidad con los centros de enseñanza secundaria y Bachillerato para apoyar, fomentar y colaborar con las tareas formativas del profesorado, el certamen puede contribuir de manera efectiva a estrechar las relaciones entre ambos.

Finalmente, la realización de actividades de este tipo permite disponer de herramientas de apoyo para el desarrollo de habilidades transversales de comunicación oral y escrita, sentido crítico y capacidad para trabajar en equipo de los estudiantes de ESO, que les servirán de herramientas para abordar con mayor confianza los estudios de Bachillerato y, posteriormente, los estudios universitarios.

PARTICIPANTES

Los participantes en este concurso fueron estudiantes o grupos de estudiantes de cualquier centro educativo de ESO (4º) y/o bachiller (1º y 2º).

REQUISITOS DE LOS TRABAJOS

El certamen se desarrolló según lo establecido en las siguientes bases:

- Cada proyecto es desarrollado por un grupo de trabajo que estará integrado por 1 profesor del área de Ciencias y/o Tecnología y un número máximo de 10 alumnos de su centro.
- Cada profesor puede participar con más de un grupo de alumnos.
- Cada grupo desarrolla un proyecto relacionado con alguna de las áreas temáticas propuestas. Los proyectos pueden ser de diferente índole, desde trabajos exclusivamente bibliográficos, hasta otros en los que se realice algún tipo de actividad experimental o salida de campo.
- Hay un Comité de Selección (formado como mínimo por cuatro integrantes del Departamento de Ingeniería Química representando a cada una de las áreas temáticas) que vela para que todos los proyectos educativos se adecúen a las líneas temáticas propuestas.
- Los grupos de trabajo están apoyados por personal docente e investigador del Departamento de Ingeniería Química.

2012/2013

Para ello, junto con la hoja de inscripción, se presentó un resumen del proyecto a desarrollar, que debía recibir el visto bueno del comité de selección.

Al concluir el proyecto, cada grupo presentó una memoria final, dentro del plazo establecido, en la que se exponen los objetivos, la metodología y los resultados obtenidos en el proyecto. Esta memoria es la que se evalúa para llevar a cabo la selección de los 5 trabajos finalistas.

Los proyectos se desarrollaron a lo largo del curso 2012/2013 y las memorias finales y pósters se presentaron antes del 1 de mayo de 2013 preferentemente en la Secretaría de Dirección de la Escuela Politécnica Superior y Facultad de Ciencias Experimentales (a la atención de Encarnación Cantón).

Una vez concluido el plazo para la presentación de las memorias, el jurado del certamen selecciona los 5 trabajos finalistas (sujeto a cambios por criterios del Comité Evaluador), atendiendo a criterios de rigor científico, originalidad y calidad de la memoria.

Finalmente, el 27 de junio de 2013 se celebró en la UAL una "Jornada de Divulgación de la Ingeniería Química", que fue presidida por el Director de la Escuela Politécnica Superior y Facultad de Ciencias Experimentales, Don Antonio Giménez Fernández, en la que todos los grupos participantes expusieron los aspectos más destacados de su proyecto mediante pósters o carteles. Además, los grupos finalistas realizaron una exposición oral, de unos 10 min de duración, apoyada por los medios audiovisuales que precisara.

PREMIO

En la Jornada de Divulgación de la Ingeniería Química mencionada en el punto anterior, el jurado seleccionó los proyectos ganadores del certamen de entre los finalistas y se celebró un acto de entrega de premios, en el que se repartieron:

- Diploma de participación a todos los grupos.
- Diploma acreditativo a los 5 grupos finalistas.
- Premios a los 3 trabajos ganadores.

Los premios en metálico fueron los siguientes:

- 1er premio: 500 €
- 2º premio: 300 €
- 3º premio: 200 €

COMITÉ DE EXPERTOS

AREA MEDIO AMBIENTE

José Luis Casas López

Antonio Giménez Giménez

AREA INDUSTRIA ALIMENTARIA

M^a Dolores Macías Sánchez

José María Fernández Sevilla

AREA BIOTECNOLOGÍA

Asterio Sánchez Mirón

Francisco García Camacho

M^a del Carmen Cerón García

AREA ENERGÍA

Alfonso Robles Medina

Cynthia V. González López

JURADO

Para la valoración de los trabajos se constituyó un jurado formado por el Comité de Selección. El Jurado evaluó los proyectos y los pósters.

CRITERIOS DE VALORACIÓN

Para la valoración de los trabajos presentados el jurado tuvo en cuenta:

- El material depositado por los equipos.
- La explicación/justificación de la propuesta realizada por el equipo a través del póster y la exposición oral.

A partir de esta información, el jurado basó su evaluación en los siguientes criterios:

- Trabajos en los que se destaca el papel relevante de la Ingeniería Química en el área temática elegida para desarrollar el proyecto.
- Originalidad del proyecto.

2012/2013

- Carácter científico y divulgativo.
- Implicación con el desarrollo sostenible del planeta.

RESOLUCIÓN DEL CERTAMEN

La propuesta y entrega de premios se realizaron el mismo día, el 27 de junio, en un acto al que se invitó a todos los equipos participantes y que tuvo lugar en el Aula Magna del Edificio C de Humanidades de la Universidad de Almería. Para poder optar al premio del certamen era requisito la presencia de una representación del equipo participante el día de la entrega de premios. El cartel anunciante fue el siguiente:

Jornada de Divulgación

III Certamen de Proyectos Educativos en Ingeniería Química



Área de Ingeniería Química
Universidad de Almería



Escuela Politécnica Superior

Programa	
-17:00	Inauguración de la Jornada
- 17:30	Exposición y discusión de los Pósters participantes - Pausa Café -
-18:15	Exposición de los Proyectos Educativos de los 5 finalistas Presentación Video ESI
-19:30	Deliberación del Jurado
-19:40	Entrega de certificados y Regalo Institucional a todos los grupos participantes.
- 19:50	Entrega de premios del III Certamen de Proyectos Educativos de Ingeniería Química
- 20:00	Clausura del acto

27 de junio 2013

Aula Magna Edificio C de Humanidades



Participan 14 Grupos de:

- IES Nicolás Salmerón
- Colegio La Salle
- Centro Educativo Agave
- IES Al-Andalus
- IES Puebla de Vúcar
- IES Alborán

ACEPTACIÓN DE LAS BASES

El hecho de concurrir a este certamen presupone la aceptación total de las presentes bases y la conformidad con las decisiones del jurado.

DATOS DE CONTACTO DEL CONCURSO

certameniq@ual.es

RESULTADOS DEL CONCURSO

Los ganadores del concurso fueron los siguientes:

Primer Premio

Centro: I.E.S. Alborán

Proyecto: Pigmentos y Colorantes. Desde la naturaleza a la Biotecnología

Segundo Premio

Centro: C.E. Ágave

Proyecto: Química a la carta

Tercer Premio

Centro: Colegio La Salle-Virgen del Mar

Proyecto: Depuración Biológica mediante fangos activados

Contenido

DEPURACIÓN BIOLÓGICA MEDIANTE FANGOS ACTIVADOS	11
DESHIDRATAACION DE LAS FRUTAS	17
FABRICACIÓN DE UN ENSILADO	21
PIGMENTOS Y COLORANTES. DESDE LA NATURALEZA A LA BIOTECNOLOGÍA	26
QUÍMICA A LA CARTA.....	34
BIOSAG. SISTEMA BIOLÓGICO A GAS	39
¿SE PUEDE MEDIR EL CRECIMIENTO DE LAS ALGAS DE FORMA CASERA?.....	50
APLICACIÓN DE LAS BENTONITAS DE CABO DE GATA COMO FLOCULANTES Y ADSORBENTES EN PROCESOS DE FILTRACIÓN Y DEPURACIÓN	55
MOTOR STIRLING. ENGINE PROTOTYPE.....	71

DEPURACIÓN BIOLÓGICA MEDIANTE FANGOS ACTIVADOS

Azcona García C., Cazorla Hernández M. y Galindo Cuenca A.

ÁREA: Ingeniería química y el medio ambiente

NOMBRE DEL CENTRO EDUCATIVO: Colegio La Salle Almería - Virgen del Mar. Avenida Federico García Lorca 60. Almería.

PROFESOR: Antonio Galindo Cuenca.

DATOS DE CONTACTO (EMAIL): a04galindo@gmail.com

ÍNDICE

1. Introducción.
 - ¿Qué es una EDAR?
 - Pretratamiento, tratamiento primario, secundario y terciario de aguas residuales.
 - Proyección del trabajo.
2. Nuestro Experimento.
 - Explicación del proceso experimental.
 - Fangos activados.
 - Fenómeno de Bulking.
3. Conclusiones.
 - Parámetros a controlar en aguas residuales (Real Decreto).
4. Bibliografía.

1. INTRODUCCIÓN

Una estación depuradora de aguas residuales (EDAR), también llamada planta de depuración o planta de tratamiento de aguas residuales, tiene el objetivo genérico de conseguir, a partir de aguas negras o mezcladas y mediante diferentes procedimientos físicos, químicos y biológicos, un agua efluente de mejores características de calidad, tomando como base ciertos parámetros normalizados.

El agua residual urbana en la mayor parte de España está formada por la reunión de las aguas residuales procedentes del alcantarillado municipal, de las industrias asentadas en el casco urbano y en la mayor parte de los casos de las aguas de lluvia que son recogidas por el alcantarillado. Existen también EDAR que se diseñan y construyen para grandes empresas, con tratamiento específico para tratar el agua residual que se genera.

En una EDAR convencional, se pueden encontrar las siguientes etapas de tratamiento:

Pretratamiento: el desbaste, el desengrasado y el desarenado suelen denominarse como pretratamiento por ser el primer proceso que se realiza sobre las aguas residuales. Tal como indica su nombre, en este proceso se eliminan mediante tamices los sólidos de mayor tamaño, mediante flotación las grasas y aceites y por sedimentación las arenas y sólidos inorgánicos de mayor densidad.

Tratamiento primario o decantación primaria: se basa en la decantación de las partículas de menor tamaño y densidad (sólidos en suspensión) que no hayan podido eliminarse en el pretratamiento. En algunos casos, se utilizan productos químicos llamados coagulantes y floculantes, para acelerar el proceso de decantación de las partículas más pequeñas y ligeras.

Tratamiento secundario biológico: es la etapa de la depuración que se centra en la eliminación de partículas de materia orgánica de tamaño tan pequeño que no han podido ser eliminadas en las etapas anteriores y de la materia orgánica que se encuentra disuelta en el agua. En el caso de los tratamientos biológicos (en los que nos hemos centrado) se recurre a bacterias específicas que dentro de grandes depósitos, en los que se introduce aire y se mantienen en agitación (para favorecer la mezcla y la oxigenación del agua), se encargan de transformar esta materia orgánica disuelta en sus componentes minerales, separándose posteriormente del agua mediante un nuevo proceso de decantación. Este proceso también se conoce como tratamiento biológico, y la decantación de la mezcla de agua y bacterias se conoce como decantación secundaria. Existen diferentes tipos de tratamiento secundarios (fangos activos, aireación prolongada, lechos bacterianos, biodiscos...).

Tratamiento terciario: tiene el objetivo de eliminar contaminantes específicos, usualmente tóxicos o compuestos no biodegradables. Se trata de procesos mucho más específicos que se aplican a aguas residuales depuradas para mejorar su calidad en el caso de que posteriormente se tenga previsto reutilizarlas (riego de cultivos o campos de golf como ejemplos más usuales).

Después de analizar todo el proceso de aguas residuales, nuestro trabajo se proyecta concretamente sobre el tratamiento biológico de aguas residuales mediante fangos activados, explicaremos el proceso experimental en el segundo punto del trabajo.

2. NUESTRO EXPERIMENTO

Se ha basado en la realización de una maqueta a pequeña escala recreando el proceso de depuración biológica de aguas residuales que se realiza en un EDAR.

Hemos elegido este proceso porque es el más fácil de representar de una forma más o menos "casera". Para la maqueta hemos utilizado una turbina para remover las aguas residuales con la mezcla de fangos activados y una bomba de oxigenación.

Primero se ha tomado agua residual urbana de entrada de un EDAR, que se ha dejado decantar y se ha mezclado con los fangos activados; en segundo lugar se ha puesto en agitación mediante una turbina y finalmente se ha aireado con una bomba para simular la acción de un reactor biológico.

La explicación del proceso de una forma más científica sería la siguiente: este proceso de fangos activados para el tratamiento de aguas negras está basado en proporcionar un contacto íntimo entre las aguas negras y lodos biológicamente activos. Los lodos se desarrollan inicialmente por una aireación prolongada bajo condiciones que favorecen el crecimiento de organismos que tienen la habilidad especial de oxidar materia orgánica. Cuando los lodos que contienen estos organismos entran en contacto con las aguas negras, los materiales orgánicos se oxidan, y las partículas en suspensión y los coloides tienden a coagularse y formar un precipitado que se sedimenta con bastante rapidez. Es necesario un control de operación muy elevado para asegurar que se tenga una fuente suficiente de oxígeno, que exista un contacto íntimo y un mezclado continuo de las aguas negras y de los lodos, y que la relación del volumen de los lodos activados agregados al volumen de aguas negras que están bajo tratamiento se mantenga prácticamente constante.

En el proceso de lodos activados los microorganismos son completamente mezclados con la materia orgánica en el agua residual de manera que ésta les sirve de alimento para su producción. Es importante indicar que la mezcla o agitación se efectúa por medios mecánicos (aireadores superficiales, sopladores, etc.), los cuales tienen doble función: 1) producir mezcla completa y 2) agregar oxígeno al medio para que el proceso se desarrolle.

Son numerosos los microorganismos que están presentes en los fangos activados, entre ellos podemos encontrarnos unos en concreto llamados filamentosos, que son los principales responsables del fenómeno de Bulking ("abultamiento del lodo"), que tuvimos la suerte de

observar mientras realizábamos el experimento. A la vista, este fenómeno es espectacular de observar pero para una EDAR significaría un gran problema y un mal funcionamiento. El fenómeno de Bulking consiste en la proliferación de bacterias filamentosas que forman flóculos con poca densidad que en lugar de depositarse en el fondo se van a la superficie por lo que es imposible la decantación.

3. CONCLUSIONES

Para finalizar, después de realizar la simulación del tratamiento biológico, hemos comprobado la reducción que se ha producido en el contenido de materia orgánica tomando como base las especificaciones del Real Decreto 509/1996 por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas. En esta normativa se indican como parámetros específicos para evaluar la calidad de las aguas residuales tratadas para poder ser vertidas o sometidas a un tratamiento terciario a: sólidos en suspensión, DQO y DBO₅

A continuación, se da una breve descripción de los procedimientos de ensayo y del significado de los parámetros que se indican en normativa:

Sólidos en suspensión. Es la parte de materia que se encuentra en el agua en forma no disuelta. El método de ensayo utilizado es la filtración a vacío de un volumen determinado de aguas sobre filtro de fibra de vidrio de tamaño de poro de 0,45 micras y posterior secado a 105°C y determinado mediante el peso de la masa retenida en el filtro.

Demanda Bioquímica de Oxígeno a los cinco días. La DBO₅ es la concentración másica de oxígeno consumida por la oxidación biológica de la materia orgánica o inorgánica en el agua. Las condiciones de incubación son de 20 +/- 1°C durante 5 días. Las medidas de la DBO₅ con el sistema de medida Oxitop están basadas en las medidas de presión diferencial. La medida se realiza mediante un sensor electrónico de presión y es transformada en mg/l O₂ según la ley de los gases ideales.

Demanda química de Oxígeno (DQO). Este ha sido el parámetro que hemos utilizado en nuestro experimento. La DQO se define como la concentración másica de oxígeno equivalente a la cantidad de dicromato consumida por la materia disuelta y en suspensión, cuando la muestra de agua es tratada por dicho oxidante en condiciones definidas. El método de ensayo consiste en la oxidación con dicromato potásico a 148°C mediante reflujo cerrado y posterior determinación colorimétrica de la cantidad de oxidante consumido a una longitud de onda de 600 nm. En las fotos incluidas en el poster, para que se pueda apreciar a simple vista, sin utilizar equipos específicos de medición (espectrofotómetro) se muestra el ensayo utilizando:

agua sin materia orgánica, disoluciones con contenido en materia orgánica con contenidos en DQO de 150, 500 y 1000 mg O₂/l, agua residual de entrada a EDAR y esa misma agua después de someterla al tratamiento de depuración biológica mediante fangos activados. Se ve cómo el agua residual de entrada presenta un color entre las disoluciones de 1000 y 500 (valor de DQO medido de 820 mgO₂/l) y el agua residual tratada se encuentra entre el agua sin materia orgánica identificada como B y la disolución de 150 (valor de DQO medido de 77 mg O₂/l) lo que implica una reducción en el contenido en materia orgánica del 90%.

4. BIBLIOGRAFÍA

<http://www.guiaambiental.com.ar/conocimiento-calidad-de-agua-lodos-activados.html>

Guía Ambiental.com.ar

<http://platea.pntic.mec.es/~jojimene/EsquemaEDAR.PDF> J.A. Santos

<http://www.lenntech.es/tratamiento-biologico.htm> Lenntech, Water Treatment Solutions
Procedimientos de normalizado de trabajo del laboratorio Eycom.

2012/2013



DEPURACIÓN BIOLÓGICA MEDIANTE FANGOS ACTIVADOS.

Certamen de Ingeniería Química

Carolina Azcona García, María Cazorla Hernández,
Profesor: Antonio Galindo Cuenca.
Colegio La Salle – Almería. Ciencias del Mundo Contemporáneo



¿Qué es una EDAR?
Una estación depuradora de aguas residuales (EDAR), también llamada planta de depuración o planta de tratamiento de aguas residuales, tiene el objetivo genérico de conseguir, a partir de aguas negras o mezcladas y mediante diferentes procedimientos físicos, químicos y biológicos, un agua efluente de mejores características de calidad, tomando como base ciertos parámetros normalizados (sólidos en suspensión, DQO y DBO5).




Planta fangos activados.



Vista general EDAR El Bobar



Decantador secundario

Fangos Activados.
El proceso de los lodos activados para el tratamiento de aguas negras está basado en proporcionar un contacto íntimo entre las aguas negras y lodos biológicamente activos. Los lodos se desarrollan inicialmente por una aireación prolongada bajo condiciones que favorecen el crecimiento de organismos que tienen la habilidad especial de oxidar materia orgánica. Cuando los lodos que contienen estos organismos entran en contacto con las aguas negras, los materiales orgánicos se oxidan, y las partículas en suspensión y los coloides tienden a coagularse y formar un precipitado que se sedimenta con bastante rapidez. Es necesario un control de operación muy elevado para asegurar que se tenga una fuente suficiente de oxígeno, que exista un contacto íntimo y un mezclado continuo de las aguas negras y de los lodos, y que la relación del volumen de los lodos activados agregados al volumen de aguas negras que están bajo tratamiento se mantenga prácticamente constante.

Bacterias presentes en los fangos activados.



Bacterias filamentosas



Bacterias nitrificantes

Nuestro experimento:
Se ha basado en la realización de una maqueta a pequeña escala recreando el proceso de depuración de aguas residuales que se realiza en un EDAR.



Hemos utilizado una turbina y una bomba de oxigenación.

Se ha tomado agua residual de entrada, se ha dejado decantar y se ha mezclado con los fangos activados; finalmente se ha puesto en agitación mediante una turbina y se ha aireado con una bomba para simular la acción de un reactor biológico.

Simulación fenómeno Bulking.
Proliferan bacterias filamentosas y se forman flocos con poca densidad que en lugar de depositarse en el fondo se van a la superficie.

Parámetros a controlar en aguas residuales establecidos según el Real Decreto 509/1996 por el que se constituyen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.

Sólidos en suspensión.
Filtración a vacío de un volumen determinado de aguas sobre filtro de fibra de vidrio, secado a 105°C y determinado mediante el peso de la masa retenido en el filtro.



Demanda química de Oxígeno (DQO).
La DQO se define como la concentración molar de oxígeno equivalente a la cantidad de dicromato consumida por la materia disuelta y en suspensión, cuando la muestra de agua es tratada por dicho oxidante en condiciones definidas.
El método de oxidación con dicromato potásico a 148°C mediante el reflujo cerrado y posterior determinación colorimétrica de la cantidad de oxidante consumido a una longitud de onda de 600 nm.



Demanda Bioquímica de Oxígeno a los cinco días.
La DBO5 es la concentración molar de oxígeno disuelto consumido por la oxidación bioquímica de las materias orgánicas o inorgánicas en el agua. Las condiciones de incubación son a 20 más o menos 15°C durante más o menos 4 horas.
Las medidas de la DBO5 con el sistema de medida Oxitop está basado en las medidas de presión diferencial. La medida se realiza mediante un sensor electrónico de presión y es transformada en mg/l O2 según la ley de los gases ideales.



Bibliografía
<http://www.ienntech.es/tratamiento-biologico.htm>
Procedimientos de normalizado de trabajo del laboratorio Eycom
<http://www.oocities.org/edrochac/residuales/tratamientobiologico4.pdf>

Agradecimientos:
María José Hernández Sánchez, (Laboratorio EYCOM)
Antonio Amasores y Miguel Morales (AQUALIA, empresa gestora de la EDAR El Bobar, Almería).

DESHIDRATACION DE LAS FRUTAS

Martínez Chillón I., Mateos García C., Mateos García E.M. y Galindo Cuenca A.

ÁREA: Ingeniería química y la Industria Alimentaria

NOMBRE DEL CENTRO EDUCATIVO: Colegio La Salle Almería - Virgen del Mar. Avenida Federico García Lorca 60. Almería.

PROFESOR: Antonio Galindo Cuenca.

DATOS DE CONTACTO (EMAIL): a04galindo@gmail.com

Somos un grupo de tres alumnas de la Salle–Virgen del Mar de primero de Bachillerato de la rama biosanitaria. Nuestro proyecto trata de la deshidratación de fruta. En concreto, nos hemos centrado en la fresa.

1. QUÉ QUEREMOS APRENDER

Con este proyecto pretendemos aprender cómo deshidratar la fruta, saber qué beneficia a las empresas la deshidratación de la fruta y ver su forma de deshidratar más rápida y más económica y por último aprender cómo utilizar un poster ya que nunca hemos hecho uno.

2. SUGERENCIAS INICIALES

- 1) Usaremos fresas para el proceso
- 2) Usaremos la técnica ósmosis en vez de utilizar altas temperaturas.

3. ANÁLISIS DAFO

Puntos fuertes -> es un experimento que se puede realizar caseramente.

Puntos débiles -> nunca habíamos hecho un poster y nos ha costado un poco hacerlo.

4. OBJETIVOS

- 1) Aprender a hacer un poster
- 2) Aprender cómo deshidratar la fruta
- 3) Buscar la forma más rápida y económica de deshidratar fruta

5. MÉTODOS PARA DESHIDRATAR FRUTA

1) AL AIRE LIBRE: El producto se extiende al aire libre sobre todo en superficies naturales exponiéndolo a la acción directa de los rayos solares.

a. -Deshidratado solar (con luz solar de manera natural).

b. -Deshidratado mecánico (con combustible, ya sea de manera directa o indirecta).

2) POR OSMOSIS: Es el método que hemos elegido como ya han podido observar. Este proceso consiste en preservar las frutas conservándolas en jarabe de azúcar en la superficie de la fruta. Luego se deshidratarán directa o indirectamente. Este deshidratado se va a obtener seguido del deshidratado solar.

En este caso la fruta se vierte en jarabe de azúcar caliente y se lleva a ebullición por 15 a 30 minutos hasta que se enfríe. Luego se vuelve a sumergir la fruta en un jarabe más concentrado y se repite la operación. Una vez que la fruta ha sido saturada de azúcar puede ponerse en un horno a media temperatura o en un deshidratador.

6. ¿CÓMO?

Primero lo hicimos con naranjas y utilizamos cuatro recipientes con 100% de agua y luego un vaso era al 40% de azúcar dos días y el otro al 60% de azúcar y dos días, luego los otros igual pero cuatro días. Pesamos las rodajas de naranja y el primer día pesaban al 40% 18 gramos y al 60% 20 gramos. A los tres días los gajos de naranja tenían hongos y a los cuatro días los pesamos y pesaban más que al principio, en concreto: al 40% 20 gramos y al 60% 23 gramos. Entonces nos dimos cuenta de que con las naranjas no se podía hacer este experimento.

Cambiamos las naranjas por fresas que tiene una membrana impermeable. Detrás de esta membrana celular se encuentran los jugos, donde se hallan disueltos sólidos que oscilan entre el 5 y el 18% de concentración. Si sumergiésemos esta fruta en una disolución del 70% de azúcar se tendría un fenómeno llamado ósmosis que haría que la fresa perdiera casi la mitad de su peso, sobre el 40%. Estuvieron sumergidas en la disolución durante un periodo de 30 horas aproximadamente y luego fueron enjuagadas y secadas al aire libre.

7. VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL MÉTODO ELEGIDO

Ventajas:

- La concentración de azúcar en la superficie reduce la decoloración y oscurecimiento de la fruta.

2012/2013

- Algunos ácidos son eliminados resultando un producto menos fuerte de sabor y más dulce.
- El período de deshidratado se reduce.

Inconvenientes:

- La disminución del nivel de acidez puede resultar una desventaja ya que los hongos tendrán mayor posibilidad de desarrollarse.
- Puede mantenerse una delgada capa de azúcar que hará pegajosa la superficie de la fruta, esto se reduce enjuagándola ligeramente y secándola nuevamente antes de envasarla.

8. ¿CUÁNDO?

Tabla de organización:

Día 21	Informe del trabajo
Día 22	
Día 23	Deshidratación de las naranjas
Día 24	
Día 25	
Día 26	Realización del poster
Día 27	Fin del informe y del poster
Día 28	Las naranjas no funcionaron
Día 29	Deshidratación de las fresas
Día 30	Renovación del poster y fin del proyecto

9. EXPERIMENTO

Tabla del experimento (fresas):

HORAS	0	4	8	12	16	18	22	26	30
PESO	71	61	57	54	53	51	49	47	44

DESHIDRATACIÓN DE LA FRUTA

IRENE MARTÍNEZ CHILLÓN, CARLA MATEOS GARCÍA, ENGRACIA MARIA MATEOS GRACÍA

TUTOR: ANTONIO GALINDO CUENCA

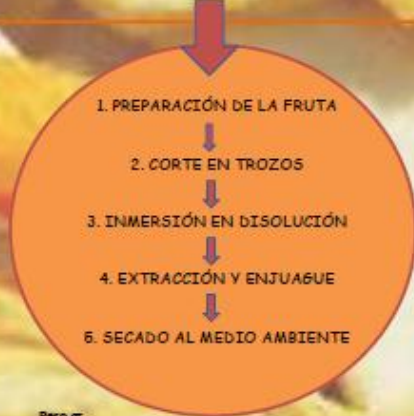
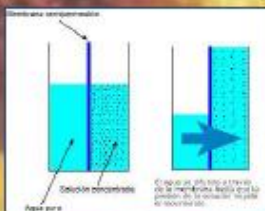


INTRODUCCIÓN:

En este proyecto vamos a deshidratar fruta mediante el método de osmosis. El proceso de deshidratación osmótica es frecuentemente aplicado para conservar la calidad y estabilidad de frutas, sin tener pérdidas considerables en compuestos aromáticos. La deshidratación osmótica de alimentos incluye dos tipos de transferencia de masa: la difusión del agua del alimento a la solución y la difusión de solutos de la solución al alimento. En el primer tipo, la fuerza conductora de la transferencia de masa es la diferencia de presión osmótica, mientras en la segunda es la diferencia de concentraciones. Es un tratamiento de eliminación parcial de agua, donde se sumerge la materia prima en una solución hipertónica que tiene una alta presión osmótica y baja actividad de agua, siendo la fuerza impulsora para que el agua del alimento se difunda en el medio, originándose así una transferencia de masa desde la región de mayor concentración hacia la de menor concentración.

METODOLOGÍA:

- 1- Preparación de disoluciones con una concentración del 70% del azúcar.
- 2- Corte de la fruta en trozos y pesar las para obtener su masa inicial.
- 3- Se introducen los trozos de fresa en la disolución, para que de comienzo el proceso de osmosis.
- 4- Retiramos periódicamente y pesamos para ver su grado de deshidratación, una vez llegado al punto de deshidratación que queremos obtener se sacan los trozos y se enjuagan.
- 5- Se termina de deshidratar al medio ambiente.



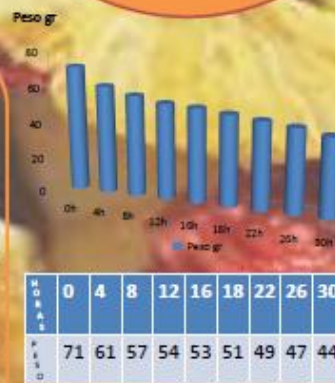
MÉTODOS PARA LA DESHIDRATACIÓN:

*** AL AIRE LIBRE:** El producto se extiende al aire libre sobre todo en superficies naturales exponiéndolo a la acción directa de los rayos solares.

- Deshidratado solar (con luz solar de manera natural).
- Deshidratado mecánico (con combustible, ya sea de manera directa o indirecta).

*** POR OSMOSIS:** Es el método que hemos elegido como ya han podido observar. Este proceso consiste en preservar las frutas conservándolas en jarabe de azúcar en la superficie de la fruta. Luego se deshidratarán directa o indirectamente. Este deshidratado se va a obtener seguido del deshidratado solar.

*En este caso la fruta se vierte en jarabe de azúcar caliente y se lleva a ebullición por 15 a 30 minutos hasta que se enfría. Luego se vuelve a sumergir la fruta en un jarabe más concentrado y se repite la operación. Luego que la fruta ha sido saturada de azúcar puede ponerse en un horno a mediana temperatura o en un deshidratador.



* Los datos están tomados en horas y gramos. Estos datos son aproximados ya que no siempre podemos cada cuatro horas medir el peso ya que estabamos en el instituto.

RESULTADOS:

Observamos que la medida que pasaba el tiempo la deshidratación se iba haciendo mas lenta, es decir iba perdiendo menos cantidad de agua conforme transcurria el tiempo.

En este proyecto hemos encontrado ciertas ventajas y a la vez algunas desventajas.

- Ventajas:**
- La concentración de azúcar en la superficie reduce la decoloración y oscurecimiento de la fruta.
 - Algunos ácidos son eliminados resultando un producto menos fuerte de sabor y más dulce.
 - El periodo de deshidratado se reduce.

- Desventajas:**
- La disminución del nivel de acidez puede resultar una desventaja ya que los hongos tendrán mayor posibilidad de desarrollarse.
 - Puede mantenerse una delgada capa de azúcar que hará pegajosa la superficie de la fruta, esto se reduce enjuagándola ligeramente y secándola nuevamente antes de envasarla.

BIBLIOGRAFÍA:

Tanto las imágenes como los gráficos son nuestros, excepto las dos fotos no numeradas. La información está un poco sacada de estos enlaces:

<http://www.ual.es/ual/otrasnoticias/actualizaciones/temas-de-proyectos-educativos-de-ingenieria-quimica.html>

<http://www.ual.es/ual/otrasnoticias/actualizaciones/temas-de-proyectos-educativos-de-ingenieria-quimica.html>

<http://www.ual.es/ual/otrasnoticias/actualizaciones/temas-de-proyectos-educativos-de-ingenieria-quimica.html>

Agradecer toda su aportación y colaboración a nuestro profesor D. Antonio Galindo Cuenca, y D. Engracia Maria Garcia Poveda por su colaboración técnica en el proyecto.

FABRICACIÓN DE UN ENSILADO

Díaz Rodríguez C.M., Carreño Aguilar M.M. y Galindo Cuenca A.

ÁREA: Ingeniería química y la Biotecnología.

CENTRO EDUCATIVO: Colegio La Salle Almería - Virgen del Mar. Avenida Federico García Lorca 60. Almería.

PROFESOR: Antonio Galindo Cuenca.

DATOS DE CONTACTO (EMAIL): a04galindo@gmail.com

INDICE

- Introducción
 - Análisis DAFO
- Fabricación del producto
 - Tabla de ingredientes
 - Proceso para el biológico
 - Proceso para el químico
- Resultados
 - Nivel del pH
 - Usos para cada parte

1. INTRODUCCIÓN

Ante el problema de la cantidad de desechos de pescado que no se utiliza para el consumo, quisimos dar una solución con la fabricación de un producto que se pudiera utilizar para fines de alimentación animal o cultivo intensivo llamado ensilado.

El ensilado se produce por una autodigestión en medio ácido de los desechos de pescado, que originan aceite y proteínas hidrolizadas.

En nuestro proyecto decidimos fabricar dos tipos diferentes de ensilado que darían los mismos resultados, pero con una elaboración distinta. Para ello estuvimos visitando a varios expertos en la materia que nos dieron la información necesaria para llevar a cabo el proceso. Nos enseñaron investigaciones y estudios, y a través de estos elaboramos nuestra propia receta.

2012/2013

Nuestro estudio se divide en dos caminos, la fabricación de un ensilado biológico en el que utilizaríamos productos naturales, el ácido (láctico) que se produce por la fermentación de azúcares (melazas) con inóculos bacterianos (*Lactobacillus*), y otro llamado ensilado químico al que le añadiríamos directamente un ácido orgánico y así no se necesitaría ningún proceso anterior para la hidrolización.

2. TEMPORALIZACIÓN

Hemos querido representar en esta tabla la organización del tiempo de nuestro estudio y las partes de las que constó.

	octubre										noviembre										febrero									
1.Búsqueda de información y expertos	█																													
2.Recolecta de materiales											█																			
3.Elaboración del producto											█																			
4.Aprender a hacer un póster											█																			
5.Realización del póster																					█									
6.Redacción de la memoria																					█									

3. FABRICACIÓN DEL PRODUCTO

- Ingredientes según el tipo

TIPO	INGREDIENTES	CANTIDAD	PRECIO
BIOLÓGICO	yogurt	5% (1 vaso)	1,60€ (pack de 6)
	melaza	10% (25 ml)	1,28 €/litro
	BHT (butil hidroxil tolueno)	0,03 g/kg	-
QUÍMICO	ácido fórmico	3,5 v/p	-
	BHT (butil hidroxil tolueno)	0,03 g/kg	-

- Cogemos el pescado y lo trituramos con una picadora, una vez que este totalmente picado, con una apariencia de masa, se deposita en bote, este debe de tener tapadera. Separamos cada kilo en dos botes.

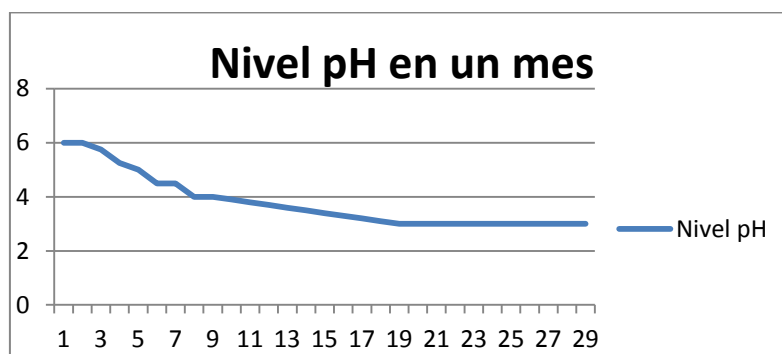
2012/2013

- En el primer bote realizaremos el ensilado biológico:
 1. Verter un vaso de yogurt en el bote
 2. Añadir 25ml de melaza
 3. Medir y añadir 0,03g/kg de BHT
 4. Mezclarlo todo
- En el segundo bote haremos el ensilado químico:
 1. Echar 3,5 v/p de ácido fórmico
 2. Añadir 0,03g/kg de BHT
 3. Mezclar todo
- Esperaremos unos meses a que se produzca la hidrolización y ver los resultados de cada uno.

4. RESULTADOS

Tras la fabricación del ensilado a los tres días podíamos apreciar como el proceso estaba surtiendo efecto, el nivel del pH iba bajando, ya que las enzimas putrefactoras se habían desactivado con la hidrolización. Pero nos dimos cuenta que en el ensilado biológico se estaban produciendo gases. Comprobamos el nivel de pH y nos dimos cuenta de que este había subido, esto significaba que la fermentación no se había producido y, por lo tanto, tampoco el ácido láctico. Debido a esto, las enzimas putrefactoras se habían activado dando lugar a la descomposición de este.

En cuanto al químico, vimos que el pH comenzó entre 6 y 7. A los diez días llegó a 4,5 y poco a poco fue bajando hasta estabilizarse en 3.



El producto se ha sedimentado y se pueden diferenciar tres partes:

- En la parte de arriba se encuentra el aceite. A este se le daría un uso en la fabricación de piensos para peces.
- En la parte del medio, y la de mayor cantidad, se encuentran los desechos de pescado fermentados. Esto se aplicaría para alimentación de aves, peces y cerdos, y también para el abono de cultivos intensivos.
- Por último está la parte de abajo, en la que se ha depositado el agua y el poso de desperdicios. A esta parte no se le da ninguna utilidad.

5. CONCLUSIÓN

El ensilado de pescado es un proceso biotecnológico que permite obtener aminoácidos y péptidos bioactivos a partir de subproductos y descartes de pescado. Los ensilados biológicos son más baratos pero se tiene un gran riesgo de que este no fermente y el pescado se pudra. En cambio, aunque el químico es más estable y saludable, su precio es mayor.



DE LOS SUBPRODUCTOS A LOS PRODUCTOS: ENSILADOS DE PESCADO



Celia Díaz Rodríguez y María del Mar Carreño Aguilar

Colegio La Salle – Virgen del Mar, Almería. Tutor: don Antonio Galindo

RESUMEN

Los desechos de pescado y descartes de pescados pueden ser usados para fabricar ensilado de pescado. Este se produce por una autodigestión en medio ácido, que origina aceite y proteínas hidrolizadas. Estos productos se utilizan en alimentación animal y para agricultura intensiva.



¿QUÉ SON LOS ENSILADOS DE PESCADO?

El ensilado es un producto semi-líquido formado por desechos de pescado fermentados en medio ácido (autodigestión enzimática). Este se produce como resultado de la reacción del ácido y las enzimas proteolíticas musculares y digestivas, que hidrolizan la proteína en aminoácido y péptidos. La grasa de los tejidos se libera y origina aceite de pescado.

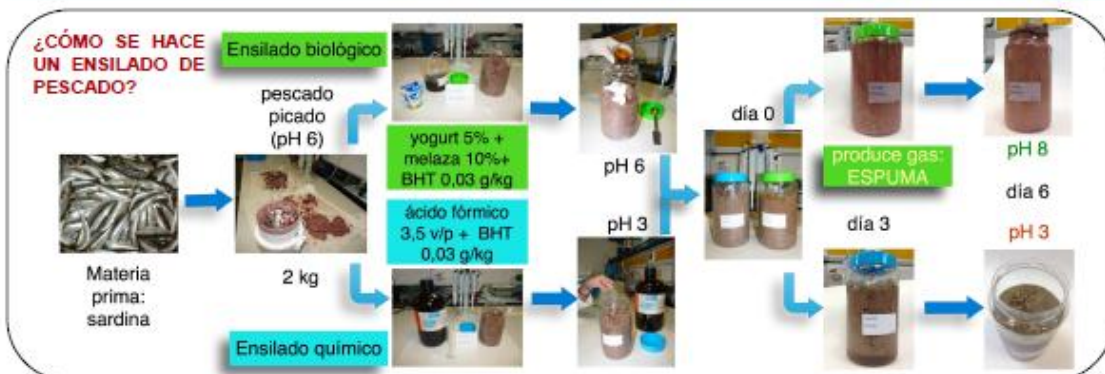
El medio ácido mejora la actividad de las enzimas endógenas y previene la multiplicación de las bacterias putrefacticas, impidiendo que el producto se descomponga. El ensilado es estable a temperatura ambiente y se puede utilizar para la alimentación animal y para la agricultura, como complemento nutritivo en cultivos intensivos.

Hay dos tipos de ensilados, químico y biológico, en función del tipo de aditivo que origina el medio ácido. En el químico se utilizan directamente ácidos orgánicos (ej. Fórmico) y en el biológico, el ácido (láctico) se produce por la fermentación de azúcares (melazas) con inóculos bacterianos (*Lactobacillus*).

¿DÓNDE Y PARA QUÉ SE APLICAN?

◆ **Elaboración de piensos para producción animal terrestre y acuícola.** Se incorporan como fuente de proteína, de péptidos bioactivos y aminoácidos. La razón por la que se tiene este gran interés para la alimentación animal es porque los productos pesqueros tienen un alto y valioso contenido en proteínas y grasas. Se comprobó en varios estudios que estos piensos proporcionan un mayor crecimiento del animal.

◆ **Abono para cultivos intensivos.** Los péptidos y aminoácido son un complemento nutricional muy importante para mejorar la calidad de los frutos y rendimiento de la planta. Se aplican tanto como abono foliar como diluyéndolos en el agua de riego.



CONCLUSIÓN

El ensilado de pescado es un proceso biotecnológico que permite obtener aminoácidos y péptidos bioactivos a partir de subproductos y descartes de pescado. Los ensilados químicos son más estables y saludables pero caros.

Bibliografía
Hazard, N.F. & Simpson, B.K., 2000. Seafood enzymes: utilization and influence on postharvest seafood quality. Marcel Dekker, Inc, New York.

Agradecimientos
Al Dr. Morales, Dpto. de Producción Animal (Universidad de Buenos Aires) y al Dr. Moyano López y Dr. Díaz López, Dpto. de Biología Aplicada (UAL) por sus enseñanzas y colaboración.

PIGMENTOS Y COLORANTES. DESDE LA NATURALEZA A LA BIOTECNOLOGÍA

Fernández Estrada D., García Mañas F. y Alonso Alcaraz M.

ÁREA: Ingeniería química y Biotecnología.

CENTRO EDUCATIVO: I.E.S. Alborán. Avenida Padre Méndez 30. Almería.

PROFESOR: Manuela Alonso Alcaraz.

DATOS DE CONTACTO (EMAIL): fgarcia.ual@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN

Los pigmentos han sido utilizados desde tiempos prehistóricos (ej. en las artes visuales). Son sustancias que cambian el color de la luz que reflejan como resultado de la absorción selectiva del color. Por esta razón son empleados para teñir pintura, tinta, plástico, textiles, cosméticos, alimentos y otros muchos productos. Los principales pigmentos naturales utilizados son de origen mineral o biológico. La necesidad de conseguir pigmentos menos costosos ha propiciado en las últimas décadas la aparición de los pigmentos sintéticos. Sin embargo, muchos de ellos no son respetuosos con el medioambiente y la salud. Esta es la razón por la que empiezan a emerger con fuerza los pigmentos de origen biotecnológico. En este sentido, nos parece un sector de la Industria Química bastante interesante y que actualmente no es muy conocido entre los estudiantes de etapas no universitarias, como es nuestro caso.

Con la presentación de este proyecto en el certamen, hemos pretendido experimentar con colorantes naturales y establecer relaciones comparativas frente a los pigmentos de origen biotecnológico. Esta actividad nos ha brindado la oportunidad de conocer, aprender y profundizar en la aplicación de la Ingeniería Química en la elaboración de productos y servicios de interés económico y social. En esta memoria hemos decidido ajustarnos al rigor científico y por ello resumimos dos procesos industriales de extracción de colorantes naturales y sintéticos.

2. GENERALIDADES

Los colores de la naturaleza son producto de los pigmentos, los cuales tienen una gran importancia funcional en organismos y en nuestras industrias. Cuando la luz incide sobre un

pigmento determinado, éste capta ciertas partes de la luz y refleja otras, motivo al cual se debe la gama de colores. Desde la antigüedad, esta característica de los pigmentos ha interesado por su belleza visual. Durante muchas centurias, la extracción de los pigmentos de plantas y minerales era la única forma que los artistas tenían de conseguir sus pinturas (veremos en concreto el caso del amarillo de Van Gogh), siendo algunos colores difíciles o imposibles de preparar con los pigmentos disponibles.

Los pigmentos biológicos, por lo general, eran difíciles de adquirir, y los detalles de su producción eran mantenidos en secreto por los fabricantes. También eran utilizados y comercializados pigmentos minerales de tierras determinadas (ej. lapislázuli) y el carmín, producido a partir de cochinillas secadas y trituradas.

Los primeros pigmentos conocidos fueron los minerales naturales. Los óxidos de hierro producen una amplia variedad de colores y se les puede encontrar en muchas pinturas rupestres del Paleolítico y el Neolítico. Dos ejemplos son el ocre rojo (Fe_2O_3) y el ocre amarillo ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$). El carbón vegetal, o negro carbón, también ha sido usado como pigmento negro desde la Prehistoria.

Dos de los primeros pigmentos sintéticos fueron el blanco de plomo (carbonato de plomo, $(\text{PbCO}_3)_2\text{Pb}(\text{OH})_2$, y la frita azul (azul egipcio). El blanco de plomo se produce al combinar plomo con vinagre (ácido acético, CH_3COOH) en presencia de dióxido de carbono (CO_2). La frita azul es silicato de calcio cobre y fue fabricada a partir de un cristal coloreado con un mineral de cobre, como la malaquita. Estos pigmentos fueron usados desde al menos el II milenio a. C. La revolución industrial y científica propició una gran expansión en la gama de pigmentos sintéticos. El descubrimiento en 1856 del púrpura de Perkin, el primer tinte de anilina, sentó las bases para el desarrollo de cientos de tintes y pigmentos sintéticos. Este tinte fue descubierto por William Perkin, quien explotó su descubrimiento en la industria y se volvió rico. En las últimas décadas del siglo XIX, textiles, pinturas y otros artículos en colores como rojo, carmesí, azul y púrpura se habían vuelto asequibles.

Por otra parte, los colorantes alimentarios son un tipo de aditivos alimentarios que proporcionan color a los alimentos, si están presentes en los alimentos se consideran naturales y si por el contrario se añaden a los alimentos durante su preprocesado mediante la intervención humana se denominan artificiales.

3. PROCESO DE EXTRACCIÓN Y SEPARACIÓN DE PIGMENTOS VEGETALES

En general, el color que presenta un determinado tejido u órgano vegetal, depende del predominio de un pigmento o de la combinación de varios de ellos. A simple vista el color

verde es el mayoritario en las especies vegetales. Esta coloración es debida a la presencia de dos de los principales pigmentos vegetales, la clorofila a y la clorofila b, que se encuentran en prácticamente todas las plantas con semillas, los helechos, musgos y algas.

Los pigmentos se localizan en diferentes orgánulos según el tipo de molécula y su función. La clorofila se encuentra específicamente en los cloroplastos, en las membranas internas o tilacoides. Asociados con la clorofila, existen también en los cloroplastos otra clase de pigmentos denominados “accesorios” que forman parte del complejo antena de la fotosíntesis, de color amarillo y amarillo-anaranjado, denominados xantofilas y carotenoides, respectivamente.

3.1. Objetivos del ensayo experimental

- Extraer y separar diferentes pigmentos naturales.
- Seleccionar el material adecuado para extraer los pigmentos.
- Aplicar experimentalmente la extracción por solventes.
- Desarrollar una columna cromatográfica de fraccionamiento.
- Localizar los diferentes pigmentos en la columna de acuerdo a su polaridad.

3.2. Materiales y Métodos

MATERIAL

Hojas de espinaca fresca, 10 g (material biológico).

Tijeras.

Vasos de precipitado de 250 ml.

1 probeta de 100ml.

1 embudo de separación.

1 matraz de fondo redondo.

1 pipeta de 5ml.

1 pipeta pasteur.

Papel filtro.

1 columna cromatográfica (2X20cm).

Gel de sílice.

1 lana de vidrio.

1 embudo de filtración.

Hielo.

Parrilla eléctrica.

Balanza analítica.

Rotavapor.

DISOLVENTES

Metanol.

Éter Diétilico.

Éter de Petróleo.

Disolución de Cloruro de sodio saturada.

Agua Destilada.

N-Propanol.

METODOLOGÍA

A.- Extracción

1. Tomar hojas verdes frescas de espinacas y separar los pecíolos y venas grandes de las hojas y picarlas.
2. Colocarlas en un vaso de precipitado de 250ml con 250ml de agua hirviendo durante dos minutos.
3. Pasar el vaso a un baño helado y enfriar. Descartar el agua mediante una filtración.
4. Extraer los pigmentos de las hojas con 250ml de una mezcla de metanol 90% y éter dietílico 10%. Calentar un poco en baño María (5 min).
5. Repetir la extracción con 250ml de metanol al 70% y éter dietílico 30%. Calentar durante 5min (las hojas quedan incoloras).
6. Combinar los extractos obtenidos de los pasos 5 y 6 en un embudo de separación.
7. Añadir 250ml de éter de petróleo.
8. Añadir 250ml de solución acuosa saturada de NaCl y agitar.
9. Dejar separar las fases.
10. Descartar la capa inferior.
11. Lavar la capa superior con 500ml de agua destilada. Agitar y decantar.
12. Verter la capa verde a un matraz de base redonda.
13. Evaporar a sequedad a menos de 40^o C bajo vacío. Necesario un Rotavapor.

B. Preparación de la columna.

1. Colocar un tapón de lana de vidrio en el extremo de la columna.
2. Añadir cuidadosamente gel de sílice con un embudo y estabilizar la columna con éter de Petróleo.

C. Cromatografía en columna de la muestra.

1. El extracto evaporado se resuspende con 5 mL de éter de petróleo.
2. Introducir cuidadosamente 0.5 ml de extracto en la columna con una pipeta y permitir que se forme una estrecha zona inicial.
4. Eluir con N-propanol al 5% en éter de petróleo.
5. Se puede acelerar el desarrollo aplicando vacío con una trompa de vacío. Un flujo de 1 ml/min, da buena separación.

D. Resultados.

Tras la correcta realización de la práctica, obtenemos varios tubos de ensayo con los distintos pigmentos vegetales exitosamente extraídos. Los colores predominantes son verde claro y oscuro, amarillo claro y oscuro y una leve banda naranja. La coloración de estos pigmentos se corresponde con las clorofilas, xantofilas y carotenos.

3.3. Conclusiones.

Se trata de un proceso de obtención de pigmentos vegetales sencillo a pequeña escala y que podemos trasladar a escala industrial. La Ingeniería Química es la responsable de la mayor parte de la producción mundial de pigmentos naturales para su aplicación en sectores tales como el alimenticio, cosmético, farmacéutico, médico, etc.

4. OBTENCIÓN DE PIGMENTOS ARTIFICIALES

Los pigmentos sintéticos o artificiales se producen por medio de reacciones químicas (síntesis química). Los procesos actuales para fabricar pigmentos sintéticos pueden incluir métodos más complejos ya que son elaborados en grandes cantidades y buscando minimizar tanto los costos como el impacto ambiental. Para obtener un pigmento específico se estudia en profundidad el mecanismo de reacción entre reactantes. Los nombres técnicos de estas sustancias químicas son cromóforos y auxócromos. Los cromóforos son los responsables de generar el color y los auxócromos tienen la propiedad de intensificar la acción de los cromóforos.

Industrialmente, factores como la temperatura, la presión o el uso de catalizadores, se combinan en el reactor químico para acelerar la reacción y aumentar el rendimiento de ésta. En nuestro proyecto incluimos una práctica de laboratorio para obtener un pigmento artificial, el amarillo de cromato de plomo.

4.1. Objetivos del ensayo experimental.

- Obtención del colorante “Amarillo de Van Gogh”.
- Seleccionar el material adecuado para obtener cromato de plomo.
- Recreación del oscurecimiento del color amarillo en los cuadros de Van Gogh por reacción redox del cromato de plomo.

4.2. Materiales y Métodos.

MATERIAL

Tijeras.

3 Matraz Erlenmeyer 100 ml.

1 probeta de 100ml.

1 embudo.

1 soporte.

Papel filtro.

Balanza analítica.

Espátula.

Vidrio de reloj.

Recipiente de Porcelana.

Mechero Bunsen.

Rejilla y pinzas.

Botella Drechsel y globo.

REACTIVOS

Cromato de Potasio.

Nitrato de Plomo (II).

Agua destilada.

METODOLOGIA

Para demostrar que es una reacción redox la responsable del oscurecimiento del cromato de plomo, éste se expondrá a iones sulfuro, mediante el siguiente procedimiento:

1. Síntesis de cromato de plomo en un vaso de precipitados por la adición de una sal de plomo soluble en agua, como el nitrato de plomo, $Pb(NO_3)_2$, en un volumen igual que la solución de cromato potásico, K_2CrO_4 . Soluciones diluidas (0.03 M) será suficiente.
2. Un precipitado de Amarillo de cromato de plomo se forma al instante. Filtrar el líquido residual con un embudo y un filtro de papel. Secar suavemente el precipitado con un mechero bunsen.
3. Preparar una disolución acuosa diluida de ácido sulfhídrico (H_2S) mediante la disolución de 50 mg de sulfuro de hierro (FeS) en 90 mL de agua. Añadir a la solución resultante 10 mL de ácido clorhídrico (HCl, 0,1 M). Agitar la mezcla.
4. Llenar un globo con aire y conectarlo a una pequeña botella Drechsel de vidrio que contenga unos mililitros de la solución de sulfuro de hidrógeno diluida. Dirigir el flujo de aire de salida, conteniendo sulfuro de hidrógeno, hacia la superficie del precipitado de cromato de plomo.
5. El precipitado se volverá marrón casi de forma instantánea. Hemos simulado y acelerado el proceso de oscurecimiento observado en los cuadros de van Gogh en varios órdenes de magnitud.

4.3. Conclusiones

Una vez comprobada la reacción por la cual se obtiene un pigmento artificial, podemos recrear el efecto del paso del tiempo en muchos pigmentos artificiales, por la acción redox de ciertos contaminantes atmosféricos. La Industria Química lleva trabajando décadas en la mejora continua de colorantes de distinta índole para teñir fibras, telas, pinturas, etc. y evitar que los colorantes se estropeen prematuramente.

5. CONCLUSIONES FINALES

Como conclusiones finales debemos resaltar una vez más la estrecha unión entre la Ingeniería química y la sociedad, pues los pigmentos y colorantes están presentes en la mayoría de los productos que nos rodean. Es un mercado muy activo y dinámico para satisfacer la creciente demanda de la mayoría de los sectores industriales mundiales.

Cabe destacar que el tema que hemos tratado no es un capítulo cerrado ya que los colorantes naturales están ganando mercado frente a los sintéticos debido a que tanto su fabricación como su uso son más respetuosos con el medio ambiente y la salud.

Por último, nos gustaría enfatizar que mediante la biotecnología se pueden obtener una gran variedad de colorantes naturales de origen biológico, garantizando así su sostenibilidad.

6. BIBLIOGRAFÍA

<http://www.ubic-consulting.com/template/fs/documents/Flavors%20and%20Colorings/The-World-natural-coloring-agent-market.pdf>.

<http://www.scienceinschool.org/2011/issue19/vangogh/spanish>.


F. Delgado Vargas y O. Paredes López (2002). Natural colorants for food and nutraceutical uses. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, pp327.

Wikipedia.

<http://www.porquebiotecnologia.com.ar/index.php?action=cuaderno&opt=5&tipo=1¬e=122>.


<http://es.wikipedia.org/wiki/Pigmento>.

<http://www.scienceinschool.org/2011/issue19/vangogh/spanish>.



PIGMENTOS Y COLORANTES: DESDE LA NATURALEZA A LA BIOTECNOLOGÍA

Alumnos: Daniel Fernández Estrada y Francisco García Mañas
Tutora: Manuela Alonso Alcaraz
2º Bachillerato IES Alborán (Almería) Mayo 2013



1. Uso histórico de los colorantes

Primeras civilizaciones

- Coloración de tintes (1300 a.c.). El vino es un colorante (400 a.c.).
- Se utilizan colorantes naturales para pigmentar productos hechos por el hombre. E, Asafrán y otros especias para pigmentar la manteca.
- Pigmentos inorgánicos (E), cromato de plomo, sulfato de cobre en la producción de azules y azules.
- Primer tinte sintético: la anilina morada, malve o púrpura de Perlin (1856).

Siglo XIX

- Síntesis de pigmentos azo (Peter Gies, 1800): rojo litol, amarillo hansa, etc en pinturas (1805).
- Colorantes de alquitrán y otros derivados del petróleo en alimentos, medicamentos y cosméticos.

1905

- Síntesis del rojo de toluolina (pinturas y tintes)
- Cerca de 200 colorantes sintéticos son aceptados por la FDA y permanecieron hasta 1960.

1938

- Prohibición del uso de un número considerable de colorantes sintéticos en alimentación (principalmente comida rápida).

1960-1970

- Auge del mercado de colorantes naturales (250 m \$USA).
- Crecimiento anual del mercado de colorantes naturales a 10%. Colorantes sintéticos 3 a 5%.

1994

- Colorantes naturales 1000 m \$USA
- Crecimiento anual del mercado de colorantes naturales a 15%.


2002

- Colorantes naturales 1000 m \$USA
- Crecimiento anual del mercado de colorantes naturales a 15%.

2012

- Colorantes naturales 1000 m \$USA
- Crecimiento anual del mercado de colorantes naturales a 15%.

2. APLICACIONES DE LOS COLORANTES SINTÉTICOS Y NATURALES












4. Impulso a la producción de colorantes naturales

(a) Sensibilización en los países desarrollados por los efectos perjudiciales de muchos de los colorantes sintéticos comercializados hasta ahora.
(b) Prohibición de comercialización de productos fabricados con ciertos colorantes sintéticos en mercados internacionales como Japón y UE.
(c) El sector alimentario es el más atractivo para los Inversores.

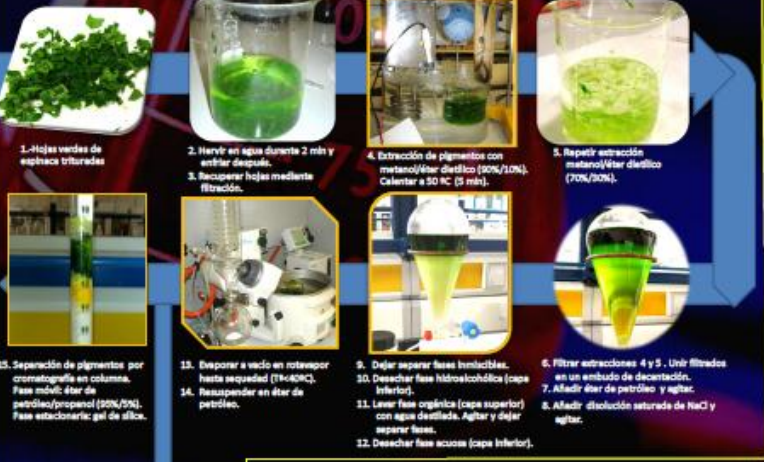
3. Comparación

SINTÉTICOS	NATURALES
Reacciones alérgicas y tóxicas	Fácil impacto medioambiental
Dependencia del petróleo y poco eficientes energéticamente	No residuos tóxicos
Peligrosos para el medio ambiente	Materia prima renovable
	Biodegradables

5. Algunos colorantes naturales alimentarios de origen biotecnológico autorizados en la UE

Colorante	Estructura	Fuente vegetal o animal	Microorganismos
Antioxantina		Plantas	Microalgas y hongos
Beta-Caroteno		Aceite de palma, zanahoria, plantas	Microalgas, hongos y levaduras
Riboflavina		Lleche	Microalgas, hongos y levaduras
Selenina		Remolacha, Tejado de planta	Células de planta
Carbazantina		-	Microalgas, Bacterias
Clorofila		Arándanos, moras	Células de planta
Picoclorina		Arándanos, moras	Células de planta
Luteína		Espinacas, alfalfa, calabaza, maíz, flores	Microalgas
Lycopeno		Tomate	Hongos, Bacterias


6. Extracción y separación de pigmentos naturales por cromatografía en columna (proceso industrial)



- Hojas verdes de espinaca trituradas.
- Hervir en agua durante 2 min y enfriar después.
- Recuperar hojas mediante filtración.
- Extracción de pigmentos con metanol/éter dietílico (90%/10%). Calentar a 50 °C (5 min).
- Repetir extracción metanol/éter dietílico (70%/30%).
- Dejar separar fases inmiscibles.
- Desachar fase hidroscolodica (capa inferior).
- Lavar fase orgánica (capa superior) con agua destilada. Agitar y dejar separar fases.
- Desachar fase acuosa (capa inferior).
- Filtrar extracciones 4 y 5. Unir filtrados en un embudo de decantación.
- Añadir éter de petróleo y agitar.
- Añadir disolución saturada de NaCl y agitar.
- Separación de pigmentos por cromatografía en columna. Fase móvil: éter de petróleo/propanol (90%/10%). Fase estacionaria: gel de sílice.
- Disponer a vacío en rotavapor hasta sequedad (70-80°C).
- Recuperar en éter de petróleo.
- Cromatograma del extracto de pigmentos, realizado por HPLC.

RELEVANCIA DE LA INGENIERÍA QUÍMICA

7. Producción de colorantes sintéticos



- Disoluciones de K_2CO_3 y $Pb(NO_3)_2$.
- Formación de $PbCO_3$ (precipitado amarillo). Filtración y secado del precipitado.
- Formación de vapores de H_2S en botella Drechsel.
- Ocurriencia del amarillo de cromo. Mecanismo: reacción Redox. E: Amarillo de van Gogh.

SUSTANCIA TOXICA

8. Conclusiones

- Los pigmentos y colorantes están presentes en la mayoría de los productos que nos rodean. Es un mercado muy activo y dinámico para satisfacer la creciente demanda de la mayoría de los sectores industriales mundiales.
- Los colorantes naturales están ganando mercado frente a los sintéticos debido a que tanto su fabricación como su uso son más respetuosos con el medio ambiente y la salud.
- Mediante la biotecnología se pueden obtener una gran variedad de colorantes naturales de origen biológico, garantizando así su sostenibilidad.
- A través de la Ingeniería Química es posible diseñar procesos químicos y biológicos que satisfagan las demandas de la Sociedad.

9. Agradecimientos

Al Dpto. de Ingeniería Química de la Universidad de Almería por ceder sus laboratorios para la realización de una parte de este proyecto, así como por la realización de la cromatografía en HPLC del extracto de pigmentos.

QUÍMICA A LA CARTA

Achón Buil A., Jiménez Salmerón G., Berbel Murcia A., Sánchez Hidalgo M., Camacho Rodríguez J.M., Senovilla Ardid J., Castillo Castillo J.J., Thompson Gallardo A. y Pérez García S.

ÁREA: Ingeniería química y la Industria Alimentaria

CENTRO EDUCATIVO: Colegio Agave. Camino de la Gloria 17. Almería.

PROFESOR: Susana Pérez García.

DATOS DE CONTACTO (EMAIL): superez2076@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN

El alginato, polisacárido natural que se encuentra en la pared celular de las algas pardas (*Phaeophyceae*), es ampliamente utilizado en la encapsulación de fármacos, proteínas y productos fitosanitarios (Flores, 2007). Se trata de un polisacárido lineal aniónico constituido por dos unidades monoméricas, el ácido β -D-manurónico (M) y el ácido α -L-gulurónico (G).

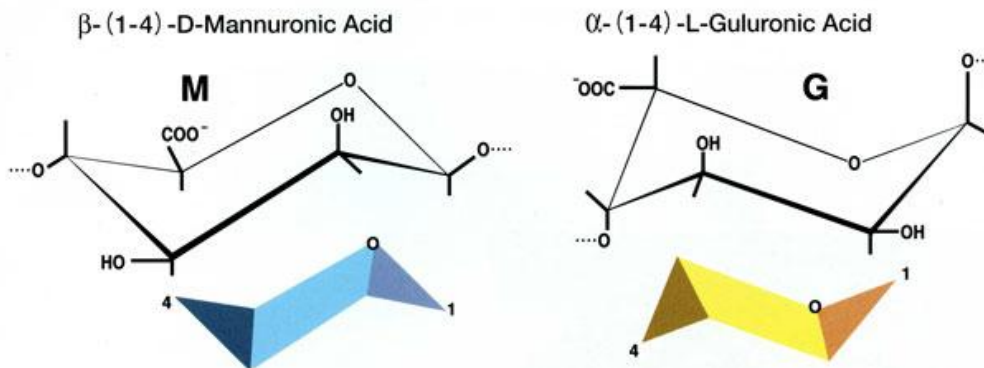


Figura 1. Estructura de las unidades monoméricas del alginato

Estos se agrupan en bloques de secuencias MM, MG, unidos por enlaces glucosídicos β -(1-4); y bloques GG, GM, unidos por enlaces glucosídicos α -(1-4). Las propiedades gelificantes de sus residuos gulurónicos con iones divalentes, como el calcio, permiten la formación de matrices de alginato en forma de gel, película, granos y “pellets” (Sarmento, 2006), basándose en la siguiente reacción:



2. OBJETIVO

Se pretende imitar la textura y la forma del caviar para elaborar distintos alimentos, queriendo conseguir esferas uniformes, con aspecto llamativo y de sabor agradable, debiendo optimizar las condiciones para su obtención.

3. METODOLOGÍA

En este Proyecto de Investigación se ha trabajado en la esferificación con alginato de distintas muestras de alimentos como: sandía, melón, melón Cantaloupe, aceitunas verdes y negras, fresas, refresco de cola, yogur, nata con chocolate, té de mango y melocotón en almíbar. Para ello se han optimizado las condiciones del proceso de gelificación: relación alginato/alimento, concentración de disolución de iones calcio, agitación del baño, así como tiempo de contacto de las esferas con los iones calcio, en función del tamaño deseado. En algunos casos se ha añadido un corrector de acidez (azúcar o citrato de sodio) en el caso de las fresas o bien un aditivo o colorante, para mejorar el sabor o aspecto del producto obtenido.

El primer paso para la obtención del caviar es dispersar el alginato de sodio en una cantidad del alimento ya triturado, con la ayuda de una batidora. Por otro lado se prepara una disolución de una sal de calcio en agua (CaCl_2). La técnica para generar formas similares a las huevas consiste en poner la mezcla de alginato y alimento en un recipiente y verter, poco a poco, gotas sobre un baño provisto de agitación que contiene la disolución de cloruro de calcio. Los recipientes usados para la muestra alimento-alginato han sido embudos de decantación o jeringas de polipropileno, para gránulos de tamaño pequeño, y cucharas medidoras para gránulos de tamaño grande. Seguidamente se han retirado los gránulos obtenidos y se han lavado con agua para eliminar restos de calcio. Esta **esferificación** descrita se conoce como **básica**. También existe otro proceso, contrario al anterior, llamado **esferificación inversa**. Si el alimento que se desea esferificar ya contiene calcio, se hace gotear éste sobre una dispersión de alginato. Esta esferificación inversa la hemos empleado en el caso de yogur natural y aceitunas verdes (añadiendo además almíbar y xantana, respectivamente).

Las cantidades de alginato, alimento, junto con agua y/o aditivos, concentración de disolución de CaCl_2 , así como velocidad de agitación del baño aparecen en la siguiente tabla:

2012/2013

ENSAYOS	Alginato de sodio (g)	[CaCl ₂] (mol L ⁻¹)	Alimento (+ agua o aditivos)	Agitación (rpm)
Melón	2	0,06	250 g (con y sin colorante)	200
Sandía	2	0,06	250 g	200
Aceitunas negras	0,15	0,24	20 g	0
Fresas 1	0,4	0,24	50 g (+ 50 mL H ₂ O)	120
Fresas 2	0,4	0,24	50 g (+ 50 mL H ₂ O + 1 g citrato)	120
Fresas 3	0,4	0,24	50 g (+ 50 mL H ₂ O + 20 g azúcar)	120
Melón Cantaloupe	2	0,06	250 g	200
	2	0,06	250 g (+ 20 g azúcar + colorante)	200
Refresco de cola	1,3	0,09	250 mL	200
Yogur (inversa)	5	-	100 g (+ 10 g almíbar + colorante)	0
Nata + chocolate	2	0,06	100 g nata + 5 g cacao (+ 5 g azúcar + 50 mL H ₂ O)	0
Té de mango	2	0,06	16 g (+ 400 mL H ₂ O + 20 g azúcar)	0
Aceitunas verdes (inversa)	7,5	-	500 g (+ 200 g jugo aceituna + 0,75 g xantana)	0
Melocotón en almíbar	3	0,06	250 g	200

4. RESULTADOS

- La concentración de la disolución de CaCl₂ del baño ha sido de: 0,06 M para las muestras de melón, sandía, nata-chocolate, té y melocotón, de 0,24 M para aceitunas negras y fresas y de 0,09 M para el refresco de cola.
- Se han conseguido obtener esferas de alimentos con distinto tamaño: tamaño pequeño, usando embudos de decantación o jeringas de polipropileno o tamaño grande, usando cucharas medidoras.
- El tiempo de permanencia de los gránulos de alimento en el baño de calcio ha sido 1 minuto para esferas de tamaño pequeño y 3 minutos para tamaño grande.
- La velocidad de agitación óptima del baño de calcio ha sido de 200 rpm para las

muestras de melón, sandía y refresco de cola, 120 rpm para la muestra de fresas y el resto de alimentos sin agitación, puesto que se rompían o se deformaban los gránulos obtenidos.

- En el caso de las fresas se ha medido el pH de la dispersión, con una tira de papel indicador, una vez añadido el alginato. El valor de pH estaba entre 4-5. Se ha modificado el pH con citrato de sodio consiguiéndose un sabor ligeramente salino y una forma de gránulos no totalmente esférica. El valor de pH no puede ser inferior a 5 para una óptima gelificación. Finalmente se ha conseguido el mismo cambio de pH (pH=7) añadiendo 20 g de azúcar. En este último caso se ha potenciado tanto el color como el sabor, obteniéndose gránulos totalmente esféricos.
- Se han añadido diferentes colorantes a distintas dispersiones de alimento-alginato, obteniendo una gran variedad de esferas.

5. CONCLUSIÓN

Con esta técnica sencilla se pueden conseguir esferas de diferentes alimentos con el tamaño y color deseado, con aspecto llamativo y de sabor muy agradable.

6. BIBLIOGRAFÍA

SARMENTO, B.; Martins, S. "Development and comparison of different nanoparticulate polyelectrolyte complexes as insulin carriers". *Int. J. Pept. Res. Ther.* 12, 131-138 (2006).

FLORES, F.; Pérez, S.; Villafranca, M.; Fernández, M. "Modifying sorbents in controlled release formulations to prevent herbicides pollution". *Chemosphere*, 69, 785-794 (2007).

<http://www.molecularrecipes.com/spherification/>

<http://www.molecularrecipes.com/spherification/basic-spherification/>

2012/2013



QUÍMICA A LA CARTA

Achón A., Berbel A., Camacho J.M., Castillo J.J., Jiménez G., Sánchez M., Senovilla J., Thompson A.

Susana Pérez García (Dpto. de Ciencias) CENTRO EDUCATIVO AGAVE

Esferificación

La esferificación con alginato es una técnica culinaria que pretende imitar la textura y la forma del caviar para elaborar distintos alimentos, generalmente líquidos, consiguiendo una explosión de sabor en boca. Se emplea desde los años 90 en alta cocina. También se usa para encapsular fármacos y productos fitosanitarios (Flores, 2007; Sarmiento, 2006).

Se necesita una sustancia natural denominada alginato de sodio y una disolución que contenga iones divalentes. El primer paso es dispersar el alginato en una cantidad del alimento líquido. Por otro lado se prepara una disolución de una sal de calcio en agua (normalmente CaCl_2). La técnica para generar formas similares a las hecevas consiste en poner la mezcla de alginato y alimento en un recipiente y verter, poco a poco, gotas sobre la disolución de cloruro de calcio. Al entrar en contacto la superficie del líquido se gelifica, obteniéndose esferas del alimento ensayado, cuyo fundamento es la siguiente reacción:



Seguidamente se retiran los gránulos obtenidos y se lavan con agua para eliminar restos de calcio.

También existe otro proceso, contrario al anterior, llamado esferificación inversa. Si el líquido que se desea esferificar ya contiene calcio, se hace gotear éste sobre una dispersión de alginato. Si el líquido no posee calcio se le añade gluconolactato de calcio antes de gotear sobre la disolución de alginato.



Té de mango



Refresco de cola



Fresas



Sandía y melón (blanco y verdoso)

Caviar de Melocotón



Se trituran 250 g de melocotón en almíbar.



Se añaden 3 g de alginato a 1/3 de la cantidad de melocotón y se bate hasta que la mezcla quede homogénea. A continuación se añade el resto del triturado de melocotón y se vuelve a batir.



Por otro lado se prepara un baño de cloruro de calcio, disolviendo 6,5 g de CaCl_2 en 1 l. de agua.



Se llena una jeringa o cucharas medidoras con la mezcla de melocotón y alginato y se deja caer, poco a poco, sobre el baño de cloruro de calcio previsto de agitación, evitando así que se aglutinen los gránulos de caviar obtenidos. Una vez formadas las esferas, se deja transcurrir 1 minuto en el baño para la formación completa de los gránulos pequeños y 3 minutos para los gránulos más grandes.



Seguidamente se retira el caviar del baño y se introduce en uno nuevo con agua para eliminar el exceso de sal que pudiera quedar.



Finalmente se extrae el caviar, estando listo para el consumo.

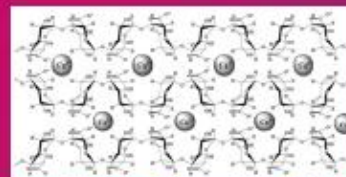


Alginatos

Los alginatos son las sales del ácido alginico, polisacárido natural que se encuentra en la pared celular de las algas pardas (*Phaeophyceae*), y que está constituido por dos unidades monoméricas, el ácido β -D-manurónico (M) y el ácido α -L-gulurónico (G). Estos se agrupan en bloques de secuencias MM, MG, unidos por enlaces glucosídicos β (1-4); y bloques GG, GM, unidos por enlaces glucosídicos α (1-4). Para su obtención, en primer lugar, se realiza un tratamiento alcalino con el fin de extraer las sales alginicas (de sodio, de potasio, etc.) presentes en las algas.

La importancia de los alginatos para la industria alimentaria, farmacéutica y química, en general, está dada por su propiedad hidrocoloidal. Es decir, su capacidad de hidratarse en agua caliente o fría para formar soluciones viscosas, dispersiones o geles. Los alginatos son, de esta manera, únicos en cuanto a sus propiedades como espesantes, estabilizantes, gelificantes y formadores de películas, teniendo un amplio abanico de aplicaciones (Lin, 2005; Veglio, 2002).

La gran variedad de aplicaciones de estos productos se basa en su comportamiento frente al agua y en su reactividad frente al calcio, consecuencia ambas de la geometría molecular. El modelo que explica la formación de los geles de alginato con sales de calcio se basa en la formación de una unidad dimérica entre los iones calcio y las cadenas del polímero en forma de bucles (bloques GG). La estructura tridimensional de las cadenas ricas en ácidos gulurónicos generan distancias entre los grupos carboxilos e hidroxilos que permiten un alto grado de coordinación de iones calcio, formándose la siguiente estructura:



Proyecto de Investigación

En este proyecto se han optimizado las condiciones para obtener caviar de distintos alimentos como: sandía, melón, acelunas verdes y negras, fresas, refresco de cola, yogur, nata con chocolate, té de mango y melocotón en almíbar. Para ello se ha trabajado con distintas variables: proporción alginato-alimento, concentración de CaCl_2 , tiempo de contacto de las esferas en el baño de calcio, agitación y tamaño de los gránulos formados. En algunos casos se ha añadido un corrector de ácidos (azúcar o citrato de sodio) en el caso de las fresas o bien un colorante, para mejorar el sabor o aspecto del producto obtenido.

La metodología experimental seguida para obtener alimentos esferificados se ha basado en el uso de embudos de decantación o jeringas de polipropileno, para gránulos de tamaño pequeño, y cucharas medidoras para gránulos de tamaño grande.

Conclusión: con esta técnica sencilla se pueden conseguir esferas de diferentes alimentos con el tamaño y color deseado, con aspecto llamativo y de sabor muy agradable.

Bibliografía FLORES, F.; PÉREZ, S.; VILLANUEVA, M.; FERNÁNDEZ, M. *Chemosphere*, 69, 740-754 (2007). LIN, Y.; PUGH, S. *Journal of Food Science*, 100, 427-43 (2005). SARMIENTO, R.; MARTÍN, S. *Int. J. Food Res. Technol.*, 15, 121-128 (2004). VEGLIO, F.; DEQUO, A. *Hydrocolloids*, 19, 43-57 (2004).

BIOSAG. SISTEMA BIOLÓGICO A GAS

González Pérez S., Rodríguez Torres M.J., Díaz Martín A.E., Bulychev A., Fernández Hidalgo R., García Avendaño P., Jiménez Antequera J.J., Lidueña Mañas F.J., López Peregrina M.A., Manzano Pozo R.J., Núñez Cecilio C. y Morales Arco Y.

ÁREA: Ingeniería Química y la energía

CENTRO EDUCATIVO: I.E.S. Puebla de Vúcar

PROFESOR: Cayetano Núñez Cecilio/Yolanda Morales Arco

DATOS DE CONTACTO (EMAIL): yolandamoralesarco@gmail.com

1. OBJETIVOS

-En relación a los alumnos: uno de los objetivos de la puesta en práctica de este proyecto es la familiarización de los alumnos en la creación y utilización de un biodigestor de bajo costo, así como la obtención de biogás y del biol como fertilizante natural. Los alumnos conocerán la importancia de la tecnología apropiada para la construcción de este biodigestor de bajo costo, de fácil instalación y mantenimiento, fabricado con materiales usuales de nuestro entorno. Estarán mejor capacitados en la práctica de la construcción de proyectos tecnológicos (diseño, presupuesto, materiales y fabricación).

-En relación a la sostenibilidad: pretendemos difundir que la energía obtenida en el biodigestor como biogás es totalmente limpia, barata y fácil de obtener y además, es renovable. La fabricación industrial de los biodigestores en el mundo actual favorecerá la sostenibilidad autosuficiente de las granjas. Con menos dinero se contribuirá al desarrollo rural de la agricultura.

Estamos usando recursos naturales de la forma más beneficiosa, contribuyendo a la persistencia de recursos naturales. Al mismo tiempo protegemos al medio ambiente evitando las emisiones nocivas y desarrollando nuevas fuentes de energía. En definitiva con este proyecto se nos permitiría vivir mejor facilitándonos combustible para uso doméstico además de un buen fertilizante natural que mejorará el rendimiento de las cosechas.

Con nuestro proyecto contribuiremos al desarrollo sostenible puesto que está estrechamente relacionado con el bienestar social económico y ecológico de nuestra localidad.

2. METODOLOGÍA

Los biodigestores son sistemas herméticos diseñados para optimizar la producción de biogás por medio de desechos orgánicos, lo que permite obtener energía limpia renovable y de bajo coste. En este proceso también se obtienen productos secundarios, como el biol usados como fertilizantes.

Existen biodigestores:

- De flujo discontinuo: la carga de la totalidad del material a fermentar se hace al inicio y la descarga del efluente al finalizar el proceso.
- De flujo semicontinuo: la carga del material a fermentar y la descarga del efluente se realiza de manera continua en intervalos de tiempo (una vez al día). Sirven para purificar el agua contaminada.
- De flujo continuo: para tratamiento de aguas residuales. Son de corte industrial con producciones mayores.

DESCRIPCIÓN DEL BIODIGESTOR DISCONTINUO CONSTRUIDO

- Materiales: garrafa de PVC de alta densidad, abrazadera, teflón, llaves de paso, tupo pequeño de plástico.

- Dimensiones:

- Capacidad: unos 15 litros aproximadamente. Mezcla 1:4 de estiércol con agua, finalmente se alcanzará un equilibrio hidráulico por el que la cantidad de estiércol mezclado con agua que se introduzca, saldrá una determinada cantidad de fertilizante.

- Entradas: la botella tiene una sola boquilla por la que hemos introducido el agua y la materia orgánica.

- Salidas: el biodigestor dispone de una llave de paso principal y de varias llaves de paso secundarias.

- Rendimiento: Se necesitarían 20 kg de estiércol fresco diariamente para cinco horas de combustión en una cocina.

1 m³ de gas puede generar:

- 1.25 kw/h de electricidad.

-Generar 6 horas de luz equivalente a una bombilla de 60 watt.

-Poner a funcionar un refrigerador de 1 m³ de capacidad durante 1hora.

-Hacer funcionar una incubadora de 1 m³ de capacidad durante 30 minutos.

-Hacer funcionar un motor de 1 HP durante 2 horas.

FUNCIONAMIENTO DEL BIODIGESTOR

Dentro del biodigestor se deposita el material orgánico a fermentar (excrementos de caballo, desechos vegetales) en determinada dilución de agua para que a través de la fermentación anaeróbica se produzca gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio y se disminuya el potencial contaminante de los excrementos.

Porcentaje de gas metano obtenido: 70%. Otros gases: hidrógeno, nitrógeno, oxígeno: 30%.

Digestión anaerobia:

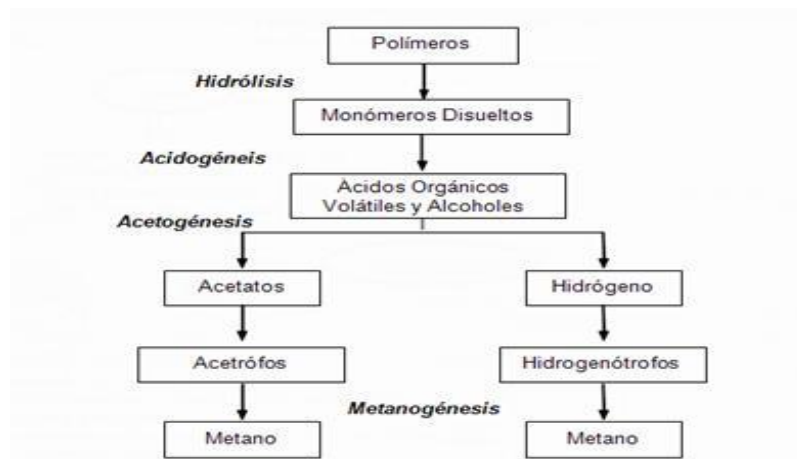


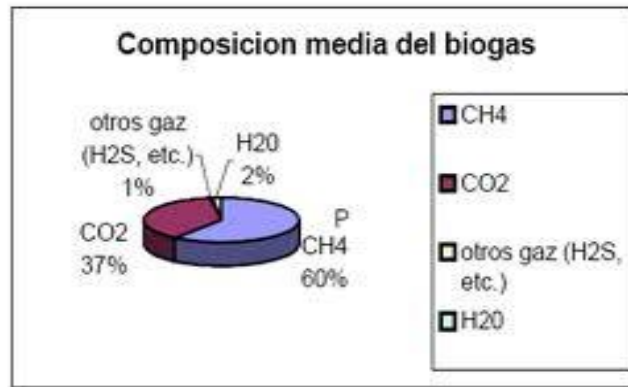
Figura 7. Esquema simplificado de las etapas metabólicas de la anaerobiosis.

Debido a la ausencia de oxígeno en el interior de la cámara hermética, las bacterias anaerobias contenidas en el propio estiércol comienzan a digerirlo.

Se produce inicialmente una fase de hidrólisis (degradación de compuestos orgánicos complejos en compuestos simples) y fermentación, la acidogénesis (obtención de ácidos grasos), la acetogénesis (producción de acetato) y la metanogénesis (generación de metano).

El proceso gaseoso llamado biogás realmente tiene otros gases en su composición (dióxido de carbono 20%-40%, nitrógeno molecular (2%-3%) y sulfhídrico (0,5%) siendo el metano el más abundante con un 60%-80%.

2012/2013



¿QUÉ SE HACE CON EL GAS OBTENIDO? ¿CÓMO SE ALMACENA?

Con el gas obtenido se pretende mover una turbina con el fin de producir energía eléctrica y almacenarla en baterías. La conducción de biogás una vez generado, se hace de forma directa, manteniendo todo el sistema a la misma presión (entre 8 y 13 cm de columna de agua dependiendo de la altura y el tipo de llave de abertura). Esta presión se alcanza incorporando en la conducción una válvula de seguridad. El gas obtenido lo estamos almacenando en el propio biodigestor.

FERTILIZANTE OBTENIDO:BIOL

El desecho de este biodigestor es un abono de gran calidad, por lo que se podría cultivar con mayor facilidad y mediante residuos orgánicos seguir fabricando este gas, por lo que es una energía sostenible y constante. Este afluente actúa a su vez como un buen repelente de plagas e insectos de los cultivos. Se usa también para fertilizar estanques para el cultivo de algas y fitoplacton, que consumen los peces.



3. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRODUCTIVIDAD

Uno de los parámetros que permite estimar la producción de biogás en un biodigestor es la productividad de metano o productividad metanoica.

La producción de metano, tiene un límite que depende fundamentalmente de la naturaleza de la materia dispuesta en el sistema digestor. La máxima generación de metano se estimaría (Sogari, 2003):

$$\text{Cantidad máxima generada de CH}_4 = \frac{\text{Volumen de CH}_4 \text{ generado}}{\text{Cantidad de materia orgánica total usada}}$$

FACTORES QUÍMICOS

A) Composición química ideal del sustrato.

Los sustratos ideales para la digestión anaerobia en biodigestores son los desechos orgánicos húmedos de origen agrícola, industrial, doméstico y municipal, así como las excretas de origen humano y animal porque no contienen contaminantes, patógenos, ni metales pesados. La relación carbono-nitrógeno debe estar en una proporción de entre 20 y 30 partes del primer elemento por cada parte del segundo.

Si la proporción de nitrógeno aumenta la producción de biogás puede disminuir debido a la formación de amonio, el cual se genera durante la degradación anaeróbica de urea o proteínas. El amonio libre puede ser inhibitorio para la fermentación anaeróbica y tóxico para las bacterias metanogénicas (Guevara, 1996; Gallert y Winter, 1997; Cui y Jahng, 2006). Lo ideal es combinar materiales ricos en nitrógeno con materiales abundantes en carbono para obtener un buen balance de nutrientes

B) Combinación de sustratos.

La co-digestión de sustratos (estudios realizados con combinación de estiércol con la planta *Eichornia crassipes* da como resultado no sólo un fuerte incremento de la productividad del biogás, sino también una disminución del contenido de oligoelementos de los residuos digeridos (Martínez, Böttinger, Oechsner, Kanswohl, Schlegel, 2008; Gleixner, 2007; Weiland, 2000; Guevara, 1996). Se equilibra la proporción de nutrientes disponibles para las comunidades microbianas encargadas de la producción de biogás.

C) Adición de grasas.

Las grasas vegetales poseen un alto potencial energético debido a su composición química y elevado contenido de lípidos degradables por bacterias anaeróbicas. Cuando se agregan a los biodigestores pueden aumentar en hasta un 2400% la productividad de biogás (estudio realizado en Costa Rica por investigadores de la EARTH). De esta manera, la utilización de grasas vegetales junto con la combinación de sustratos ricos en nitrógeno y abundantes en carbono permite elevar la productividad de los biodigestores.

FACTORES FÍSICOS

Tiempo de fermentación

En el interior del biodigestor se ha estado llevando a cabo la fermentación de los desechos orgánicos durante 3-4 semanas para obtener gas metano de gran calidad. Un mayor tiempo de la materia prima en el interior de la cámara es importante para proveer un fertilizante ecológico natural de más calidad.

Temperatura

La biodigestión anaerobia puede ocurrir en un amplio rango de temperaturas que van desde los 5°C hasta los 60°C. Las bacterias metanogénicas son más sensibles a la temperatura que los demás microorganismos de un biodigestor, debido a que su velocidad de crecimiento es más lenta. Un decrecimiento de temperatura podría retardar la producción de metano, sin perjudicar la actividad de las bacterias acidificantes, lo cual permite una excesiva acumulación de ácidos y una posible falla en el biodigestor. En este sentido, se debe procurar mantener un microclima cálido en el biodigestor para conservar una tasa de producción de biogás alta. El contenido de metano en el biogás producido a partir de excrementos desproteinizados también aumenta. Esto se debe a que entre el 40% y el 50% del peso seco de una célula microbiana corresponde a las proteínas que generan amonio. El amonio libre inhibe la producción de biogás ya que es tóxico para las bacterias metanogénicas. Por este motivo la eliminación de proteínas de los excrementos puede optimizar tanto la producción como la calidad del biogás (desnaturalización por pH alcalino).

Una estrategia para aumentar la temperatura del biodigestor y a la vez mantenerla más constante consiste en la construcción de una estructura liviana forrada con plástico de invernadero. La temperatura ambiente indicará el tiempo de retención para que las bacterias puedan digerir la materia (unos 30°C requieren 10 días, 20°C unos 25 días). Se recomienda instalarlo en el exterior para que se acelere el proceso.

Se mejorará los resultados si se combinan distintos sustratos (excrementos de animales y restos orgánicos).

Separación de sólidos

Las impurezas como plásticos o arena se deben separar mediante técnicas de flotación y sedimentación. Además, una reducción de tamaño de los desechos sólidos a partículas de 10 a 40 mm es necesaria para lograr una mejor accesibilidad biológica y con mejor flujo de sustrato en el proceso (Weiland, 2000). De acuerdo con Kasapgi y sus colaboradores (2001), el uso de membranas tubulares sin soporte para la ultrafiltración, acopladas al biodigestor como una unidad externa, permite lograr un incremento significativo en la cantidad de biogás con valor energético.

Separación de fases

El porcentaje de biomasa que es convertida a metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2) es de, aproximadamente, 70%. Para que éste aumente, se requiere una separación de las fases que componen la digestión anaerobia de la materia orgánica. Algunas experiencias realizadas optimizando las condiciones de pH y temperatura al separar estos procesos en tres etapas han demostrado un mayor rendimiento. Pero las plantas agrícolas suelen usar de una sola fase por motivos económicos.

El pH necesario para que se desarrolle el proceso satisfactoriamente se debe mantener entre 6-8. Su valor no sólo determina la producción de biogás sino su composición. Si desciende el pH será un biogás pobre en metano con menos cualidades energéticas. Si aumenta el pH se favorece la formación de amoníaco, que en elevadas concentraciones es inhibidor del crecimiento microbiano.

FACTORES BIOLÓGICOS

A) Adición de bacterias termofílicas

De acuerdo con Miah y sus colaboradores (2005), la adición de una pequeña cantidad de bacterias termofílicas aeróbicas (TA) tiene un gran potencial como tratamiento rentable para acelerar la digestión anaeróbica de desechos biológicos. La adición de 5% (v/v) de materia TA a excrementos metanogénicos aumentó la producción de biogás con una concentración de metano de 50-67%. Esto se debe a que, durante la solubilización de la materia, las enzimas de bacterias TA excretadas influenciaron la hidrólisis de esa materia orgánica durante la digestión

anaeróbica. No obstante para trabajar con TA, la fermentación metanogénica se necesita una temperatura de operación mezcla de bacterias aisladas de suelo y cercana a los 65°C. Lo que eleva el costo.

B) Importancia de los metanógenos

Según Demirel y Scherer (2008), las diferencias en las condiciones ambientales y de operación afectan al comportamiento de las bacterias, metanógenos acetotróficos e hidrogenotróficos, presentes en un digestor de biogás. Los metanógenos acetotróficos son anaerobios obligados que convierten el acetato en metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2). Su actividad y funcionamiento son de gran importancia durante la conversión anaeróbica del acetato. La actividad de los metanógenos hidrogenotróficos, por su parte, es crucial para un funcionamiento estable y eficiente del biodigestor, aunque la disponibilidad de hidrógeno puede ser un factor limitante para estos microorganismos.

Para promover un aumento en la productividad de los biodigestores es posible inocularlos con fuentes conocidas de microorganismos metanógenos como el rumen de vaca, lo cual representa una alternativa eficiente y de bajo coste.

4. VENTAJAS

- Proporcionan combustible (biogás) que puede ser sustituyente de otras fuentes energéticas. En el sector rural puede ser usado como combustible en motores de generación eléctrica para autoconsumo, para hornos, calentadores y refrigeradores.
- Reducen la contaminación ambiental. El aprovechamiento del biogás impulsa la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero como el metano(CH_4), cuyo potencial de calentamiento global es 23 veces mayor que el del dióxido de carbono (CO_2) (Campero, Kristine, Cuppens, Mizme, 2008 reduce las emisiones de metano)
- Se produce abono orgánico (bioabono o biol). Se reduce así el uso de fertilizantes químicos.
- Mejora las condiciones higiénicas de la casa rural y/o unidad de producción. Evitan la contaminación de aguas subterráneas por lixiviación.
- Produce beneficios micro-económicos. Es un sistema sostenible, sencillo introducido en comunidades rurales de zonas subdesarrolladas para solventar la problemática energética-ambiental.

5. INCONVENIENTES

- Riesgo de explosión, en caso de no cumplirse las normas de seguridad para gases combustibles.
- Debido a la baja velocidad de crecimiento de los microorganismos, en el proceso anaeróbico la puesta en marcha de este tratamiento es lenta.
- El tratamiento anaerobio a temperatura ambiente resulta demasiado lento, lo que supone un aporte externo de energía (sol) ya que requiere temperaturas de, al menos, 35 °C, para que la actividad de las bacterias sea óptima. Las temperaturas ambientales suelen ser adversas.

6. CONCLUSIONES

La explotación de energía no renovable como combustible, gas natural, carbón, así como también el uso irracional de pesticidas, fertilizantes químicos y la deforestación de los bosques, constituyen fuentes de deterioro ambiental que casi siempre son irreversibles. En la sociedad de consumo moderna estos combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas) se han hecho indispensables. Todos ellos extinguidos, son fuertemente contaminantes y utilizados en forma ineficiente por el interés predominante de la producción de energía sobre el de su efecto ecológico. Los biodigestores son sin embargo una fuente de energía renovable en pleno desarrollo. Son sistemas diseñados para optimizar la producción de biogás por medio de desechos orgánicos, lo que permite obtener energía limpia, renovable y de bajo costo.

Nos gustaría que nuestro proyecto nos ayudara a hacer un mundo más sostenible porque:

- La sustitución de energía fósil por renovables es una necesidad para el desarrollo presente y futuro de la humanidad. Fomentando el desarrollo de sistemas sostenibles usando biocombustibles.
- Es un ejemplo del consumo de agua de forma eficiente asegurando la vida y actividad de personas en el planeta.
- Es una forma de reciclar residuos para reducir la presión sobre las materias primas y los recursos limitados.
- Fomenta el desarrollo de sistemas sostenibles usando biocombustibles que reducen la emisión de dióxido de carbono a la atmósfera.
- Promueve la producción eficiente y el consumo responsable de recursos para garantizar su disponibilidad y accesibilidad a un número creciente de personas.

7. BIBLIOGRAFÍA

Valorización del estiércol de cerdo a través de la producción de biogás. Asociación Colombiana de Porcicultores.

Fundación Proteger. Proceso de construcción de un biodigestor.

Biodigestores un ejemplo de tecnología limpia para el Desarrollo Sostenible.

WEB:

Estudio y diseño de un biodigestor para aplicación en pequeños ganaderos y lecheros.

http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2010/cf-perez_jm/pdfAmont/cf-perez_jm.pdf

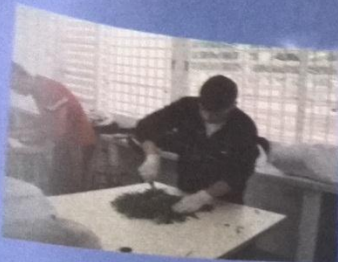
www.biodigestores.org

Desarrollo sostenible en la India gracias al Biogás:

<http://www.energiasurdeeuropa.com/index.php>

AEBIG. Asociación española de Biogás : <http://ww.aebig.org>

Empresas : Biocarsa, Mecarum , Kurata , Abengoa.



HAY



DESECHOS



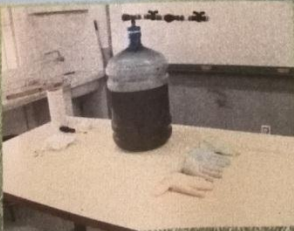
NO



SOLO



BIOSAG



RECURSOS

Proyecto Biosag
I.E.S. La Puebla
Mayo de 2013

¿SE PUEDE MEDIR EL CRECIMIENTO DE LAS ALGAS DE FORMA CASERA?

Baumela Puertas J.I., Saracho Cruz L. y Galindo Cuenca A.

ÁREA: Ingeniería química y la Biotecnología.

CENTRO EDUCATIVO: Colegio La Salle Almería - Virgen del Mar. Avenida Federico García Lorca 60. Almería.

PROFESOR: Antonio Galindo Cuenca.

DATOS DE CONTACTO (EMAIL): a04galindo@gmail.com

ÍNDICE

1. Introducción
2. Realización de nuestro proyecto casero
3. Metodología
4. Resultados
5. Problemas que aparecieron en nuestro proyecto. Análisis DAFO

1. INTRODUCCIÓN

Hemos realizado este proyecto con la intención de determinar la concentración de microalgas mediante un aparato casero realizado por nosotros, estableciendo una relación entre concentración e intensidad de luz. Nuestro método intenta imitar a un espectrofotómetro.

2. REALIZACIÓN DE NUESTRO PROYECTO CASERO

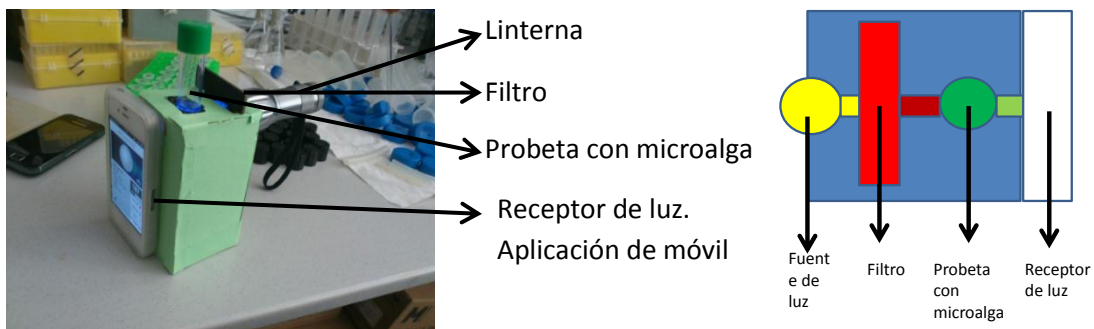
Hemos llevado a cabo un aparato casero que se compone de:

- Un emisor de luz: nuestro emisor de luz es una linterna de LED fija a la pared de la caja para evitar posibles cambios en el resultado de la medición.
- Unos filtros: hemos construido unos filtros de colores imitando las diferentes longitudes de onda que se podrían seleccionar en el espectrofotómetro, ya que para medir una

2012/2013

microalga de manera óptima se necesita una determinada longitud de onda en el espectrofotómetro. Nuestros filtros son de tres colores: rojo, azul y amarillo.

- Nuestro contenedor de la probeta con microalga: en ella se conservaba la oscuridad. La caja está pintada de negro para no interferir de manera alguna en nuestros resultados. Además, cuenta con unos carriles para dirigir la luz de forma que ésta no se propague por el resto de la caja.
- La probeta con microalga: hemos realizado este proyecto con la microalga *Isochrysis galbana*, una microalga marina. La longitud de onda óptima para esta microalga es 530 nm.
- Un receptor de luz: este método se completa con un receptor de luz. Nuestro receptor de luz es un móvil. Hemos descargado una aplicación que, mediante el sensor de luz de la cámara, mide la intensidad de luz que recibe el móvil. El móvil está fijo a la caja, al igual que la linterna, para evitar posibles datos erróneos.



3. METODOLOGÍA

Hemos realizado 4 diluciones de la microalga en agua. Más tarde, medimos la absorbancia de esas diluciones en el espectrofotómetro y hallamos su concentración. Las diluciones y sus concentraciones son:

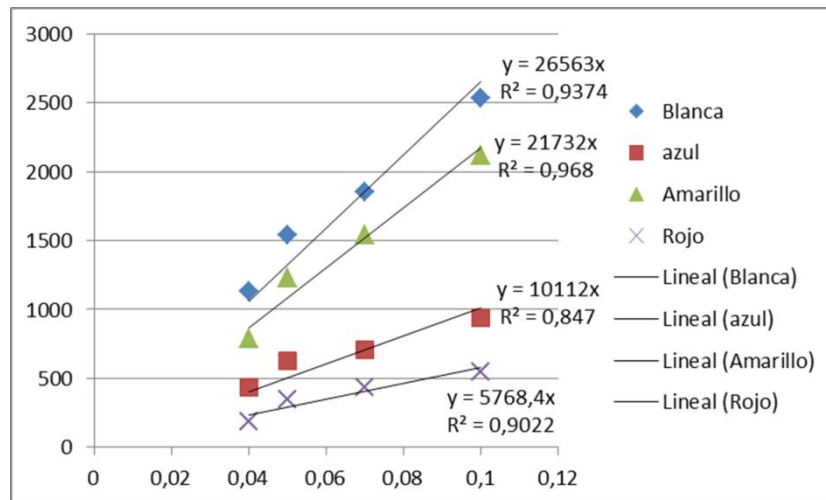
- 1:1 -> 2 ml agua, 2 ml cultivo. Absorbancia: 0,332A. Equivale a 0,1 gr/L
- 1:2 -> 4 ml agua, 2 ml cultivo. Absorbancia: 0,240A. Equivale a 0,07 gr/L
- 1:3 -> 3 ml agua, 1 ml cultivo. Absorbancia: 0,167A. Equivale a 0,05 gr/L
- 1:4 -> 4 ml agua, 1 ml cultivo. Absorbancia: 0,134A. Equivale a 0,04 gr/L

Estas diluciones luego fueron medidas en nuestro aparato, y demuestran que hay una relación directamente proporcional entre concentración de microalgas e intensidad de luz. A mayor concentración de microalgas mayor intensidad de luz se recibe.

4. RESULTADOS

Mediante el programa Microsoft Excel realizamos un cuadro con nuestros resultados y una dispersión de los resultados en una gráfica. Nuestra dispersión formaba una recta.

C, gr/L	Blanca	Azul	Amarillo	Rojo
0,04	1130 lux	431 lux	790 lux	187 lux
0,05	1540 lux	628 lux	1230 lux	345 lux
0,07	1850 lux	704 lux	1540 lux	431 lux
0,1	2530 lux	942 lux	2120 lux	547 lux



5. PROBLEMAS QUE APARECIERON EN NUESTRO PROYECTO. ANÁLISIS DAFO

Durante nuestro proyecto se nos han presentado múltiples problemas. El primero, fue encontrar una aplicación de móvil que midiese intensidad de luz. Nuestros móviles no tenían sensor de luz y no existen aplicaciones para éstos. Tuvimos que pedir prestado un iPhone 4. A la vez que esto, tuvimos problemas para encontrar alguien que nos ayudase, pues no sabíamos dónde encontrar cultivos de microalgas. Tras buscar, Javier Camacho, del Área de Ingeniería Química de la Universidad de Almería, nos ayudó en nuestro proyecto. El tercero fue llevar a cabo nuestro proyecto. Nuestro aparato tenía múltiples fallos que hemos tenido que ir retocando hasta llevarlo a cabo. Primeramente, no tuvimos en cuenta la medida de la probeta del laboratorio, y tuvimos que arreglarlo. Después, y lo más importante de nuestro proyecto, nos dimos cuenta de que nuestro foco de luz y nuestra probeta no estaban fijos, lo que nos

daba muchos fallos en la medición, ya que las medidas oscilaban siempre. Para ello, decidimos pegar la linterna e incorporar unos carriles que fijasen la probeta y direccionaran la luz.

Análisis DAFO

Análisis interno:

- **Fortaleza:** Nuestro proyecto es original, tiene un experimento realizado por nosotros y que es viable. Los datos demuestran una relación en proporción ascendente que guarda una relación. Hemos investigado y aprendido mucho en este proyecto.
- **Debilidades:** Al no ser un proyecto ya realizado y demostrado, nuestro proyecto puede estar delimitado a la microalga que hemos realizado y puede que no sirva con todas las microalgas.

2012/2013

¿Se puede medir el crecimiento de las microalgas de forma casera?

José Ignacio Baumela Puertas y Luis Saracho Cruz. Tutor: Antonio Galindo Cuenca



Introducción:

Las microalgas son microorganismos fotosintéticos que se pueden nutrir de forma autótrofa o heterótrofa. La concentración de un cultivo de microalgas se puede medir con un espectrofotómetro, que relaciona la luz absorbida por el cultivo con la concentración del mismo.

En este trabajo se ha querido medir la concentración de microalgas de forma casera, creando un sistema que intenta imitar a un espectrofotómetro. Para ello, hemos utilizado la microalga *bochrysis galbana*, cultivada en la Universidad de Almería, a diferentes diluciones con agua y utilizando diferentes filtros de colores imitando las diferentes longitudes de onda que se podrían seleccionar en el espectrofotómetro.



Objetivos:

Medir el crecimiento de un cultivo de microalga, intentando establecer una relación entre la concentración del cultivo y la intensidad luminosa que llega a una fuente receptora.

Investigar si hay alguna manera de medir el crecimiento de las algas de forma casera sin tener que gastar dinero en un espectrofotómetro.

Medir el crecimiento de las algas de forma científica y desarrollar nuestro propio método para hacerlo.

Desarrollo:

- 1º El emisor de luz, en un punto fijo para que no cambiasen los resultados, envía la luz hasta el filtro mediante unos carriles para que la luz se concentre mejor.
- 2º Esa luz filtrada llega a la probeta a través de estos carriles.
- 3º La luz que sale de la probeta llega al receptor de luz.

Primeramente, realizamos absorbancia de las microalgas en un espectrofotómetro para saber su concentración.

Después tomamos las medidas de la intensidad de luz que recibe el móvil mediante nuestro proceso.

Nuestras mediciones demuestran que hay una proporción ascendente entre concentración de microalgas e intensidad de luz recibida.

Materiales y métodos:

Nuestra alga:

Hemos utilizado la "bochrysis galbana", un alga cuya longitud de onda óptima para la medición de su concentración es 530 nanómetros.

Diluciones:

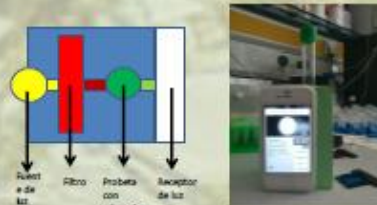
Para medir la concentración de microalgas, hemos diluido el alga en agua en diferentes proporciones: 1:1, 1:2, 1:3 y 1:4 (proporción de microalga y proporción de agua, respectivamente)
 Dilución 1:1 -> 2 ml agua, 2 ml cultivo. Equivale a una concentración de 0,1 Gr/L
 Dilución 1:2 -> 4 ml agua, 2 ml cultivo. Equivale a una concentración de 0,07 Gr/L
 Dilución 1:3 -> 3 ml agua, 1 ml cultivo. Equivale a una concentración 0,05 Gr/L
 Dilución 1:4 -> 4 ml agua, 1 ml cultivo. Equivale a una concentración de 0,07 Gr/L



Nuestro método:

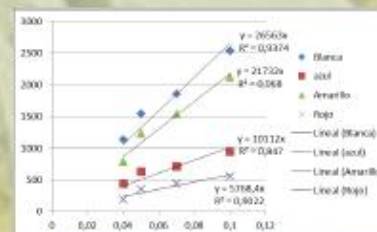
Hemos desarrollado un método casero que se basa en imitar un espectrofotómetro. Hemos creado una caja con una entrada de luz y una salida para un receptor de luz. También hemos desarrollado unos filtros con papel de color transparente para simular la longitud de onda de un espectrofotómetro.

Nuestra entrada de luz es una linterna de LED. El receptor de luz es el receptor de luz de la cámara de un móvil, con una aplicación que mide la intensidad de luz. Hemos utilizado tres filtros: Uno rojo, otro azul y por último amarillo.



Resultados:

C, g/L	Bianca	Azul	Amarillo	Rojo
0,04	1130 lux	431 lux	790 lux	187 lux
0,05	1540 lux	628 lux	1230 lux	345 lux
0,07	1850 lux	704 lux	1540 lux	431 lux
0,1	2530 lux	942 lux	2120 lux	547 lux



Conclusión:

Se puede observar que a mayor concentración de microalgas, mayor es la intensidad de luz que recibe. También se puede apreciar que con las diferentes luces la intensidad es mayor, y el orden es el siguiente: Blanco>amarillo>azul>rojo.

Por tanto, con nuestro método se puede medir la concentración de algas, sabiendo que la intensidad de luz recibida será mayor cuanto más concentración de microalgas haya.

Agradecimientos:

Al Prof. Dr. Francisco Gabriel Acín Fernández y al Prof. Dr. Francisco García Camacho, del Departamento de Ingeniería Química, por atendernos y facilitarnos ayudas.
 A Javier Camacho, del Área de Ingeniería Química, por ayudarnos en nuestro trabajo y facilitarnos su laboratorio.
 A nuestro Prof. D. Antonio Galindo Cuenca, por facilitarnos información y su ayuda en todo momento.

APLICACIÓN DE LAS BENTONITAS DE CABO DE GATA COMO FLOCULANTES Y ADSORBENTES EN PROCESOS DE FILTRACIÓN Y DEPURACIÓN

Castro Morales H., Fenoy González E., Franco Martínez N., Jiménez Villaluenga J., Padua Pleguezuelo I., París Martínez M.J., Rodríguez Rodríguez G. Soto Castillo D. y Currás Pérez J.M.

ÁREA: Ingeniería química y el medio ambiente.

CENTRO EDUCATIVO: I.E.S. Al-Ándalus. Finca Santa Isabel, Paseo de la Caridad, 125. Almería.

PROFESOR: Jorge Miguel Currás Pérez.

DATOS DE CONTACTO (EMAIL): jorgecurras@gmail.com

1.OBJETIVOS

El proyecto realizado ha abrigado varios objetivos planteados desde un doble enfoque en su desarrollo, un enfoque didáctico y un enfoque científico:

- El enfoque didáctico se ha concretado en realizar tareas que han permitido la adquisición de las competencias de la asignatura de CTMA:
 - Reconocimiento de los valores del Parque Natural de Cabo de Gata y su sostenibilidad.
 - Entender los usos de materiales naturales para su aprovechamiento tecnológico.
 - Tratamiento de datos y recogida de información.
 - Capacidad de transmitir información mediante paneles a la comunidad educativa del IES.
- El enfoque científico se ha concretado en las tareas básicas de un trabajo de investigación:
 - Recogida de información y elección de un tema de estudio.
 - Planteamiento del trabajo experimental.
 - Experimentación y desarrollo tecnológico.
 - Presentación de resultados.

El enfoque didáctico finalmente se ha plasmado en tres (3) paneles que se han ido realizando en función del avance en los trabajos planteados y que se han instalado en el centro

2012/2013

para que la comunidad educativa conociera el desarrollo del proyecto. Los paneles han versado sobre: caracterización de los yacimientos de bentonita de Cabo de Gata (1), caracterización cristaloquímica y estructural de las arcillas naturales (2), y propiedades de las esmectitas, tratamientos y aplicaciones (3). (Figura 1).



FIGURA 1. Paneles utilizados para que la comunidad educativa conociese el estado de desarrollo del proyecto: **(1)** caracterización de los yacimientos de bentonita de Cabo de Gata, **(2)** caracterización cristaloquímica y estructural de las arcillas naturales y **(3)** propiedades de las esmectitas, tratamientos y aplicación.

El trabajo de investigación se ha desarrollado en cuatro fases: Análisis del material empleado en la investigación (1), recogida de muestras y planteamiento del trabajo experimental (2), experimentación (3), desarrollo tecnológico aplicado (4) y presentación de resultados (5). Se ha pretendido en este trabajo de investigación utilizar las bentonitas de Cabo de Gata de una de sus explotaciones (la del Morrón de Mateo) como elemento base de la experimentación para su uso como floculante y adsorbente en procesos de filtración y depuración de aguas.

2. METODOLOGÍA

Después de elegido el tema se ha planteado un proyecto desde cero para conocer todos los pasos que serían necesarios en una investigación de un material natural y su aplicación tecnológica.

Las bentonitas de Cabo de Gata han sido explotadas a la largo de toda la región, desde Níjar a San José, pasando por la Serrata de Níjar. Se han descrito más de 30 afloramientos, muchos de los cuales se han venido explotando desde los años 50. Se trata de canteras a cielo abierto de bentonitas de excelente calidad, con porcentajes de esmectita superiores al 90 %.

El yacimiento del Morrón de Mateo está formado por: rocas piroclásticas (tobas blancas), rocas epiclásticas (mass flow) y brechas andesíticas, todas alteradas hidrotermalmente. Las tobas blancas contienen la mayor cantidad de filosilicatos, concretamente esmectita dioctaédrica, tipo montmorillonita (Figura 2).

2012/2013

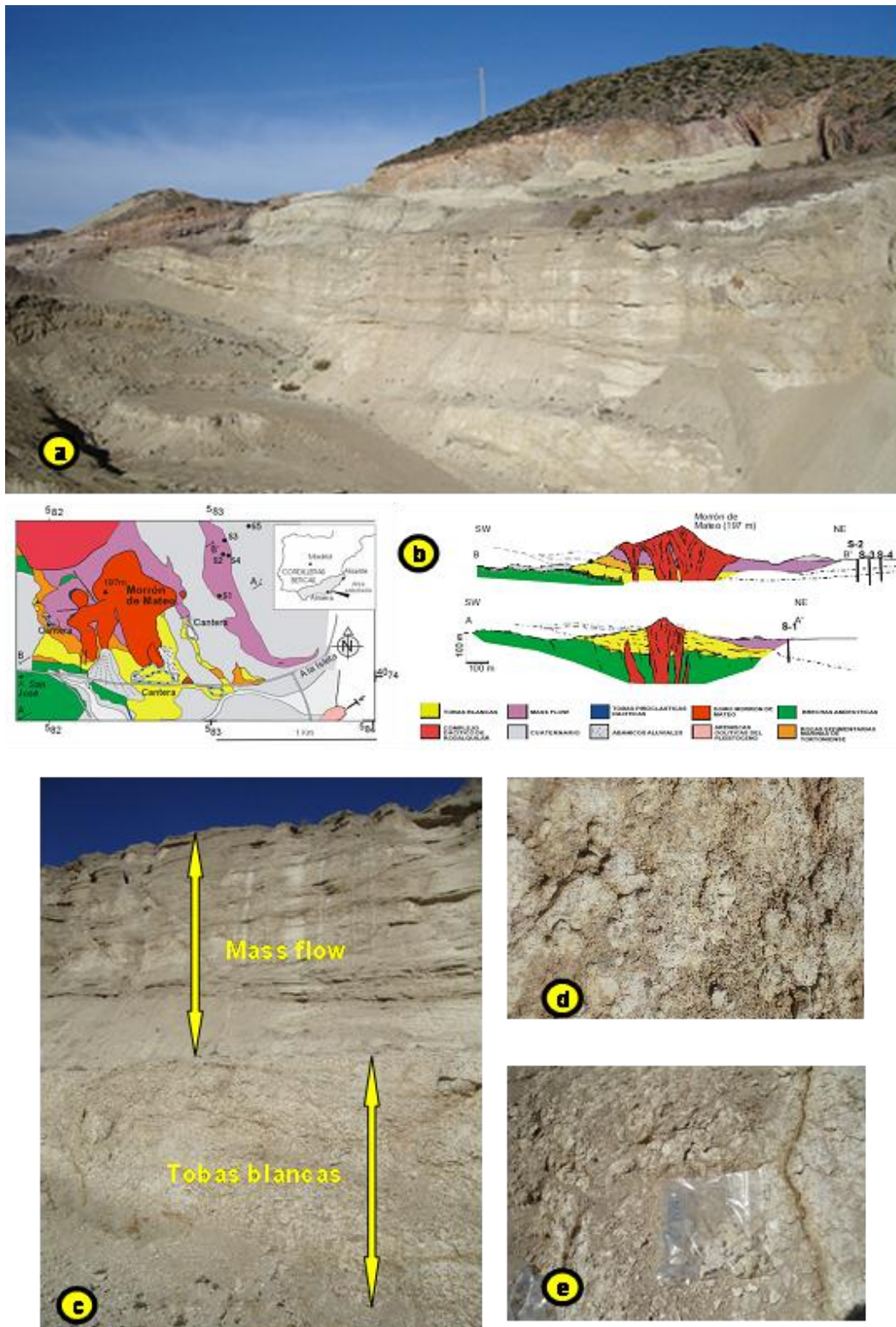


FIGURA 2. Imágenes correspondientes al yacimiento de bentonitas del Morrón de Mateo. a) Panorámica del yacimiento, b) Mapa geológico y cortes geológicos interpretativos, c) Frente de explotación donde se muestran las tobas blancas, d) Detalle de campo de las tobas blancas y e) Muestreo.

2012/2013

Se han recogido muestras de este yacimiento para obtener la fracción arcilla (menor de 2 μm) que es el material de partida del trabajo experimental y tecnológico. A estas muestras se le han realizado los siguientes tratamientos (Figuras 3 y 4):



FIGURA 3. Fases de tratamiento a) Disgregación mecánica, b) Estufa, c) Secado de las muestras en la estufa, d) Columna de tamices, e) Separación de la fracción mayor de 2 mm, f) Separación de la fracción menor de 0,064 mm g) Pesaje de las fracciones h) Tratamiento ácido i) Lavado y filtrado y j) Pipeteado.

2012/2013



FIGURA 4. Esquema de las fases del tratamiento por las que ha pasado la muestra hasta obtener la fracción menor de $2\ \mu\text{m}$ (esmectitas tipo montmorillonita).

Pretratamiento

El pretratamiento de las muestras consta de varias etapas que dependen del tipo de muestra y de su naturaleza, así como de los requerimientos individuales de los análisis que se vayan a llevar a cabo. Nuestras muestras han pasado por las siguientes etapas: secado, disgregación mecánica y tamizado para eliminar sólidos voluminosos y homogenización.

- Secado: la muestra completa se secó en una estufa de secado a una temperatura no superior a 40°C .
- Disgregación/trituración con eliminación de materiales gruesos por tamizado: una vez secada y separados los fragmentos extraños, se procedió a una ligera disgregación mecánica y/o molienda para separar (deshacer el apelmazamiento de la muestra) los granos más finos de arcilla de los granos de mayor tamaño constituidas por impurezas, usualmente feldespato, cuarzo, anfíbol y mica. Se utilizó un mortero de cristal, porcelana o similar con mano de madera. Posteriormente la muestra fue tamizada para eliminar fracciones no arcillosas mediante una columna de tamices. Se recogió la fracción menor de $0,064\ \text{mm}$ para el tratamiento posterior.
- Homogenización y cuarteo: el método manual se basa en homogeneizar la muestra lo mejor posible, hacer con ella un “pastel” y dividirlo en cuatro cuartos. Una vez obtenidas alícuotas de la muestra total, se reserva una para posibles comprobaciones.

Destrucción de agentes cementantes

Los principales agentes cementantes son: materia orgánica, carbonatos (fundamentalmente cálcico y magnésico) y óxidos (generalmente de hierro y aluminio).

- Eliminación de la materia orgánica: debido a la posible existencia de organominerales complejos, es necesario la destrucción de la materia orgánica para individualizar las partículas minerales, para ello se aplica el siguiente procedimiento: se colocaron 10 g de muestra en un vaso de precipitado y se añaden 50 ml de agua destilada más unos mililitros de peróxido de hidrógeno (30%), y se cubre el vaso de precipitado con un vidrio de reloj. El exceso de agua oxigenada se eliminó por calentamiento durante 30 min.
- Eliminación de carbonatos y óxidos de hierro: los carbonatos tienden a cementar las partículas de menor tamaño. Para su destrucción se usó ácido clorhídrico diluido (1 N).

Una vez eliminada la materia orgánica y los óxidos de hierro, se lava la suspensión resultante con 150 ml de agua y se filtra. El lavado se repite 5 veces, secando finalmente.

Dispersión de la muestra

Después de destruir los agentes cementantes, la muestra se dispersa (debido a que el tratamiento ácido hace flocular la fracción arcilla) utilizando para ello métodos químicos (agentes dispersantes) y/o mecánicos (agitación con agua, trituración, ultrasonidos etc.), aunque lo más frecuente es utilizar técnicas mixtas.

La muestra se ha tratado con 25 ml de hexametáfosfato sódico (NaPO_3)₆ al 10 %, agitando la mezcla en un agitador mecánico de 12 oscilaciones por minuto durante al menos 2 h.

Pipeteado de las fracciones finas

A continuación, se introdujeron 25 g de muestra en una probeta de decantación con agua destilada y se mantuvo en suspensión y decantación aplicando la Ley de Stokes (Figura 5).

2012/2013

Temperatura °C	horas	min	horas	min	min	seg
20	8	0	1	17	4	48
21	7	49	1	15	4	41
22	7	38	1	13	4	35
23	7	27	1	11	4	28
24	7	17	1	10	4	22
25	7	7	1	8	4	16
26	6	57	1	7	4	10
27	6	48	1	5	4	4
28	6	39	1	4	4	0
29	6	31	1	3	3	55
30	6	22	1	1	3	49
31	6	14	1	0	3	44

FIGURA 5. Tabla de tiempos de pipeteado de la fracción menor de 2 μm según la ley de Stokes.

En primer lugar se pipetea la fracción menor de 20 μm a una profundidad de 10 cm, considerando que el tiempo de sedimentación varía con la temperatura. A continuación la de 5 μm y finalmente se pipetea la fracción menor de 2 μm , después de un tiempo predeterminado de deposición que, por lo general, oscila entre ocho y seis horas y media, variando la profundidad de acuerdo con el tiempo y la temperatura. En nuestro caso la temperatura del pipeteado se realizó a 23 °C y los tiempos fueron: 4 min 28 seg (fracción de 20 μm), 1 hora 11 min (fracción de 5 μm), y 7 horas 27 min (fracción de 2 μm). El agua presente en las fracciones separadas se elimina por evaporación, y se seca en estufa el residuo resultante.

Las esmectitas concentradas o purificadas mediante la metodología anterior han sido utilizadas para caracterizar dos de sus propiedades: la capacidad de floculación y su capacidad de adsorción.

Las importantes aplicaciones industriales de estos minerales radican en sus propiedades físico-químicas. Dichas propiedades derivan, principalmente, de: a) su extremadamente pequeño tamaño de partícula (inferior a 2 μm), b) su morfología laminar (filosilicatos tipo 2:1 trilaminar) y c) las sustituciones isomórficas, que dan lugar a la aparición de carga en las láminas y a la presencia de cationes débilmente ligados en el espacio interlaminar. Como consecuencia de estos factores las esmectitas presentan, por una parte, un valor elevado del área superficial y, a la vez, la presencia de una gran cantidad de superficie activa, con enlaces no saturados.

En un principio se había planteado someter a las esmectitas a procesos físicos y químicos que tienen por objeto potenciar algunas de sus propiedades para determinadas aplicaciones industriales. Desde el punto de vista industrial tienen gran importancia los procesos destinados bien a modificar las propiedades de superficie del mineral mediante tratamientos de distinta naturaleza (tratamiento ácido, térmico, o de pilarización) o bien a modificar el quimismo del

espacio interlamilar, pero se ha dejado para un nuevo trabajo a realizar en próximos cursos el tratamiento de pilarización. El tratamiento termoactivación ácida utilizado produce, en parte, la destrucción del mineral por disolución de la capa octaédrica, generando sílice amorfa procedente de la capa tetraédrica lo cual conlleva un considerable incremento de la superficie específica. Así mismo, aumentan la capacidad de intercambio iónico y la actividad catalítica. Las variaciones en el tipo de arcilla (granulometría y mineralogía) y en el tipo y grado de acidulación (tipo de ácido, temperatura, tiempo de contacto, proporción de arcilla, etc.) darán lugar a diferentes productos con diversas propiedades.

Por otro lado, se ha confeccionado una esponja cerámica con la técnica más usada en la fabricación de estos cerámicos porosos reticulares que es el método de réplica o llamado también el método de la esponja polimérica, patentada por Schwartzwalder en 1963 (Figura 6).

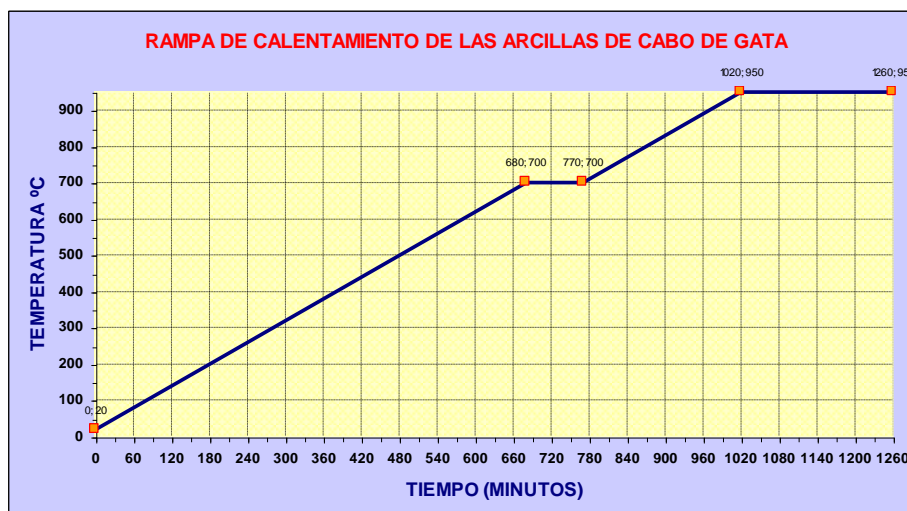


FIGURA 6. Rampa de calentamiento usada para preparar el cerámico.

De acuerdo a este método, una esponja (en nuestro caso de fibra natural) con estructura de poros abiertos, se impregna con una suspensión cerámica, mediante la inmersión de esta en la suspensión. El “template” (modelo a copiar) utilizado fue una esponja de fibra natural, una esponja natural y una esponja de poliuretano comerciales cortadas en dimensiones estandarizadas. La suspensión cerámica o llamada también barbotina donde se sumergió se obtuvo a partir de 50 g de arcilla y diferentes cantidades de agua destilada y aditivos: 0.24% de silicato de sodio y 0.1 – 2% de carboximetil celulosa de sodio (CMC) respecto al peso en sólidos. Las esmectitas y el CMC se mezclaron durante una hora, posteriormente a esta mezcla se agregaron al agua destilada manteniéndose en constante agitación y finalmente se adicionará el silicato de sodio y se mantuvo la agitación hasta homogenizar la suspensión.

2012/2013

Cada una de las esponjas se sumergió en la suspensión cerámica, con sucesivas compresiones y expansiones de la esponja dentro de la suspensión a fin de lograr una buena impregnación. Luego de la remoción del exceso por compresión y el posterior secado de las esponjas a temperatura ambiente durante 30 horas, se llevó a cabo el proceso de calcinación, inicialmente a 1°C/min hasta 700°C, donde permaneció por 90 min, luego se llevó hasta los 950°C con la misma rampa de calentamiento y se mantuvo a esta temperatura por 4 h. (VER ANEXOS Figura 7).



FIGURA 7. Imágenes del tratamiento del cerámico. a) Preparado con las esmectitas, CMC y el silicato de Na, b) Barbotina, c) Esponjas impregnadas de la barbotina, d) Secado, e) Cerámicos en el momento de extraerse del horno, f) Detalle del horno cerámico y g) Aspecto de los cerámicos a partir de la esponja de espuma de poliuretano, esponja de celulosa y esponja marina natural respectivamente.

Para comprobar la capacidad de floculación se ha planteado para la muestra natural no tratada añadirla a diferentes disoluciones y emulsiones y observar su actividad sobre las mismas.

Para su capacidad de adsorción se planteó un ensayo de adsorción de colorantes tanto de la arcilla como del cerámico.

Los colorantes empleados azoicos son del tipo directo, llamados así por su afinidad por las fibras celulósicas, a las que tiñen directamente. La presencia de uno o más grupos azo en la estructura del colorante da origen a la coloración. Estos colorantes se usan frecuentemente en la industria textil para el teñido de productos de gran volumen de ventas como son los jeans. El colorante utilizado fue el azul de metileno.

3. RESULTADOS OBTENIDOS:

Se han observado cualitativamente, en varios experimentos sucesivos (Figuras 8 y 9), algunas de las características de las esmectitas obtenidas.

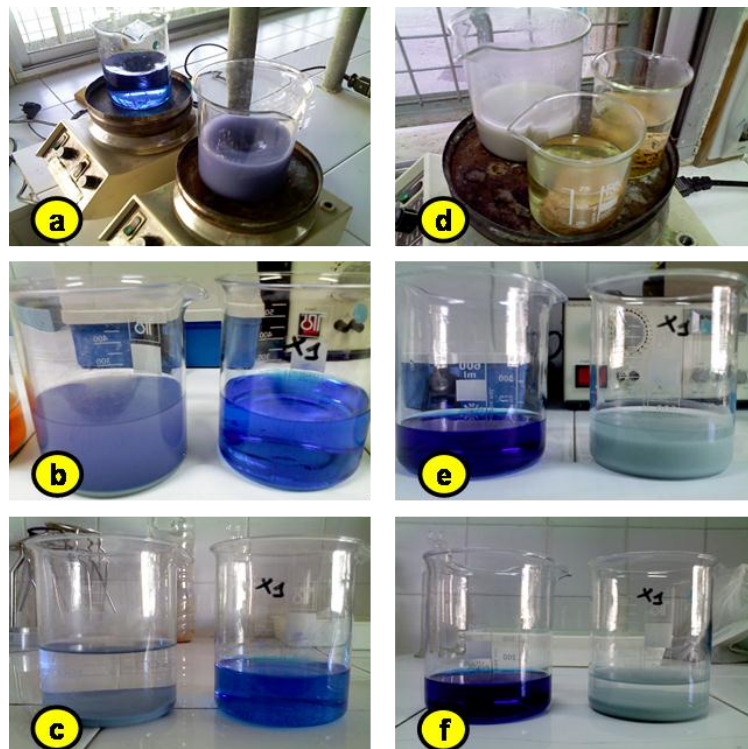


FIGURA 8. Ensayos de la arcilla en disolución de azul de metilo a) Agitación arcilla natural, b) Ensayo de floculación, c) Arcilla sin tratar con NaCl d) Tratamiento termoácido, e) Ensayo de adsorción de la arcilla termoactivada después de una hora, f) Adsorción de la arcilla de termoactivada después de 24 horas.

2012/2013

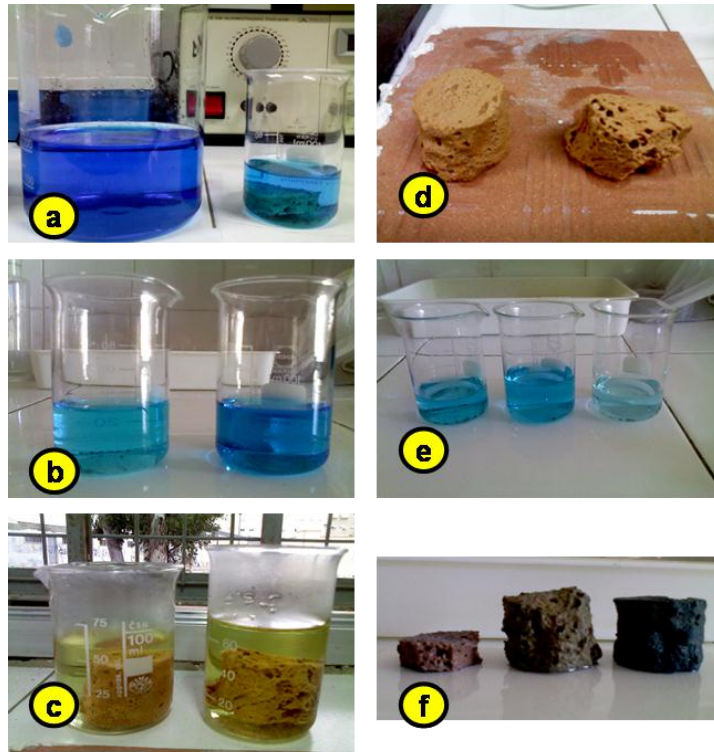


FIGURA 9. Ensayos del cerámico en disolución de azul de metilo a) Disolución original y cerámico de esponja de celulosa en disolución después de 24 horas de contacto, b) Aspecto de las disoluciones del ensayo anterior, c) Cerámico en proceso de termoactivación, d) Cerámico después de la termoactivación, e) Resultado de las disoluciones después de la termoactivación, f) Aspecto final de los cerámicos después del ensayo.

3.1. Ensayo de floculación

Se ha observado que la arcilla en medios con un pH básico no flocula (en disoluciones de permanganato potásico, dicromato potásico,...) y rápidamente precipita, por el contrario en soluciones con un pH neutro o ácido (emulsión de aceite, disolución con azul de metileno) flocula y permite el contacto de la misma con la solución a filtrar.

3.2. Ensayo de adsorción

a) Ensayo con la esmectita sin tratar en disolución de azul de metileno

Las esmectitas sin tratar se han mantenido en floculación con efectos mínimos sobre la disolución después de varios días de contacto. A las 72 horas, con la muestra en floculación, se le ha añadido NaCl como electrolito, para favorecer la adsorción. El proceso de adsorción se completo rápidamente (menos de 24 horas) con la precipitación de la arcilla floculada con el tinte adsorbido.

b) Ensayo con la esmectita termoactivada en disolución de azul de metileno

A las esmectitas se las ha sometido a un tratamiento de termoactivación ácida consistente en un tratamiento con ácido clorhídrico 2N a 90° C durante 2 horas con agitación constante. Estas esmectitas fueron lavadas y finalmente secadas durante 16 horas en estufa. Después de la termoactivación se han incorporado a una disolución de azul de metileno para ver si ha afectado su capacidad de adsorción. Después de 24 horas de contacto la arcilla había dejado de flocular y había adsorbido el tinte casi por completo. Finalmente se le ha añadido una cantidad alícuota de NaCl lo que ha favorecido la precipitación total del tinte.

c) Ensayo con los cerámicos en disolución de azul de metileno

Los cerámicos obtenidos por el método de réplica se les han sometido a los mismos procesos descritos para las arcillas naturales.

d) Ensayo con el cerámico sin tratar y termoactivado en disolución de azul de metileno

La efectividad del cerámico sin tratar ha sido escaso por lo que se le ha sometido a un tratamiento de termoactivación consistente en un tratamiento con ácido clorhídrico 2N a 90° C durante 2 horas. Estos cerámicos fueron lavados y finalmente secados durante 16 horas en estufa. Después de la termoactivación el cerámico ha mejorado su adsorción. Con el NaCl en solución prácticamente se ha adsorbido todo el tinte.

La respuesta a los malos resultados con el cerámico habría que buscarla en las temperaturas utilizadas para generarlo que han destruido la estructura de las arcillas, eliminando o aminorando la posibilidad de actuación como adsorbente. La fase natural a esas temperaturas (950°C) obtenida en el cerámico es la mullita. Así, habría que realizar nuevos cerámicos pero a temperaturas inferiores (no superiores a 650°C) siempre que el cerámico presente un grado de consolidación suficiente para que actúe como filtro.

Por lo tanto, se han cumplido los objetivos iniciales y se ha podido estudiar con experimentos relativamente simples una de las propiedades y usos de las bentonitas de Cabo de Gata como es la adsorción y la floculación en procesos de filtración y depuración.

NOTA: *Queremos agradecer a las personas responsables de los centros I.E.S Los Ángeles (a la dirección y al profesorado responsable del módulo de FP de química) y a la Escuela de Arte de Almería (especialmente a Sara Sanz Nisa) por el ofrecimiento desinteresado de sus conocimientos e instalaciones ya que sin ellos este proyecto no se hubiese podido concluir.*

4. BIBLIOGRAFÍA**Caracterización de los yacimientos de bentonitas de Cabo de Gata:**

- **Braga Alarcón J.C. et al.** (2003) Geología del entorno árido almeriense. Guía Didáctica de Campo. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. 163 pp.
- **Caballero, E., Reyes, Linares, J., and Huertas, F.,** (1985a). Hydrothermal solutions related to bentonite genesis, Cabo de Gata region, Almería, SE Spain. Miner. Petrogr. Acta 29-A, 187-196.
- **Caballero, E., Reyes, E., Yusta, A., Huertas, F. y Linares, J.** (1985b) Las bentonitas de la zona sur de Cabo de Gata, Almería. Geoquímica y mineralogía. Acta Geológica Hispánica 20, 267-287.
- **Delgado, A.** (1993) Estudio isotópico de los procesos diagenéticos e hidrotermales relacionados con la génesis de bentonitas (Cabo de Gata, Almería). Tesis Doctoral. Univ.Granada. Pp 413.
- **Fernandez Soler, J. M.** (1992). El volcanismo calco-alcalino de Cabo de Gata (Almería) Tesis Doctoral, Universidad de Granada. 243 pp.
- **García-Romero, Emilia** (2012). Bentonitas del sureste de la península ibérica. Guía de Campo Workshop Sociedad Española de Arcillas 31 Mayo-3 Junio. 2012. 48 pp.
- **Leone, G., Reyes, E., Cortecci, G., Pochini, A. and Linares, J.** (1983). Genesis of bentonites from Cabo de Gata, Almería, Spain: A stable isotope study. Clay Minerals, 18, 227-238.
- **López Ruiz, J. y Rodríguez-Badiola, E.** (1980). La región volcánica neógena del sureste de España. Estudios Geológicos. 36, 5-63.
- **Lopez Ruiz, J, Cebriá, J.M. and Doblas, M.** (2002) Cenozoic volcanism I: the Iberian peninsula. In: The Geology of Spain (W. Gibbons y T. Moreno, Eds.) Geol. Soc. (London), 417-438.
- **Pelayo, M., García-Romero, E., Labajo, M.A. and Pérez del Villar, L.** (2009). Naturaleza de las esmectitas del Yacimiento de Morrón de Mateo (Cabo de Gata, Almería) en relación con la roca madre y con los procesos posteriores a la bentonitización: Implicaciones analógicas para la barrera de ingeniería de un almacenamiento de residuos radiactivos. Informes Técnicos CIEMAT. 1174. Agosto. 86 pp.
- **Platt, J.P. and Vissers, R.L.M.** (1989). Extensional collapse of thickened continental lithosphere: a working hypothesis for the Alborán Sea and Gibraltar Arc. Geology. 17, 540-543.
- **Reyes, E., Caballero, E., Huertas, F. y Linares, J.** (1987). A: Bentonite deposits from Cabo de Gata Región, Almería, SE. Spain. Guidebook for excursions. The Sixth Meeting of the European Clay Groups, 7-10 Septiembre. Sevilla. Spain.

- **Reyes, E., Huertas, F. y Linares, J.** (1978a). Bentonitas de Andalucía (España): yacimientos hidrotermales del norte de Rodalquilar (Almería). En: Proceeding of the First International Congress on Bentonites 1978. Vol. 1, Sassari-Cagliari (Italy), Gallizzi, Sassari. 149-173.
- **Reyes, E., Huertas, F. y Linares, J.** (1978b). Génesis y geoquímica de esmectitas de Andalucía, España. En: Proceeding of the First International Congress on Bentonites 1978. Vol. 1., Sassari-Cagliari (Italy), Gallizzi, Sassari. 125-147.

Caracterización de las arcillas naturales y sus aplicaciones:

- **Díaz Rodríguez, L.A. y Torrecillas, R.** (2002) Arcillas cerámicas: una revisión de sus distintos tipos, significados y aplicaciones. Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio 41 [5] 459-470.
- **Olmstead L.B., Alexander L.T., y Middleton H.E.** (1930). A pipette method of mechanical analysis of soils based on improved dispersion procedure. U. S. Dept. of Agriculture Technical Bulletin no. 170, 1-22.
- **Rodas M.** (2005) Presentación de internet "BENTONITAS".
- **Schurz, Klaus** (2012). Procedimiento de activación de arcillas de gran superficie para la preparación de tierras de colorantes Patente.
- **Suárez Barrios M.** (2010) Avances en Cristalografía de Filosilicatos Macla nº 13. septiembre '10, Revista de la Sociedad Española de Mineralogía, 27-29.
- **Sun Koua, M.R., Inga J. y Gutarra, A.** (2007) Preparación de filtros de adsorción a base de arcillas. ECIPERU Revista del Encuentro Científico Internacional Volumen 4 - Número 1 Enero – Junio, 18-22.
- **Torres, D., Villarroel, J., Barrera D., Gutarra A. y Sapag, K.** (2010) Esponjas cerámicas de bentonita: efecto del carboximetil celulosa de sodio en su síntesis IBEROMET XIX CONAMET/SAM 7 pp.
- **Tuesta E.G., Vivas M., Sun M.R. y Gutarra A.** (2005). Modificación química de arcillas y su aplicación en la retención de colorantes Rev. Soc. Quím. Perú, 71, Nº 1, (26-36).
- **Varios autores** (1999) Los criterios y estándares para declarar un suelo contaminado en Andalucía y la metodología y técnicas de toma de muestra y análisis para su investigación. CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA 253 pp.
- **Varios autores** (2004) Adsorbentes en la solución de algunos problemas ambientales Francisco Rodríguez Reinoso (Ed.) Ediciones CYTED 208 pp.

Aplicación de las bentonitas de Cabo de Gata como flocculantes y adsorbentes en procesos de filtración y depuración

Autores: Hugo Castro Morales, Eusebio Fenoy González, Nicolás Franco Martínez, Joaquín Jiménez Villalvenga, Irene Padua Pleguezuelo, Manuel Jesús París Martínez, Gemma Rodríguez Rodríguez y David Soto Castillo y como profesor responsable: Jorge Miguel Cusáns Pérez. IES Al-Ándalus

Resumen: Se ha pretendido en este trabajo utilizar las bentonitas de Cabo de Gata de una de sus explotaciones (la del Morrón de Mateo) como elemento base de la experimentación de su uso como flocculante y adsorbente en procesos de filtración y depuración de aguas.

Para ello se han muestreado el yacimiento, se ha obtenido la fracción arcilla (menores de 2µm) de dichas muestras, se han ideado algunos tratamientos (método de la esponja polimérica) y así aprovechar sus propiedades para su uso como filtros adsorbentes cerámicos para depuración de disoluciones coloreadas azoicas. Se describe a continuación la metodología empleada y los resultados obtenidos.

Las bentonitas de Cabo de Gata han sido explotadas a lo largo de toda la región, desde Níjar a San José, pasando por la Serrata de Níjar. Se han descrito más de 30 afloramientos, muchos de los cuales se han venido explotando desde los años 50. Se trata de canchales a cielo abierto de bentonitas de excelente calidad, con porcentajes de esmedita superiores al 90%.

El yacimiento del Morrón de Mateo está formado por rocas piroclásticas (tobas blancas), rocas epiclásticas (masa flow) y brechas andesíticas, todas alteradas hidrotalmente. Las tobas blancas contienen la mayor cantidad de flosilicatos, concretamente esmedita dioctábrica, tipo montmorillonita (Figura 1).

Se han recogido muestras de las tobas blancas de este yacimiento para obtener la fracción arcilla (menor de 2 µm) que es el material de partida del trabajo experimental y tecnológico.



Figura 2. Proceso de obtención de la esmedita pura que se utilizará en los experimentos de flocculación y adsorción.



Figura 2. Proceso de obtención de la esmedita pura que se utilizará en los experimentos de flocculación y adsorción.

A las muestras se le han realizado los siguientes tratamientos (ver figura 2 y 3):

(1) Pretratamiento:

El pretratamiento de las muestras consta de varias etapas que dependen del tipo de muestra y de su naturaleza:

- Secado: La muestra completa se secó en una estufa de secado a una temperatura no superior a 40°C.
- Diágregación/trituración con eliminación de materiales gruesos por tamizado: Se recogió la fracción menor de 0,064 mm para el tratamiento posterior.
- Homogenización y cuarteo.

(2) Destrucción de agentes cementantes:

Los principales agentes cementantes son: materia orgánica, carbonatos (fundamentalmente cálcico y magnésico) y óxidos (generalmente de hierro y aluminio).

Una vez eliminada la materia orgánica y los óxidos de hierro, se lava la suspensión resultante con 150 ml de agua y se filtra. El lavado se repite 5 veces, secando finalmente.

(3) Dispersión de la muestra:

Después de destruir los agentes cementantes, la muestra se dispersa (debido a que el tratamiento ácido hace floccular la fracción arcilla) utilizando para ello métodos químicos (agentes dispersantes) y/o mecánicos (agitación con agua, sifutación, ultrasónicos etc.), aunque lo más frecuente es utilizar técnicas mixtas.

(4) Pipetado de las fracciones finas:

A continuación, se introdujeron 25 g de muestra en una probeta de decantación con agua destilada y se mantuvo en suspensión y decantación aplicando la Ley de Stokes.

Por otro lado, se ha confeccionado una esponja cerámica con la técnica más usada en la fabricación de estos cerámicos porosos reticulares que es el método de réplica o llamado también el método de la esponja polimérica, patentada por Schwartzwalder en 1963 (ver Figura 4). De acuerdo a este método, una esponja (en nuestro caso de fibra natural) con estructura de poros abiertos, se impregna con una suspensión cerámica, mediante la inmersión de esta en la suspensión.

El "template" (modelo a copiar) utilizado fue una esponja de fibra natural, una esponja marina natural y una esponja de espuma de polietileno comerciales cortadas en dimensiones estandarizadas. La suspensión cerámica o llamada también barbotina donde se sumergió se obtuvo a partir de 50 g de arcilla y diferentes cantidades de agua destilada y aditivos: 0,24% de silicato de sodio y 0,1 - 2% de carboximetil celulosa de sodio (CMC) respecto al peso en sólidos.

Se han observado cualitativamente, en varios experimentos sucesivos, algunas de las características de las esmeditas obtenidas.

1. Ensayo de flocculación

Se ha observado que la arcilla en medios con un pH básico no floccula (en disoluciones de permanganato potásico, dicromato potásico,...) y rápidamente precipita, por el contrario en soluciones con un pH neutro o ácido (emulsión de aceite, disolución con azul de metileno) floccula y permite el contacto de la misma con la solución a filtrar.

2. Ensayo de adsorción

2a) Ensayo con la esmedita sin tratar en disolución de azul de metileno



Figura 3. Ensayo de flocculación y adsorción de azul de metileno. a) Agente adsorbente. b) Solución de flocculación. c) Solución de azul de metileno. d) Tratamiento adsorbente. e) Tratamiento de adsorción. f) Solución de azul de metileno. g) Tratamiento adsorbente. h) Tratamiento de adsorción. i) Solución de azul de metileno. j) Tratamiento adsorbente. k) Tratamiento de adsorción. l) Solución de azul de metileno.



Figura 4. Síntesis de membranas cerámicas. a) Esponja de fibra natural. b) Esponja de fibra natural. c) Esponja de fibra natural. d) Esponja de fibra natural. e) Esponja de fibra natural. f) Esponja de fibra natural. g) Esponja de fibra natural. h) Esponja de fibra natural. i) Esponja de fibra natural. j) Esponja de fibra natural. k) Esponja de fibra natural. l) Esponja de fibra natural.

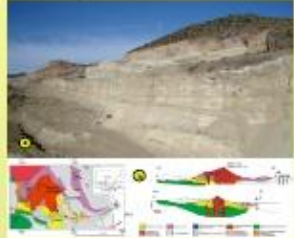


Figura 5. Imágenes correspondientes al yacimiento de bentonitas del Morrón de Mateo. a) Paisaje del yacimiento. b) Muestra geológica. c) Muestra geológica. d) Muestra geológica.



Figura 7. Síntesis de membranas cerámicas. a) Preparación de la esmedita. b) CMC y el azul de metileno. c) Barbotina. d) Barbotina. e) Barbotina. f) Barbotina. g) Barbotina. h) Barbotina.

Las esmeditas sin tratar se han mantenido en flocculación con efectos mínimos sobre la disolución después de varios días de contacto. Se le ha añadido NaCl como electrolito, para favorecer la adsorción.

2b) Ensayo con la esmedita termoactivada en disolución de azul de metileno

A las esmeditas se les ha sometido a un tratamiento de termoactivación ácido consistente en un tratamiento con ácido clorhídrico 2N a 90° C durante 2 horas con agitación constante. Después de la termoactivación se han incorporado a una disolución de azul de metileno para ver si ha afectado su capacidad de adsorción. Después de 24 horas de contacto la arcilla había dejado de floccular y había adsorbido el tinte casi por completo.

2c) Ensayo con los cerámicos en disolución de azul de metileno

Los cerámicos obtenidos por el método de réplica se les han sometido a los mismos procesos descritos para las arcillas naturales.

2d) Ensayo con el cerámico sin tratar y termoactivado en disolución de azul de metileno

La respuesta a los malos resultados con el cerámico habría que buscarla en las temperaturas utilizadas para generarlos que han destruido la estructura de las arcillas, eliminando por tanto la posibilidad de actuación como adsorbente. La fase natural a esas temperaturas (650°C) es la muña. Habría que realizar nuevos cerámicos pero a temperaturas inferiores.

Se han cumplido los objetivos iniciales y se ha podido estudiar con experimentos relativamente simples unas de las propiedades y usos de las bentonitas de Cabo de Gata como es la adsorción y la flocculación en procesos de filtración y depuración.

MOTOR STIRLING. ENGINE PROTOTYPE

Quintas M., Mateo L.F., Ruiz M.A., De la Torre R., Checa J. y Carmona Martos J.M.

ÁREA: Ingeniería química y la Energía.

CENTRO EDUCATIVO: I.E.S. Nicolás Salmerón Y Alonso. Calle Celia Viñas s/n. Almería.

PROFESOR: José Miguel Carmona Martos.

DATOS DE CONTACTO (EMAIL): carmonamartos@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN

Somos un grupo de alumnos de 2º de Bachillerato A, estudiantes en el IES Nicolás Salmerón Y Alonso, Almería. Todos cursamos la materia de Tecnología Industrial II y la mayoría queremos realizar estudios universitarios de carreras orientadas a la ingeniería, además algunos de los miembros cursan la asignatura de química, lo que fue una notable ayuda en diversos aspectos del proyecto.

Motivados a desarrollar proyectos que puedan cubrir las necesidades energéticas actuales, además de mejorar y favorecer el cuidado de nuestro entorno inmediato y en general, el medio ambiente, hemos decidido participar, estudiando y recuperando un antiguo motor para su posible uso industrial, el motor Stirling.

2. OBJETIVO

Estudiar la viabilidad de realizar un motor universal que puede funcionar con algo tan sencillo y abundante como el aire, calentado con combustibles renovables y no contaminantes, que son respetuosos con el medio ambiente.

La construcción y el estudio de este motor nos ha ayudado a comprender correctamente los principios químicos que tienen un papel importante en el funcionamiento de los motores térmicos, que forman parte del temario de la asignatura de Tecnología Industrial II. Además, que mejor manera de aplicar los conocimientos estudiados que construyendo un motor casero.

3. METODOLOGÍA

Antes de comenzar decidimos organizarnos, repartir tareas y decidir cómo se iba a construir el motor, además de decidir qué aspectos se debían tener en cuenta a lo largo del proyecto. Todo esto se realizó de la manera más sencilla, rápida y accesible posible: utilizando la herramienta Google Drive. Creamos diferentes documentos con las normas, los plazos, las tareas a repartir y todas las decisiones que se hubieran tomado en grupo; además de otros archivos de interés para el proyecto, tales como el diseño del logo del grupo, el diseño de los planos del motor en AutoCAD...

El profesor puso a nuestra disposición el taller del instituto y todo el material posible para que lo utilizásemos siempre que fuera posible. Trabajamos todos los recreos (a excepción de los viernes) y algunas horas libres, durante 3-4 meses. Además de horas empleadas por las tardes en la elaboración del cartel, la presentación PPT, el diseño del logo, los planos en AutoCAD...

También se realizó una lista con los materiales necesarios y presupuesto, siempre buscando reciclar la mayor cantidad de materiales posibles, aunque algunos nos vimos obligados a comprarlos en una ferretería cercana al instituto.

<i>Materiales</i>	<i>Medidas</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio (1)</i>
Latas cuerpo	18.5 cm altura, 5.8 cm diámetro	3	Reciclado
Latas pistón	10 cm altura, 5.3 cm diámetro	2	Reciclado
Lata hornillo	12 cm altura, 10 cm diámetro	1	Reciclado
Placas metálicas	7 cm largo, 4 cm ancho	2	Reciclado
Globo		1	Reciclado
Material variado		...	Reciclado
Varillas	longitud variable, 2-4 mm ancho	3	0.6 euros
Codo de PVC	2 cm diámetro	1	0.5 euros
Silicona		1	1 euro
Silicona alta T.		1	3 euros
Resina Epoxi		2	1 euro
Total			8.3 euros

Hecho todo esto, decidimos comenzar con la construcción del motor de abajo arriba, comenzando con el hornillo. En éste realizamos una apertura para la entrada de aire y la supervisión de la fuente de calor, y colocamos dos pequeños tubos para que el aire caliente pudiera escapar del hornillo y evitar posibles desequilibrios del motor. Después construimos el pistón, que se encuentra dentro del cuerpo del motor y se mueve gracias al calentamiento-enfriamiento del aire, transmitiendo el movimiento al cigüeñal. A continuación, hicimos el cuerpo del motor, donde se produce el calentamiento-enfriamiento del aire que mueve el pistón, que va introducido en él. Hemos utilizado tres latas cortadas en diferentes alturas. Las tres tienen un agujero justo en el centro, por el que pasa la varilla del pistón interior, que lo conecta con el cigüeñal. La cámara del pistón interior además tiene una salida de aire que conecta con el pistón exterior. El cuerpo va sujeto al hornillo mediante otra lata que realiza una doble función: soporte del motor para unirlo al hornillo y almacenaje del agua utilizada como refrigerante de la parte superior de la cámara del pistón. La salida de aire de la cámara del pistón interior conecta a un codo de PVC que se encuentra unido al pistón exterior, fabricado mediante una ingeniosa invención de algunos de los miembros del grupo. El cigüeñal se sitúa en la parte más alta del motor, va colocado mediante dos placas metálicas al cuerpo del motor. En él van conectados ambos pistones mediante dos varillas y el volante de inercia, situado en la parte superior contraria al pistón exterior.

A lo largo de la construcción se nos plantearon diversos problemas que ocasionaron más de un quebradero de cabeza, como la conexión del pistón interior al cigüeñal y el aislamiento de muchas de las piezas, especialmente la lata que almacena el agua. El pistón interior se consiguió conectar, después de muchos intentos, con un pequeño trozo de alambre y la funda plástica de un cable, que van conectados a la varilla. El aislamiento lo solucionamos empleando resina epoxi de dos componentes, se utilizó además en todos los aislamientos junto con silicona de alta temperatura. Elegimos la resina epoxi ya que es un polímero termoestable que una vez endurecida, se vuelve muy resistente debido a su estructura formada por enlaces covalentes.

Acabada la construcción nos dispusimos a realizar todo el trabajo teórico: memoria, cartel, planos y presentación PPT. Cada uno nos hemos encargado de una parte, pero aun así todo era puesto en común, revisado y cambiado por el grupo según procedía, con la supervisión del profesor.

Nuestro principal objetivo para el cartel era plasmar los aspectos más básicos del motor, para la memoria realizar un pequeño resumen de todo lo realizado y de las conclusiones obtenidas, y para la presentación, realizar una explicación completa y detallada del motor,

tanto de su construcción, funcionamiento y utilidad, como de los principios que influyen en su funcionamiento.

4. CONCLUSIÓN

Una vez acabada la construcción y búsqueda de información, hemos obtenido una serie de conclusiones sobre el motor:

- Es un motor limpio que prácticamente no contamina el medio ambiente y que utiliza un recurso renovable, el aire.
- Al utilizar aire, es útil en cualquier parte del planeta dado que se podría utilizar incluso en las zonas más inhóspitas.
- Es un motor sencillo y fácilmente construible, además posee un altísimo rendimiento.
- Puede utilizarse para la obtención de energía eléctrica, como bomba de agua en pozos...
- Si se utiliza la energía solar como fuente de calor, se obtiene un motor totalmente limpio, utilizable en cualquier parte del planeta y que no consume recursos naturales para su funcionamiento.

El aspecto más importante que hemos detectado en este motor es su posible utilización en los países tercermundistas, donde escasean los medios. Este motor podría permitir sacar agua de los pozos y obtener energía eléctrica de manera muy económica y respetuosa con el medio ambiente.

Engine Prototype

El Motor Stirling



HISTORIA

Patentado por Robert Stirling en el año 1816.

Objetivo: tener un motor menos peligroso que la máquina de vapor.



¡Sin peligro de explosión!

FUNCIONAMIENTO

Se basa en la variación de presión debido al calentamiento y enfriamiento de un gas (aire en nuestro caso).

Al calentar el aire, aumenta la presión y el pistón es empujado hacia arriba. A continuación el aire que sube se enfría, disminuyendo la presión y bajando de nuevo el pistón.

De esta manera se produce un movimiento continuo que se transmite al cigüeñal, que mueve a su vez el volante de inercia.




Profesor:
José Miguel Carmona Martos

Miembros:
Luis Fº Mateo, Mario Quintas,
Miguel A. Ruiz, Rubén de la Torre, Jesús Checa

2º Bachillerato A

CARACTERÍSTICAS

El ciclo termodinámico del motor describe dos procesos isocóricos y dos isotermos. Es representable mediante un diagrama presión-volumen.



Su rendimiento puede acercarse al rendimiento máximo teórico. A pesar de esto no podría utilizarse en motores de coche debido a su potencia.

APLICACIONES

Es utilizado en submarinos como fuente de energía auxiliar.




Se utiliza también para la obtención de energía eléctrica. En la Plataforma Solar de Almería se utiliza en los discos parabólicos, que aprovechan la energía solar para poner en funcionamiento el motor.



IES NICOLÁS SALMERÓN
C/ Celia Viñas s/n
04007 - ALMERÍA 960 243586



