

ALIMENTICIA No. 6



Facultad de Ciencias Naturales
Programa de Ingeniería de Alimentos



José Fernando Isaza
Rector

Diógenes Campos
Vicerrector Académico

Fanny Mestre de Gutiérrez
Vicerrectora Financiera y Administrativa

Manuel García Valderrama
Director de Investigaciones

Carlos Sánchez
Secretario General

COMITÉ ACADÉMICO

Janeth Luna
Decana Programa de Ingeniería de Alimentos

Ligia Rodríguez
Administradora Docente

Edgar M. Vargas
Profesor Asociado Ingeniería de Alimentos

Yineth Piñeros
Profesora Asociada Ingeniería de Alimentos

Eduardo Rodríguez
Profesor Titular Ingeniería de Alimentos

Adriana Lozano
Profesora Asociada Departamento Ciencias Básicas

Daniel Rodríguez
Representante Estudiantil





COMITÉ EDITORIAL

Janeth Luna
Decana Programa de Ingeniería de Alimentos

Eduardo Rodríguez
Profesor Titular Ingeniería de Alimentos

Dionisio Malagón
Profesor Cátedra Ingeniería de Alimentos

Alexander Eslava
Profesor Cátedra Ingeniería de Alimentos

Luis Carlos Suárez Chaves
Estudiante Ingeniería de Alimentos





CONTENIDO

Editorial

Invitado

- ✚ Estrategia pedagógica para promover la continuidad del aprendizaje en la formación en ingeniería.

Estudiantes

- ✚ Diseño de planta de mayonesa de soya baja en grasa
- ✚ Producción de alcohol etílico a partir de cáscara de piña (*ananás sativus*)

De nuestra tierra

- ✚ Obtención de aceite esencial a partir de la cáscara de la mandarina

Proyectos de grado (Resúmenes 2007)





EDITORIAL

El programa de Ingeniería de Alimentos ha realizado una evaluación periódica y continua de los contenidos programáticos de su plan de estudios desde la implementación del sistema de créditos académicos en el año 2001. Lo anterior condujo a una revisión curricular que tuvo como resultado un nuevo plan, el cual fue implementado a partir del primer periodo académico del año 2008. Los cambios más importantes se vieron reflejados en la integración de contenidos y la generación de nuevas asignaturas teniendo en cuenta las temáticas propias de la ingeniería de alimentos y las nuevas tendencias de este sector en el ámbito regional, nacional e internacional. Un aspecto que se consideró fue la interdisciplinariedad, para lo cual se diseñaron asignaturas que pudieran ser cursadas por estudiantes de otros posibles nuevos programas de ingeniería en la Universidad, como son Ingeniería Industrial e Ingeniería Química. Además, se amplió el portafolio de cursos que se pueden realizar en otras Facultades de la Universidad, como es el caso de las asignaturas ofrecidas por la Facultad de Ciencias Económico Administrativas.

El "Plan Estratégico Prospectivo. Años 2007 - 2012" de la Facultad de Ciencias Naturales tiene como propósito llevar a cabo una serie de estrategias que conduzcan a fortalecer los programas de pregrado y postgrado que actualmente se ofrecen y a diseñar nuevos programas en los diferentes niveles. Dentro de estas estrategias es importante resaltar el desarrollo e implementación de nuevas herramientas pedagógicas, la consolidación de grupos de investigación en torno a las líneas estratégicas de la Facultad, la divulgación de resultados de

investigación y el diseño de nuevos programas académicos tanto de pregrado como postgrado. La implementación de algunas de estas estrategias tuvo como resultado el cambio en algunos cursos de la fundamentación básica del programa de Ingeniería de Alimentos, ejemplo de ello, fueron el curso de Pensamiento Matemático, cuyo propósito fue integrar los conceptos de matemática y física de forma novedosa, y el curso de Biología, el cual se fortaleció con el manejo colegiado de los temas de química para interrelacionar y fortalecer las temáticas de ambas ciencias.

En cuanto a la fundamentación específica de este programa o profesional, como se conoce en otras universidades, se incluyeron electivas profesionales que contemplan las tecnologías de alimentos (carnes, frutas y hortalizas, y lácteos) y materias que serán el resultado de los temas de investigación que actualmente se adelantan en el programa y que contribuyen a darle una mayor flexibilidad al currículo. El trabajo de grado que era uno de los requisitos para optar por el título no figuraba dentro del plan de estudios con un número de créditos asignado, generando ciertos inconvenientes de tipo operativo para los estudiantes, por esta razón, pasó a ser parte integral del total de créditos de la carrera. Además, el nuevo plan estableció otra forma de grado denominado "cursos de postgrado", para contribuir con la profundización en ciertos temas, afianzando la continuación de la especialización de los futuros profesionales.

La práctica empresarial, materia incluida en el nuevo plan, tiene como propósito complementar la formación académica del estudiante con la aplicación de sus



conocimientos en la solución de problemas de esta disciplina. En el programa es de vital importancia que los estudiantes realicen este tipo de prácticas para que se enfrenten a situaciones reales, se preparen tanto social como psicológicamente en su futura actividad profesional, se integren a equipos de trabajo multidisciplinario y desarrollen sus habilidades de comunicación, autoconfianza, independencia y criterio ingenieril.

La Comisión Pedagógica conformada por profesores del programa de Ingeniería de Alimentos y del Departamento de Ciencias Básicas está desarrollando una estrategia pedagógica con el fin de integrar la teoría de las asignaturas de ciencias básicas con la formación específica en Ingeniería de Alimentos, lo cual contribuirá a que los estudiantes tengan mayor interés, identifiquen en contexto con la carrera este tipo de asignaturas y puedan enfrentar con éxito los cursos propios de su formación profesional. El resultado de este trabajo multidisciplinario se muestra en uno de los artículos de este número. Los otros artículos que conforman el boletín ALIMÉNTICA No. 6 corresponden a los trabajos que se hicieron acreedores al primer y segundo puesto en la 5ª Feria de Proyectos de Investigación aplicados a la Ingeniería de Alimentos y los resúmenes de los trabajos de grado para optar por el título que se sustentaron en el año 2007.

ALIMÉNTICA es un boletín electrónico del programa de Ingeniería de Alimentos de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano que tiene como fin divulgar la investigación y las noticias relevantes del programa. Por esta razón, este boletín promueve y motiva la investigación formativa, actividades que se plasman a

través del desarrollo de proyectos de aula en las diferentes asignaturas del currículo y en proyectos de grado.



INVITADO

Estrategia Pedagógica para Promover La Continuidad del Aprendizaje en La Formación en Ingeniería¹

Eduardo Rodríguez-Sandoval¹, Edgar Vargas-Solano¹, Camilo Espejo², Eduardo Estrada-Kassir², Adriana Lozano², Ricardo Contento²

¹ Programa de Ingeniería de Alimentos. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano. Bogota D. C. Colombia.

² Departamento de Ciencias Básicas. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano. Bogota D. C. Colombia

Resumen

La calidad de la formación de un estudiante en Ingeniería depende en gran parte de la fundamentación en ciencias básicas y su aplicación en la resolución de problemas reales en las áreas propias de ingeniería. Uno de los inconvenientes que siempre han tenido los estudiantes es la falta de integración entre la teoría presentada en los cursos de ciencias básicas y su posterior utilización en las asignaturas de fundamentación específica de Ingeniería. La Comisión Pedagógica

(CP) de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (UJTL), conformada por docentes del Programa de Ingeniería de Alimentos y el Departamento de Ciencias Básicas, tiene como uno de sus objetivos desarrollar estrategias pedagógicas que permitan la integración real entre la fundamentación básica y la formación específica en Ingeniería de Alimentos, lo cual contribuirá a que los estudiantes tengan mayor interés, encuentren un mayor contexto de la carrera en este tipo de asignaturas y puedan enfrentar con éxito los cursos propios de su formación profesional. La estrategia pedagógica consiste en el planteamiento de problemas reales en cada asignatura, que generen en los estudiantes la necesidad de establecer relaciones con los preconceptos adquiridos hasta el momento, así como incentivar la investigación y búsqueda de información, fomentar el pensamiento crítico y reflexivo, para poder dar diferentes soluciones. Adicionalmente, la discusión de estos problemas puede servir para introducir nuevos temas y consolidar formalismos matemáticos que hayan sido estudiados en cursos inmediatamente anteriores.

Palabras claves: Formación, Ciencias Básicas, Ingeniería, Integración

1. Introducción

La ingeniería se puede definir como la profesión en la cual el conocimiento de las ciencias naturales obtenido por el estudio, la experiencia y la práctica se aplica conscientemente para desarrollar maneras de utilizar los materiales y las fuerzas de la naturaleza para el bien de la humanidad. Esta definición destaca la intención de dar a las ciencias básicas el papel de fundamento de las ciencias de la

¹ Trabajo presentado en el en la XXVIII Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería y VI Encuentro Iberoamericano de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería, "El profesor de ingeniería, profesional de la formación de ingenieros", que se realizó en Octubre de 2007, en Cartagena de Indias.



ingeniería. Mientras que en la enseñanza media se muestran las situaciones más simples, en los cursos de ciencias básicas para ingenieros, las situaciones deberían ser las típicas del objeto de profesión del futuro graduado (Garza-Rivera, 2001).

La función primordial de los sistemas de educación superior es la formación de profesionales cuyo ejercicio se base en el espíritu y método científico y en valores de convivencia, con una sólida capacidad para aprender, característica indispensable en una sociedad en permanente cambio. En este momento se requiere de un ingeniero ingenioso, innovador, audaz en la experimentación, con habilidades de interacción y de intercambio de ideas con otros profesionales de áreas diferentes (Duque y Martínez, 2000).

La evaluación de los procesos académicos y de sus resultados es una de las actividades que permite a La Universidad mejorar su desempeño y cumplir con sus compromisos en la formación de profesionales. Para atender esta necesidad se han desarrollado jornadas pedagógicas y reuniones entre las facultades y departamentos que integran los programas académicos de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (UJTL). La Comisión Pedagógica (CP) surgió como resultado de las jornadas pedagógicas convocadas por la Facultad de Ingeniería de Alimentos de la UJTL en los años 2004 y 2005. En estas jornadas se examinaron algunos problemas en la formación de los estudiantes y se propuso que los profesores de la formación básica y específica trabajaran en conjunto para enfrentar los problemas pedagógicos identificados. (Cortés et al., 2006).

La finalidad de las ciencias básicas es proporcionar al estudiante los

conocimientos y métodos fundamentales que lo capaciten para poder cursar las asignaturas complementarias, básica profesional y profesional específica. El dominio de las ciencias básicas será lo que permita a los egresados mantenerse actualizados y adaptarse a las cambiantes necesidades y requerimientos del desarrollo contemporáneo (López-Rodríguez, 2000). El presente estudio tiene como objetivo mostrar el planteamiento de una estrategia pedagógica que integre la teoría de las asignaturas de ciencias básicas con las de la formación profesional en el Programa de Ingeniería de Alimentos.

2. Área problema

Los alumnos tienen un déficit en la utilización de la herramienta matemática para la resolución de problemas relacionados con la ingeniería. A partir de los análisis de los resultados obtenidos en los bachilleres que ingresan a las diferentes carreras de ingeniería, se concluye que poseen una pobre formación en las matemáticas (Niño-Lovo, 2004). La aceptación de las matemáticas, por parte del estudiante de ingeniería, es muchas veces un proceso complejo por la forma como se le imparten los conceptos, llegando a tener que entender deducciones numéricas sin apreciar su aplicación real a sistemas físicos. Con el fin de obtener de esta ciencia su máximo provecho para su posterior aplicación en el diseño, cálculo y modelación de sistemas se hace necesario darle un enfoque diferente para cada una de las carreras en las que se estudia. Dicho enfoque podría orientarse a aplicaciones específicas, despertando en el alumno motivación e interés por su aprendizaje. El proceso de cambio es una ardua tarea tanto para el alumno como para el docente, requiriendo mayor



esfuerzo de ambas partes (Vásquez-Villegas, E., 2000).

El estudiante que no tiene claro los conceptos puede "resolver un problema" de un examen convencional, pero no necesariamente sabe aplicar sus conocimientos en un contexto ligeramente diferente, y menos aún en el mundo real, donde la mayoría de las veces, el problema no está completamente especificado. Los estudiantes están más capacitados para resolver ecuaciones que para entender los conceptos que resumen. Muchos profesores dan prelación al lenguaje complejo y compacto de las matemáticas para aclarar conceptos que la mayoría de las veces, no están claros en lenguajes más simples (Ospina-Gómez, 2000).

En diferentes jornadas pedagógicas de la UJTL se identificaron algunos problemas que se observaban con frecuencia en las áreas de ciencias básicas en el Programa de Ingeniería de Alimentos (Tabla 1). Adicionalmente, se llegó a un consenso acerca de las competencias y habilidades que debería poseer un ingeniero de alimentos de la Universidad, clasificadas según sean imprescindibles (sin ellas no se es ingeniero), indispensables (facilitan el ejercicio profesional), importantes y deseables (Tabla 2). Los aspectos mostrados en la Tabla 1 son necesarios para el desarrollo de las habilidades de la Tabla 2, por lo tanto, se propuso que los estudiantes deberían ser protagonistas del proceso enseñanza-aprendizaje, la contextualización de las materias de formación básica en cada disciplina debería resultar de un ejercicio conjunto entre profesores de las materias de orientación básica y específica, y se debería identificar los temas comunes para profesores de las áreas básicas y

profesional para establecer una clara vinculación entre investigación formativa y científica (Cortés et al., 2006).

3. Fundamentación

El conocimiento sistemático, coherente y riguroso sobre los fenómenos de la realidad exige esfuerzo, constancia, disciplina, atención y sacrificio de gustos y placeres inmediatos a cambio de la esperanza de una satisfacción más valiosa y duradera. Al lado de una regencia y normatividad fuertes, requiere un mínimo de satisfacción placentera y afectiva para que la mente de los alumnos, desde cierto equilibrio, pueda concentrarse en el estudio y dedicarse al trabajo racional de comprender el mundo natural y cultural que lo rodea (Flórez-Ochoa, 2005).

ÁREAS	DEBILIDADES
Matemáticas	<ul style="list-style-type: none"> ✚ El manejo de razones y proporciones. ✚ La resolución de ecuaciones. ✚ La representación de funciones. ✚ La aplicación de derivadas e integrales y de conceptos trigonométricos.
Física	<ul style="list-style-type: none"> ✚ La determinación de las magnitudes dentro de los procesos físicos y el manejo de sus unidades. ✚ La identificación de las variables dependientes e independientes y de sus relaciones. ✚ El análisis e interpretación de resultados numéricos. ✚ La apropiación de los conceptos involucrados en los modelos físicos.
Química	<ul style="list-style-type: none"> ✚ La identificación de los estados de la materia. ✚ El reconocimiento de la relación existente entre la estructura, propiedades y función de átomos, moléculas y macromoléculas. ✚ La identificación de los grupos funcionales en moléculas orgánicas y relacionarlas con sus propiedades químicas. ✚ La aplicación de conceptos estequiométricos.

Tabla 1. Principales debilidades de los estudiantes de Ingeniería de Alimentos en Ciencias Básicas



Clasificación	Competencias y habilidades
Imprescindibles	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Toma de decisiones a partir de la interpretación de resultados. ✚ Dominio de los fenómenos de transporte. ✚ Dominio de los conceptos físicos. ✚ Dominio del concepto de alimento.
Indispensables	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Integrar conceptos. ✚ Interpretación de modelos matemáticos en ingeniería. ✚ Capacidad de resolver problemas ingenieriles.
Importantes	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Manejo de herramientas matemáticas. ✚ Aplicar conceptos relacionados con la composición y estructura de alimentos.
Deseables	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Dominio de conceptos bioquímicos y sus aplicaciones.

Tabla 2. Competencias y habilidades que debe tener un ingeniero de alimentos

Los objetivos que persigue un Departamento de Ciencias Básicas en una Facultad de Ingeniería es proporcionar al estudiante herramientas necesarias que le permitan enfrentar con éxito problemas que requieran de capacidad analítica e innovación. Esto implica poner al estudiante en contacto con la realidad, despertar en él valores y actitudes como la solidaridad y la socialización del conocimiento adquirido dentro y fuera del aula (Nieto -Lovo, 2004).

Intentar desarrollar la capacidad de abstracción en los estudiantes puede requerir algún tiempo adicional, pero dicha capacidad es esencial para un ingeniero, él debe poder simplificar la realidad para comprenderla, debe ser capaz de descubrir los patrones que ordenan los diferentes aspectos de la realidad. Para ordenar e interpretar el caos de datos e informaciones que se presentan es preciso crear ecuaciones, analogías y modelos (Lamos-Díaz y Orellana, 2000). La

aplicación matemática de las ciencias naturales esta condicionada al propio proceso de concepción y formación del conocimiento científico. Este proceso esta directamente relacionado con la acumulación de material de experimentación, con su fundamento, con la formulación de hipótesis, con la realización de experimentos y con la creación de modelos matemáticos, el cual se entiende como una descripción bastante aproximada de fenómenos del mundo exterior, expresada en el lenguaje de las matemáticas (Nieto-Lovo, 2004).

La relación teoría-práctica puede ser planteada en términos del conocimiento que produce y, por tanto, definirse como una relación de comunicación. La teoría se ocupa de generalizaciones universales e independientes del contexto, por otra parte, la práctica se refiere a los casos particulares y dependientes del contexto. La teoría trata de ideas abstractas, la práctica, de realidades concretas. La actividad de teorizar es, en gran medida, inmune a las presiones del tiempo, la práctica posee capacidad de respuesta ante las demandas contingentes de la vida cotidiana. La solución de los problemas teóricos se encuentra conociendo algo, los problemas prácticos sólo pueden resolverse haciendo algo (Rodríguez - Gómez, 2006).

En ingeniería, no ha sido costumbre utilizar demostraciones experimentales como parte de los cursos formales. En esta área los currículos han dividido los temas en clases "teóricas" y laboratorios. En este esquema, "la teoría" no encuentra una relación sencilla con la "práctica", y solo después de mucho trabajo posterior al curso "teórico" el estudiante logra establecer las conexiones apropiadas. La utilización de demostraciones



experimentales como apoyo a las clases puede ayudar a disminuir el esfuerzo necesario para que el estudiante apropie como parte de la realidad, conceptos inherentemente abstractos. También puede ser útil para que el estudiante establezca conexiones entre piezas del conocimiento, superando la separación de temas que se hace en los currículos (Altamar y Bolaños, 2000).

4. Estrategia pedagógica

En la tendencia de enseñanza-aprendizaje, el profesor debe pasar a tomar un rol de facilitador de la solución dando recomendaciones, formulando interrogantes, ayudando al alumno en el proceso de toma de decisiones y permitiendo al alumno desarrollar su tarea de forma independiente. El hecho que el estudiante tenga una responsabilidad en su aprendizaje contribuye a una mejor asimilación de los contenidos, el conocimiento no se inyecta desde afuera, debe ser construido por el propio alumno (Garza-Rivera, 2001).

La didáctica de la matemática debería enfocarse a conocer los fenómenos y procesos en los que está involucrada la enseñanza de esta disciplina con el objeto de mejorar la comprensión de los alumnos y de esta forma optimizar el proceso de aprendizaje, esto implica que la formación matemática del docente debe ser muy fuerte e incluir ejemplos de aplicación de las distintas especialidades (Nieto - Lovo, 2004).

En la formulación de problemas en términos matemáticos se deben determinar antes que nada claramente las premisa; los problemas del mundo real suelen ser complejos e incluyen diversos

procesos diferentes y quizás interrelacionados, por lo cual, antes de proceder a un tratamiento matemático, se deben determinar las variables que son significativas, con ellas se postulan relaciones en forma de leyes, formulas y teorías (Lamos-Díaz y Orellana, 2000).

La ingeniería es un proceso de toma de decisiones para la solución de problemas dentro de un campo de acción. Esta toma de decisiones se puede llevar a cabo aplicando diferentes pasos, entre los cuales se destacan: Delimitar la situación, plantear una estrategia de solución, obtener información experimental o teórica, analizar los datos y resultados, seleccionar los criterios valorativos sobre las posibles soluciones, elegir la variable óptima y corregir la decisión durante su implantación (Garza-Rivera, 2001).

La estrategia pedagógica formulada por la comisión en la UJTL reúne los aspectos discutidos anteriormente. A manera de ejemplo se presenta un taller introductorio para el curso de cálculo vectorial (Tabla 3). El desarrollo de este taller contribuirá en la formación de los estudiantes de ingeniería, teniendo en cuenta que la construcción del modelo R^n requiere de un conocimiento previo, el análisis de los datos mostrados y una aplicación práctica del lenguaje matemático. El modelo no solo se determina por el fenómeno estudiado, sino por las preguntas a las cuales el modelo deberá responder.

El cálculo vectorial optimiza modelos funcionales, en los cuales el valor de una cantidad puede depender de dos o más valores, convirtiéndolo en un instrumento matemático ideal que permite comprender, plantear y solucionar problemas a partir de modelos propios. Para abordar adecuadamente el estudio



del cálculo de funciones cuyo dominio y/o codominio es el espacio vectorial euclidiano, se deben estudiar algunos aspectos de la naturaleza algebraica de ese espacio, insistiendo en la riqueza geométrica, la cual puede ser visualizada en los casos particulares de R^2 y R^3 .

5. Conclusiones

Los alumnos de ingeniería tienen un déficit en el empleo de las matemáticas para la resolución de problemas relacionados con situaciones reales por la falta de integración entre la teoría que se imparte en los cursos de ciencias básicas y la práctica que se lleva a cabo en las asignaturas de la formación profesional. Un enfoque que podría superar este inconveniente es el planteamiento de un problema específico, que genere en los estudiantes la necesidad de establecer relaciones con el conocimiento adquirido, y fomente el pensamiento crítico y reflexivo.

La modelación matemática permite por un lado la construcción de modelos matemáticos, y por otro su investigación con métodos matemáticos y la comparación de los resultados teóricos con los datos experimentales. La modelación refuerza el conocimiento multidisciplinar a través de una actividad que involucra conceptos y métodos de diferentes campos del conocimiento. Asimismo, la modelación es una actividad creativa y fundamental en la formación del ingeniero debido a su sentido práctico, lo que motiva el estudio y el interés por las matemáticas.

6. Referencias

Cortés, M., Cortés, M., Espejo, C., Estrada, E., Vargas, E. Comisión pedagógica, matemáticas, física e ingeniería (CPMFI): Informe de actividades. Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano, Bogotá D.C., 2006, 25 pp.

Florez - Ochoa, R. Pedagogía del conocimiento. Mc. Graw Hill, 2 ed., Bogotá D.C., 2005, 360 pp.

Duque, M. y Martínez, A. C. Aprender haciendo: una experiencia de un laboratorio diferente. XX Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería. "Ingeniería y Desarrollo Social". Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI). Cartagena de Indias, 2000, pp. 14-20

Ospina - Gómez, G. La enseñanza entre pares: un modelo para pensar. XX Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería. "Ingeniería y Desarrollo Social". Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI). Cartagena de Indias, 2000, pp. 95-101

Lamos - Díaz, H. y Orellana, Y. R. Reflexiones acerca de la docencia para ingenieros. XX Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería. "Ingeniería y Desarrollo Social". Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI). Cartagena de Indias, 2000, pp. 130-136

Altamar, A. y Bolaños, G. Demostraciones experimentales como herramienta de aprendizaje en ingeniería. XX Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería. "Ingeniería y Desarrollo Social". Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI). Cartagena de Indias, 2000, pp. 186-190



Vásquez - Villegas, E. Implementación de modelos físicos en apropiación de conceptos matemáticos en la ingeniería. XX Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería. "Ingeniería y Desarrollo Social". Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI). Cartagena de Indias, 2000, pp. 230-235

López - Rodríguez, E. A. Las ciencias básicas en la formación del ingeniero: el ser, el saber y el saber hacer en la escuela. XX Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería. "Ingeniería y Desarrollo Social". Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI). Cartagena de Indias, 2000, pp. 250-253

Garza - Rivera, R. G. El rol de la física en la formación del ingeniero. Ingenierías. Vol IV. No. 13, 2001, pp. 48-54

Nieto - Lovo, M. R. El papel de las ciencias básicas en la enseñanza de la ingeniería. I Congreso de Enseñanza de la Ingeniería. Quetzaltenango, México, 2004, pp. 150-153

Rodríguez - Gómez, H. M. Práctica pedagógica: Una tensión entre la teoría y la práctica. Pedagogía y Saberes, Universidad Pedagógica Nacional, Facultad de Educación. No. 24, 2006, pp. 19-25.



ESTUDIANTES

Diseño de Planta de Mayonesa de Soya Baja en Grasa

**Serrato Enríquez Laura Marcela¹ ,
Suárez chaves Luis Carlos¹.
Martínez Muñoz Jenny Sofia¹.
Mancera Bernal Angela Sirley¹.
¹Estudiantes Ingeniería de Alimentos.
Universidad de Bogotá Jorge Tadeo
Lozano. Bogotá Colombia.**

Resumen

La implementación de conocimientos ingenieriles con el fin de generar un proyecto de diseño de una planta de producción de mayonesa a base de soya proporcionando un valor agregado a un producto de consumo masivo pero que sin embargo genera prejuicios y prevenciones en el consumidor, es uno de los objetivos de nuestro curso.

El presente trabajo pretende generar la ingeniería básica para el diseño de una planta de producción de mayonesa a base de soya incluyendo todos los cálculos de las diferentes etapas del proceso esperando un producto de alta calidad y competitivo en el mercado actual de la mayonesa y los productos funcionales.

Palabras claves: Soya, diseño, mayonesa, bajo en grasa.

1. Introducción

El desarrollo de metodologías de diseño de procesos alimentarias, como una herramienta de ingeniería para dimensionar plantas industriales, fue el objetivo primordial de este trabajo (curso

de diseño de planta alimentarias), que se baso en el desarrollo de una mayonesa a base de soya baja en grasa, que proporcionará unas características nutricionales de excelente calidad debido a su origen (vegetal).

El propósito de este producto fue reducir los porcentajes de grasa presente en la mayonesa tradicional con el fin de hacerla atractiva a un consumidor conciente de los beneficios que esto significa para su salud.

Partiendo de la base de que en Colombia se destina cerca del 0.2% del consumo de los hogares a mayonesa y salsa y que durante los últimos años el consumo de soya ha aumentado gradualmente en como resultado del cambio de habito alimenticio hacia productos más saludables y de mejor calidad; pretendemos ofrecer al mercado una alternativa diferente que satisfaga la necesidad de la mayonesa y que permita disfrutar de los beneficios de la soya.

La soya es una planta de la familia de las leguminosas fabáceas que Posee un alto Contenido Proteico, tiene mayor rendimiento de proteína dos veces más el de la carne, cinco veces más que el del huevo y los cereales, doce veces más que la leche.

2. Metodología

2.1 Localización de la planta

Para este efecto se generó una tabla de toma de decisiones para la escogencia de la ubicación de la planta, calificando como mal, normal o no afecta o excelente a 8 item diferentes tales como ciudad, materia prima, clima, vías de acceso, impuestos, mercado, mano de obra y agua,



dependiendo de los resultados obtenidos de este cuadro se toma la decisión pertinente.

2.2 Requerimiento de mano de obra

Con el objetivo de determinar la cantidad de hombres necesaria para operar la planta, se utilizó una grafica en donde por medio de la capacidad de la planta y el grado de automatización de la misma se puede obtener el número de hombres al día.

2.3 Estimación de costos de equipos

La estimación de costos se realizó por medio Del libro Plant Desing and economics for chemical engineers, y el índice de costos anuales de equipo de 2006 de la chemical engineering.

Para obtener precios reales de equipos se usaron las siguientes ecuaciones:

- **Estimación de costos de equipos debido a la inflación**

$$C_{p,u,r} = C_{p,v,r} (I_s/I_r)$$

Donde:

I_s = Índice de costo del equipo al año que se quiere llevar.

I_r = Índice de costo del equipo en el año del cual se tiene el precio.

- **Variación de Costo de Equipo con La Dimensión**

$$C_p, V, r = C_p, u, r (v/u)^a$$

C_p, V, r = Precio de compra del equipo que tiene un factor de dimensión (v) en un año r.

C_p, u, r = Precio de compra del mismo equipo en el mismo año pero con una dimensión diferente.

(v/u) = Factor de dimensión (variable que se escala)

a = Factor de escala entre dimensiones

2.4 Factibilidad de mercados

Demanda: Para determinar el tamaño de la demanda de mayonesa de soya, se realizó una encuesta que buscaba identificar al porcentaje de consumidores de mayonesa que estarían interesados en consumir una mayonesa de soya.

Oferta: En el momento no existe un sustituto perfecto para nuestro producto. Por lo tanto al determinar la demanda de este se logro determinar la oferta.

3. Resultados

3.1 Localización de planta

Ciudad	Materia prima	Clima	Vías de Acceso	Impuestos	Mercado	Mano de Obrero	Agua
Bogotá	1	1	5	5	5	5	5
Cali	3	5	3	3	3	5	3
Meta	5	5	3	3	3	1	3
Total	Bogotá 27		Cali 25		Meta 23		

Tabla 1. Selección de localización de planta



3.2 Diagrama de flujo

Este diagrama representa gráficamente en una secuencia lógica de proceso cada una de las etapas del mismo, así como el balance de materia correspondiente a las diferentes líneas de proceso. Este diagrama podrá ser visto como anexo1.

3.3 Dimensionamiento de los equipos

El desarrollo de esta etapa del diseño se fue posible gracias al diagrama de flujo ya que como ya se dijo anteriormente en aquel se presenta el Balance de materia del proceso, y gracias a este balance es posible determinar la capacidad de los equipos y finalmente a través de las herramientas de diseño propias de la ingeniería y particulares para cada equipo, dimensionar cada uno de estos. Ejemplos para algunos equipos:

Cantidad de Tanques	3
Diámetro	2 m
Alto	5 m
Área	21 m ²
Flujo	5.583 kg./día.

Tanque de Remojo TK-101

Cantidad de Tanques	1
Largo	1m
Ancho	1 m
Alto	0.5 m
Área de intercambio	1 m ²
Flujo	27335,1 kg/día.

Evaporador abierto HE-101

3.4 Diagrama de instrumentación y tubería

Este diagrama revela las características propias de las corrientes así como las de las tuberías en donde se ubican las dimensiones propias de esta, también y como primordial herramienta de este diagrama, es posible encontrar las herramientas de control representadas como lazos identificables claramente, ver anexo2.

Así mismo se presentan como anexo3 algunos de los lazos más importantes del proceso de control cerrado y por relación. Estos diagramas revelan las estrategias de control de mayor relevancia para el éxito del proyecto.

3.5 Distribución de planta

Finalmente utilizando el método de Richard Muther se realizó el layout de la planta y utilizando diferentes criterios de distribución se obtuvo el plano de distribución final de planta ver anexo4, que complementado con los pasos anteriormente citados representa la ingeniería básica de la planta.

Dando como resultado una planta con un área requerida de 2134.4 m².

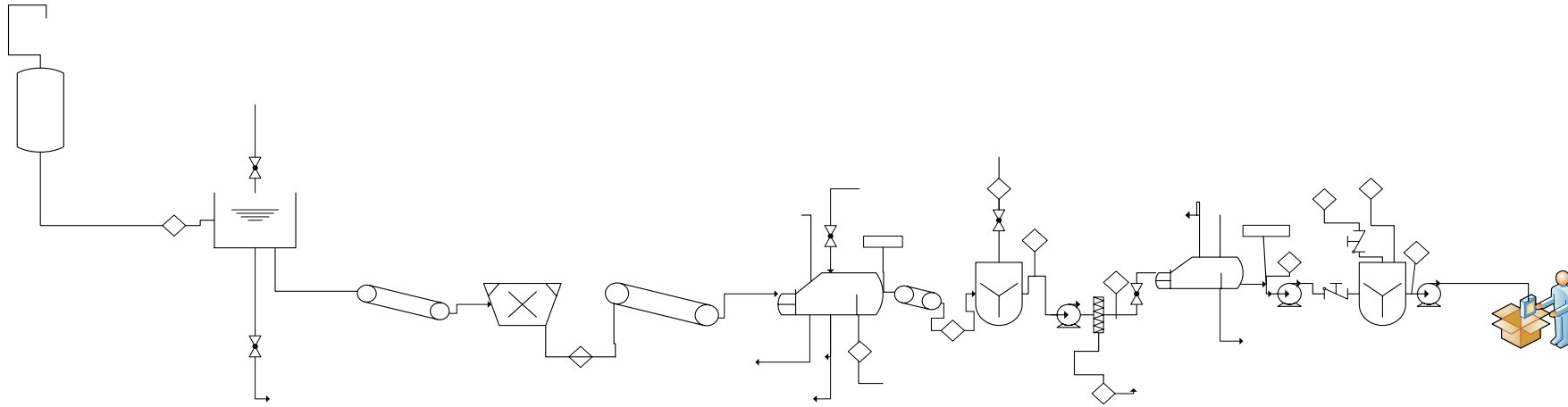


4. Referencias

- <http://www.agrocadenas.gov.co>
 - <http://www.fao.org>
 - <http://www.solae.com/company/sp/soyessentials/soyessentials.html>
 - <http://es.wikipedia.org/wiki/Soja>
 - BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA, 1997. Técnicas Agrícolas en Cultivos Extensivos. La soja. Ed. Idea Books. Pág. 496-499.
 - GUERRERO, A. 1987. Cultivos Herbáceos Extensivos. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 751 pp.
 - HERMOSO, M. 1974. Posibilidades del cultivo de la soja en España. Hoja Divulgadora Núm. 4/74 H. Ministerio de Agricultura. Madrid. 16 pp.
 - HERMOSO, M. 1974. El cultivo de la soja. Hoja Divulgadora Núm. 5-6/74 H. Ministerio de Agricultura. Madrid. 24 pp.
 - MAPA, 1973. La soja. Dirección General de la Producción Agraria. Ministerio de Agricultura. Madrid. 42 pp.
 - SILVEIRA, J.M. & DURAN, J.M. 1998. La soja: un cultivo poco conocido en España. Vida Rural. Año V. Nº 75. Pág. 28-33.
 - VENTURI & AMADUCCI. 1988. La soja. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 254 pp
-

Anexos 1

Diagrama de Flujo de proceso



SOY

Equipment List	
Displayed Text	Description
B-101	Banda transportadota
B-102	Banda transportadota
B-103	Banda transportadota
E-101	Mamita
F-101A/B	Filtro
HE-101	Concentrador
M-101	Molino de disco
MX-101	Licuada industrial
MX-102	Licuada industrial
P-101A/B	Bomba de lobulos
P-102A/B	Bomba Centrifuga
P-103A/B	Bomba Centrifuga
BK-101	Bodega de almacenamiento

corrientes de servicio	
Nomenclatura	Description
w	Agua
Wp	agua potable
Wr	agua de rebose
Cas	Cascarilla
Ts	Torta de soya

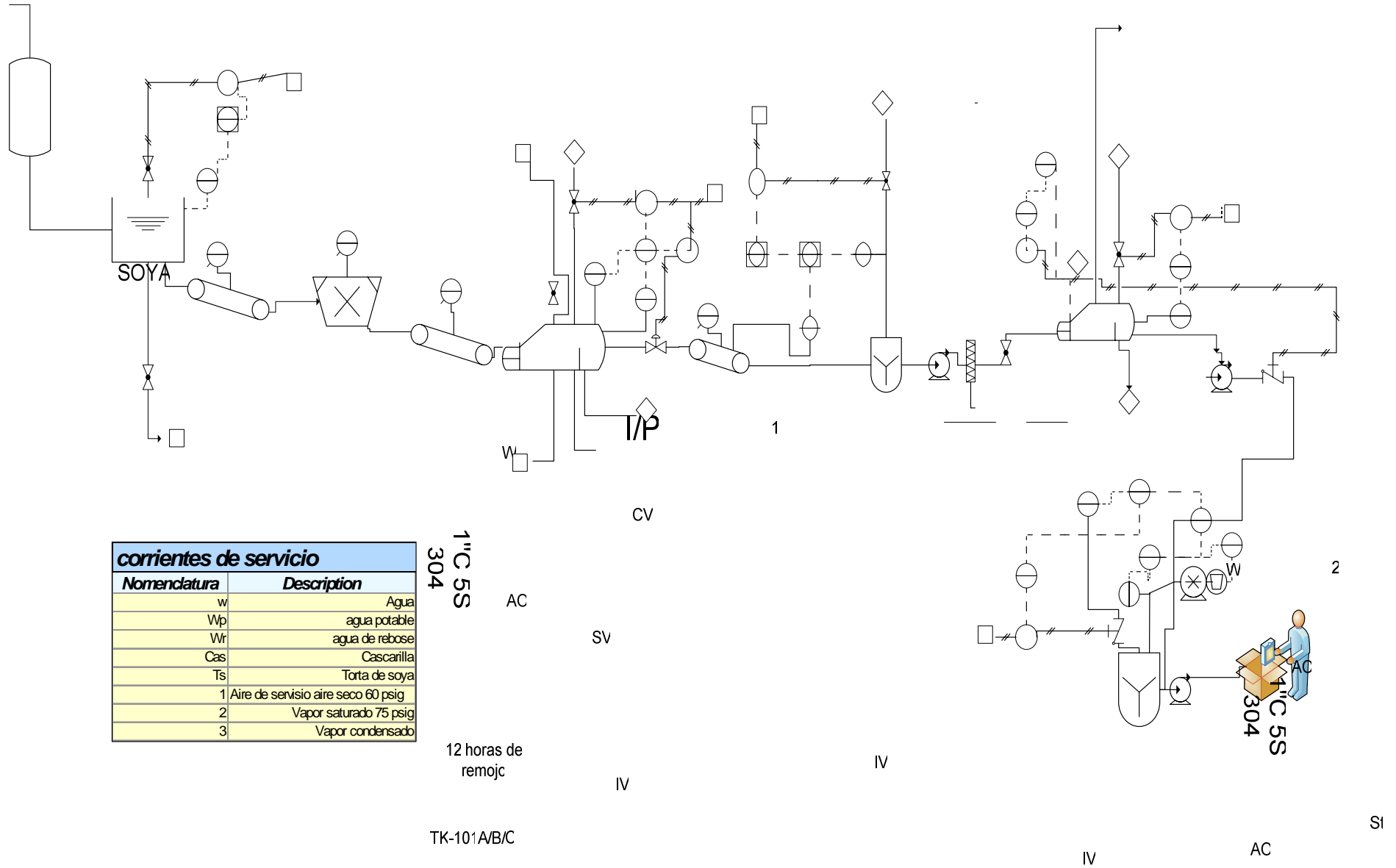
BK-10

Flow Summary Table for the Mayonnaise of Soy											
Description	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Flow kg/dia	5,583	11166,3	9491,355	28474,065	37965,42	27335,1024	10630,32	13394,2	4554,028	550,5016	16407,7
Temperature (°C)	20	20	84	20	21	21	21	90	20	20	23
Componentes											
Sal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200,913	200,913
CMC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,33942	1,33942
Acido Citrico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53,5768	53,5768
agua	0	5583,15	4745,6775	28474,065	28,474	25968,34728	0	12188,72	0	0	12188,72
Ajo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160,7304	160,7304
Acete	0	0	0	0	0	0	0	0	4554,028	0	2463
Azucar	0	0	12 horas de	0	0	0	0	0	0	133,942	133,942
Soya	5,583	5583,15	4745,6775	28474,065	9491,355	1093,404096	10630,32	1205,478	0	0	1205,478

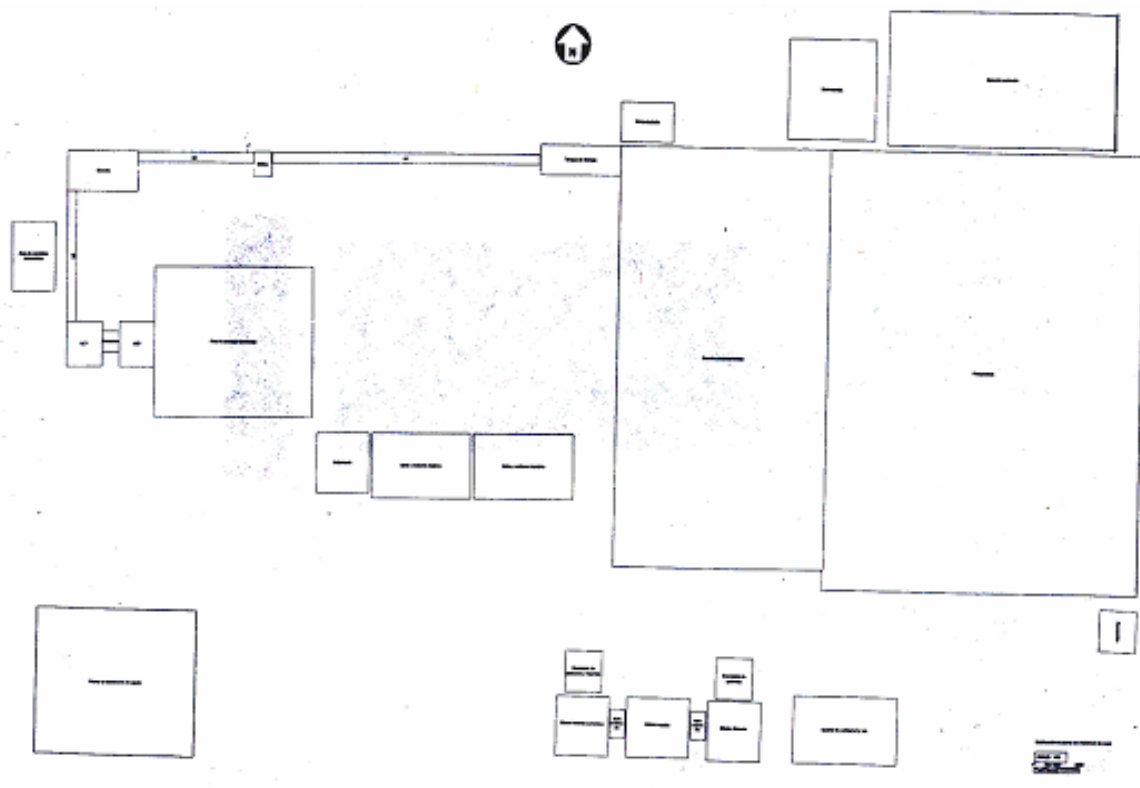
Vapor

Anexo 2

Diagrama de instrumentación y tubería



Anexo 4
Distribución de planta (Layout)





Producción de Alcohol Etílico a partir de Cáscara de Piña (*Ananás sativus*)

Montilla, M. A, Álvarez, C. L. ¹

¹ Estudiantes programa de Ingeniería de Alimentos

Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano

Bogota, D.C; Colombia

e-mail:

MAURICIOMONTILLA811@HOTMAIL.COM, alvarez562@yahoo.com.mx

Resumen

En este trabajo se utilizó la cáscara de piña como materia prima para llevar a cabo la fermentación alcohólica, teniendo en cuenta que es un residuo que se produce en grandes cantidades (30% de los frutos de piña). Previo a la fermentación etanólica se realizaron pre-tratamientos de hidrólisis enzimática (celulasas, celulasas+amilasas y amilasas). La fermentación se realizó utilizando *Saccharomyces cerevisiae* libre durante 5 días a 30°C sin agitación. Luego de la destilación, los mejores resultados se obtuvieron utilizando hidrólisis enzimática con celulasas, obteniendo 3% de alcohol, en contraste con menos de 1%, utilizando cáscaras de piña sin tratamiento enzimático. Los resultados muestran el potencial de estos residuos para la producción de etanol.

Palabras claves: Piña, etanol, fermentación, hidrólisis enzimática

1. Introducción

Siendo el campo de las fermentaciones un área ampliamente explorada, y teniendo en cuenta que la variedad de productos que de ella se derivan es abundante. Los procesos de fermentación son en su mayoría de naturaleza anaeróbica donde se producen compuestos orgánicos por la acción de microorganismos u otras células o de extractos celulares. Por otra parte la extracción fermentativa de etanol cobra bastante importancia debido a las características metabólicas de las levaduras, las cuales se inhiben a concentraciones de etanol que oscila entre el 2.5 y 10 % (p/p) en el medio. Asimismo, durante el proceso de fermentación si la concentración de sustrato alcanza 10.8°Brix, los microorganismos se inhiben para producir alcohol. Generalmente al realizar el proceso de extracción de etanol del medio de cultivo, las levaduras pueden seguir produciendo etanol y de esta manera mejorar la productividad (1). La piña es una fruta tropical con un alto contenido de azúcares con una estructura vegetal rígida. Su cáscara está compuesta principalmente por fibra (77.61%), proteína cruda (6.56%) y carbohidratos no estructurales (12%) (2). La producción de alcohol se hace con el fin de aprovechar el porcentaje en peso que la cáscara tiene dentro del peso total de la fruta (aprox. 30%), así mismo por la cantidad de compuestos aprovechables que ella contiene en la variedad Cayena Lisa que contiene de 14 a 17°Brix, iniciales. Una vez obtenidos los azúcares a partir del almidón, estos se convierten a alcohol por medio de una fermentación anaerobia, utilizando la *Saccharomyces cerevisiae* (3). El objetivo de este estudio fue evaluar la hidrólisis enzimática de amilasas y



celulasa en la producción de etanol a partir de cáscara de piña.

2. Materiales y Metodología

En la experimentación se utilizó cáscara de piña variedad Cayenna Lisa, levadura *Saccharomyces cerevisiae*, melaza, enzimas como amilasas (alfa amilasa enzipan) y celulasas (Optimase CX55L de Genencor). Se realizaron mediciones de pH, alcohol, °Brix utilizando un potenciómetro, alcoholímetro y refractómetro, respectivamente. Adecuación de la piña

2.1. Adecuación de la materia prima

La cáscara de piña se licuo durante 2 minutos y se redujo a un tamaño de partícula aprox. de 0.2 cm. de diámetro, se utilizó 25% de cáscaras de piña, luego se esterilizó en el autoclave a 121°C durante 30 minutos. Posteriormente se le adicionaron amilasas y celulasas, y se mantuvieron en agitación a 30°C durante 48h para realizar una hidrólisis enzimática.

2.2 Fermentación

La levadura se activó en melaza (30 g/L) con aireación continua durante 1 hora. Posteriormente se adicionaron 20 mL al hidrolizado realizado anteriormente y se llevó a fermentación a 30°C durante 5 días sin agitación. Después de la fermentación, los mostos se filtraron y separaron de los sedimentos para realizar la destilación. Se midió el pH y el índice de refracción antes y después de la fermentación. El contenido de alcohol (etanol) se determinó con un alcoholímetro.

2.3. Destilación

Para la destilación se utilizaron 150ml de cada uno de las soluciones, previamente filtradas y se recolectaron 50ml de destilado para determinar la cantidad de alcohol que se produjo en cada una de las muestras. Para esto se utilizó un alcoholímetro.

3. Resultados y Discusión

En la Tabla 1 se encuentran los porcentajes de alcohol obtenidos para cada una de las unidades según el tratamiento enzimático. Como se observa los mejores resultados se obtuvieron utilizando combinación de las dos enzimas probablemente porque se logró hidrolizar tanto celulosa como almidones para la obtención de azúcares fermentables, lo que favoreció la producción de alcohol. Se logró un aumento de 2,86 veces el producido comparándolo con la fermentación sin tratamiento enzimático. Sin embargo, se logró mejorar la producción de alcohol con cada una de las enzimas por separado, pero el mejor efecto se obtuvo con la combinación.

# MUESTRA	TRATAMIENTO DE HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA	% ALCOHOL EN 50ml	% ALCOHOL TOTAL
1	sin enzima	2	0,7
2	con celulasa	4	1,3
3	celulasa + amilasa	6	2
4	con amilasa	3	1

Tabla 1. Porcentaje de alcohol obtenidos en las diferentes unidades



En la Tabla 2 se muestra el comportamiento del pH después del tiempo de fermentación. Todas las muestras se fermentaron en un periodo de 120 horas y tuvieron un pH inicial de 4.2.

# MUESTRA	Tratamiento de Hidrólisis Enzimática	pH después Fermentación
1	sin enzima	3,9
2	con celulasa	3,7
3	celulasa + amilasa	3,6
4	con amilasa	3,8

Tabla 2. Valores de pH después de la fermentación

En la Tabla 3 se presentan los valores de los °Brix después del proceso de hidrólisis enzimática, y de la fermentación, lo que indica que el tratamiento celulasas + amilasas produjo la mayor cantidad de azúcares para la fermentación, dato que está de acuerdo con los rendimientos presentados en la Tabla 1. Las diferentes muestras tuvieron un valor de 17 °Brix al iniciar el proceso.

# MUESTRA	TOPO DE ENZIMA	°Brix luego de la hidrólisis	°Brix después Fermentación
1	sin enzima	32	11
2	con celulasa	35	13
3	celulasa + amilasa	44	10
4	con amilasa	33	13

Tabla 3. Valores de °Brix durante el proceso

4. Análisis de Resultados

La concentración de alcohol obtenida fue satisfactoria (1-2%) teniendo en cuenta que las muestras que contenían enzimas celulasa y amilasa presentaron el mayor porcentaje de alcohol (2%), datos que corresponden con los °Brix tomados en cada una de las muestras en donde al inicio de las pruebas se encontraron en 17 °Brix y con el paso de las horas disminuyeron de acuerdo entre 10 y 13 °Brix (Tabla 4). Con respecto al valor de pH obtenido de la medición en el potenciómetro se observó que este disminuyó con respecto al valor original antes de la fermentación, esto se debe a que el consumo de azúcar por parte de la levadura se incrementa, así como, el trabajo de las enzimas que se encargan de catalizar la reacción en donde el sustrato, que es la melaza, es desdoblado por la enzima, lo que representa una disminución del pH al producirse una acidificación de los componentes presentes.

5. Conclusiones

- Gracias a su alto porcentaje dentro del peso total la factibilidad técnica de la producción de etanol a partir de las cáscaras de piña es efectiva.
- El uso de enzimas hidrolíticas es una herramienta efectiva como tratamiento previo a la fermentación etanólica a fin de obtener azúcares de tipo fermentable.



6. Recomendaciones

- ✚ Se debe seguir un cronograma más detallado del tiempo de fermentación para determinar el tiempo máximo que dura la fermentación para evitar que se empiece a acidificar el fermento y el mosto se transforme en vinagre.
- ✚ Para obtener un máximo rendimiento de la fermentación, recomendamos utilizar una mezcla de amilasas y celulasas en proporción 1-1 por cada 500ml de mosto.

Referencias

1. Silva FLH, Rodriguez ML, Maugeri F. 1999. Dynamic modelling, simulation and optimization of extractive continuous alcoholic fermentation. J Chem T Biotechnol.; 74-176 82
 2. Ministerio de Educación Española. 2001. Azúcar. revistas.mes.edu.cu:9900/EDUNIV/03-Revistas-Cientificas/Centro-Azucar/2001/2/17901203.
 3. Gonzalez-Fernandez, J., Molina-Cordoba. 2006, Estudio de los factores que afectan la hidrólisis enzimática y el proceso fermentativo para la producción de alcohol a partir de papa (*solanum tuberosum*). Ingeniería 16 (1): 29-39, San José, Costa Rica. Disponible en: www.hiddenwaterfalls.com/ingenieria/ing001-02.pdf
-



DE NUESTRA TIERRA

Obtención de Aceite Esencial a Partir de La Cáscara de La Mandarina

ADRIANA ROMERO¹, SEBASTIAN HERNÁNDEZ¹

¹ **Estudiante del Programa de Ingeniería de Alimentos. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. e-mail: adriluromerogil@hotmail.com y pausebas97@hotmail.com. Bogotá D. C. Colombia.**

Resumen

Los aceites volátiles, llamados también aceites etéreos o esenciales, porque se creyó, por su olor y sabor, que en ellos se concentraba la esencia de las plantas, se pueden definir como sustancias odoríferas de naturaleza oleosa, obtenidos casi exclusivamente de fuentes vegetales, generalmente líquidos (algunas veces semisólidos o sólidos) a las temperaturas ordinarias y volátiles sin descomposición.

En el presente trabajo se encuentra un informe detallado de las prácticas realizadas en el laboratorio y todos los procedimientos realizados con el fin de obtener el aceite esencial de la cáscara de la mandarina. Se realizaron estudios preliminares y se determinó que el método de extracción en frío con disolventes volátiles es mucho más eficiente y deteriora menos la muestra. Se realizaron

diferentes relaciones solvente-soluto para saber cómo es el comportamiento de la extracción luego de realizar los respectivos cálculos.

1. Introducción

La mandarina es el fruto del árbol *Citrus mandarina* (Figura 1). Tiene un sabor parecido al de la naranja, aunque algo más dulce que ésta. Sin embargo, posee menos cantidad de ácido cítrico y sales minerales. Es una fruta muy apreciada, que se pela con facilidad (1). Como casi todos los cítricos, posee propiedades digestivas y tónicas, y debido a su contenido en bromo, resulta un buen sedante del sistema nervioso. Si se mastica la cáscara, estimula el apetito y excita la secreción de los jugos gástricos; es altamente refrescante y nutritiva. El material de desecho de los cítricos está constituido principalmente por cáscaras, semillas y membranas capilares a partir de los cuales se pueden obtener harinas cítricas, pectina cítrica, aceites esenciales, pigmentos y productos cítricos especiales; así como también compuestos bioactivos que tienen efectos benéficos sobre la salud, tales como la fibra, y los polifenoles en especial los flavonoides.



Figura 1. Fotografía de *Citrus reticulata*



Para el año 2003 la producción de cítricos en Colombia se calculó en 680.000 toneladas que se cosechan en 46.000 ha cultivadas. Casi la totalidad de la producción se utiliza para el consumo en fresco, con un bajo porcentaje en la agroindustria(2). Los aceites esenciales ocupan un lugar importante en los mercados farmacéuticos, productos higiénicos, industria cosmética, perfumería e industria agroalimentaria. La demanda de las composiciones aromáticas ha crecido en el sector agroindustrial desde 1960, principalmente en las industrias de bebidas, lácteo, golosinas y sabores. Los aceites esenciales son interesantes para la industria de sabores pues permiten lograr características idénticas al natural u obtener sustancias de composición más pura por ejemplo el citral del aceite naranja. Así mismo la utilización aceites esenciales tiene ventajas en su aplicación por sus propiedades antibacterianas, sabor suficientemente fuerte requiriéndose poca dosificación para lograr definición de sabor en dilución, no colorea los productos y está exento de enzimas y taninos (6).

A mediados de la década de los 70 la química puso de moda una gran variedad de compuestos aromáticos artificiales relegando a las esencias naturales, pero en los años 90 una gran parte de del mercado volvió a los aceites que se extraen de vegetales pero con exigencias de calidad y pureza (2). La obtención de aceite de mandarina permite utilizar la cáscara la cual normalmente se desecha y es considerablemente alta la proporción de cítricos que se producen en el país. El uso de una materia prima que se produce en volumen y es subutilizada permitiría el desarrollo de sabores naturales o de síntesis de sustancias a partir de ellos, que permitan el desarrollo de sabores

más naturales o reforzadores de la calidad de sustancias sintéticas.

Desde principios de los años ochenta, la parte natural en la aromatización de los productos alimenticios no cesa de crecer en detrimento de los compuestos aromáticos de síntesis: Junto a los derivados de transformación de los frutos los aceites esenciales poseen aun un margen de crecimiento para su mercado, lo mismo ocurre sin duda para los compuestos aislados(sustancias puras aisladas de los aceites esenciales): La " denominación natural " hace que algunos de ellos sean competitivos en relación a sus análogos sintéticos. Todos los sectores alimentarios son consumidores: alcoholes, bebidas no alcohólicas, confitería, productos lácteos, productos cárnicos, sopas, salsas, snack, productos de panadería sin olvidar la nutrición animal.

Utilizar una materia prima existente en el país que en muchos casos se pierde, para la obtención de un producto que puede llegar a ser altamente aceptado por las tendencias actuales del consumidor hacia los productos naturales, genera un valor agregado. Esto hace que el consumidor tenga una mayor aceptación sobre el nuevo producto que encontrara en el mercado, logrando así que este proyecto pueda ser altamente rentable.

La esencia de las cáscaras exprimidas es un líquido de color amarillo oro, de fluorescencia verdosa, más acentuada en sus diluciones alcohólicas, y con el olor característico del fruto, fresco y poco tenaz (grupo primero de las esencias volátiles). De sabor agradable, es utilizada para originar notas frescas y perfumadas en los extractos y colonias, no pudiendo



emplearse cantidades apreciables por resaltar en seguida su olor característico (3).

La mayor parte está constituida por *terpenos*, y muy especialmente por *d-limoneno* junto a algo de dipenteno. Su olor característico procede del *N-metilantralinato de metilo* (acelerador del 1%, pero está ausente de las esencias de tangerina y de la florida), productor a sí mismo de su fluorescencia; junto a dicho ester se encuentran varios aldehídos (citrinal, decanal, citronelal y otros no identificados) y antranilato de metilo. Esta esencia debe hervir por lo menos dos horas seguidas con posta alcohólica para valorar totalmente la cantidad de *N-metilantralinato* presente.

En la XII Reunión de Países Productores de Cítricos que se llevó a cabo en Valencia, España, en 1998, la FAO presentó un análisis sobre las perspectivas del mercado mundial de cítricos en el que se anuncia una posible sobreproducción debido a un mayor crecimiento mundial de la oferta frente al consumo, pues tanto en Europa como en Estados Unidos el consumo se ha diversificado hacia una variedad de frutas y sólo se ha incrementado en los países asiáticos y latinoamericanos (Cuadro No. 1) (2).

	TOTAL		NARANJA		MANDARINA Y OTROS		LIMON		TORONJA	
	1995	2005	1995	2005	1995	2005	1995	2005	1995	2005
TOTAL	78.172	95.783	51.548	62.563	12.818	17.358	8.346	9.435	5.462	6.428
Latinoamérica y Caribe	25.940	30.396	20.695	24.156	1.355	1.678	3.004	3.395	887	1.167
Asia	19.193	27.572	9.102	12.937	6.115	9.713	2.734	3.140	1.242	1.783
Norteamérica	14.302	17.413	10.475	13.440	389	466	803	825	2.635	2.682
Unión Europea	9.540	10.314	5.788	6.018	2.354	2.730	1.339	1.484	58	82
Africa	4.931	5.677	3.673	4.055	862	1.101	340	455	57	66
Oceanía	563	611	425	448	74	95	35	35	29	33
Otros	3.703	3.800	1.390	1.509	1.669	1.575	91	101	554	615

Cuadro No. 1. Producción mundial de cítricos

(Miles de toneladas)

Fuente: FAO, 1998



2. Proceso de Extracción

El procedimiento de extracción exhaustiva (método soxhlet) consiste en poner el sólido del cual se quiere realizar la extracción en un cartucho de papel en el lugar para realizar la extracción. De igual forma se coloca el disolvente en el matraz (Rundkolben). Al calentar el equipo se evapora el disolvente que sube hasta el condensador (Rückflusskühler) donde se licua y cae sobre la sustancia a extraer. Una vez que la cámara está llena, el disolvente cae por el sifón (Heberohr) nuevamente al matraz, solo que ahora lleva la sustancia extraída (4).

El ciclo se repite hasta que se considera extraída toda la sustancia. Tenga en cuenta que, en principio, lo único que se evapora en el matraz es el disolvente, por lo que se produce un aumento de la concentración del extracto en el matraz (4). Este procedimiento es eficiente pero en ocasiones puede deteriorar la muestra.

La Extracción en frío con disolventes volátiles es de un elevado rendimiento y las buenas propiedades de sus productos. Realizado a la temperatura ambiente, es en realidad un procedimiento de maceración y posterior inmersión del producto a tratar en el disolvente frío (4).

La materia a tratar se macera en frío con el disolvente apropiado, en los extractores, se decantan las disoluciones para separar el agua e impurezas insolubles arrastradas y se elimina el disolvente por evaporación a vacío, recuperándose para un nuevo tratamiento.

Las condiciones o requisitos exigibles a un disolvente que ha de exigirse para extraer esencias son (5):

- ✚ Gran poder disolvente, aunque interesa más que sea selectivo, a fin de evitar la disolución de sustancias no interesantes por su olor.
- ✚ Inactividad química frente a los componentes de las esencias.
- ✚ Bajo punto de ebullición y zona de ebullición reducida (poca diferencia entre el comienzo y el final de su destilación), para facilitar su eliminación reduciendo al mínimo las pérdidas.
- ✚ No deberá ser miscible con el agua, a fin de que no la extraiga, facilitando así el enranciamiento de las esencias y perdiendo poder disolvente al diluirse.
- ✚ No han de ser inflamables.

El alcohol etílico posee las ventajas de un punto de ebullición bien definido, y fácil purificación, presenta el grave problema de ser soluble en agua (5).

3. Materiales y Métodos

Inicialmente se realizaron unas pruebas preliminares con el fin de determinar cuál es el procedimiento más adecuado y con mejor rendimiento para hacer la extracción del aceite esencial. Luego de realizar las diferentes pruebas que consistieron básicamente en llevar a cabo la extracción, estudiamos cual de los dos nos era más conveniente aplicar. La extracción en frío fue la escogida ya que deterioro menos la muestra y el porcentaje de rendimiento fue mayor que el de la extracción con el método soxhlet.



Se decidió utilizar como disolvente volátil etanol ya que por sus propiedades orgánicas y polaridad, resultaba más apto que otros disolventes. Por otro lado en el área alimentaria es mucho mas acogido y aceptado como disolvente que otros como el hexano u otros. El Diagrama de flujo del proceso se muestra en la Figura 2.

En cuanto los materiales para la extracción en frio solo se necesito lo siguiente:

- ✚ Tabla y cuchillo para picar la cáscara.
- ✚ Erlenmeyer para sumergir la muestra en el etanol al 96 %.
- ✚ Embudo.
- ✚ Papel filtro.
- ✚ Balón para rotavapor.
- ✚ Rotavapor.
- ✚ Horno.

Dentro de las variables que se manejaron en la extracción, no se encontró el evaluar el impacto que puede tener el estado de madurez de la fruta en la producción del aceite esencial. La fruta que se trabajo en el laboratorio presentaba un estado de madurez óptimo, sin ninguna clase de deterioro por efecto de microorganismos ni por maltratos a la hora de ser cosechada, transportada o almacenada.

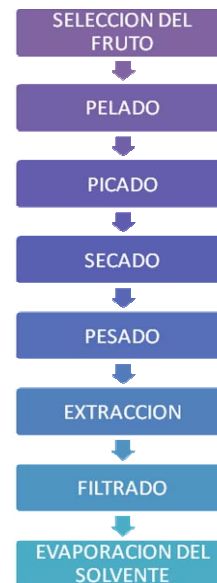
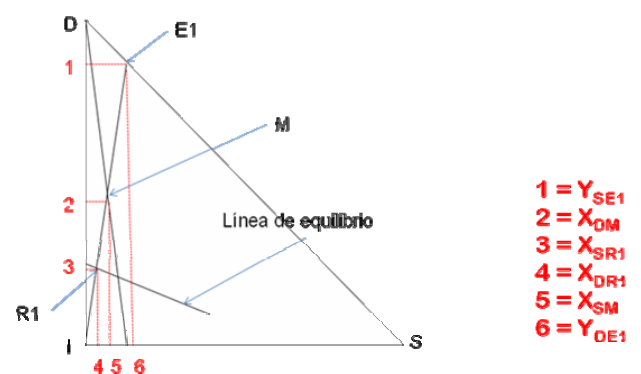


Figura 2. Diagrama de Flujo del Proceso

4. Muestra de Cálculos

4.1. Balance de materia

Para realizar los cálculos de porcentaje rendimiento y los pesos de los extractos y refinados en la extracción, se utilizó un método grafico conocido como el diagrama triangular.





Para efecto de cálculos se trabajaron las siguientes ecuaciones:

1. balance global

$$R_A + D = R_1 + E_1 = M$$

2. balance soluto

$$R_A X_{SRA} + D Y_{SD} = R_1 X_{SRI} + E_1 Y_{SEI} = M X_{SM}$$

3. balance solvente

$$R_A X_{DRA} + D Y_{DD} = R_1 X_{DRI} + E_1 Y_{DEI} = M X_{DM}$$

para calcular el rendimiento del proceso de extracción se utilizó la siguiente ecuación:

$$\%ref = \frac{E_1 Y_{SEI}}{R_A X_{SRA}} \times 100$$

4.2. Balance de energía

El flujo que se da en este tipo de evaporaciones es por convección natural y la ecuación que liga rige este tipo de transferencia es el modulo de *Biot*.

$$Bi = \frac{hL}{K} = a[(Gr)(Pr)]^b$$

a,b son valores que dependen de las condiciones de trabajo.

$$a = 0.53 \quad b = 1/4$$

debido a que la superficie sobre la cual se van a realizar los cálculos es de una forma esférica se trabaja con una longitud característica y se calcula de la siguiente forma:

$$L = \frac{V}{A} = \frac{4/3\pi r^3}{4\pi r^2} = \frac{r}{3}$$

Para calcular el calor se utilizó la siguiente ecuación:

$$q = \frac{\Delta T}{\Sigma R} = \frac{\Delta T}{\frac{1}{h_a A} + \frac{\Delta X}{KA} + \frac{1}{h_m A}}$$

h_a = coeficiente convectivo de transf. de calor en el agua (W/m². K).

h_m = coeficiente convectivo de transf. de calor en el medio (W/m². K).

ΔX = espesor vidrio.

5. Resultados

La concentración de aceite en la cáscara de la mandarina, reportada en la literatura (4) es de 2.61 %. Por tanto:

$$X_{SRA} = 0.026$$

Las Tablas 1 y 2 presentan los resultados obtenidos para el proceso de extracción del aceite de mandarina.



Relación	ENTRADA		SALIDA	
	R_a (g)	D (g)	Peso extracto (g)	Peso refinado (g)
2:1	100.1	200.4	195.45	104
5:1	100.01	501.64	497.24	103.9
10:1	100.03	1000	996.02	103.92
10:1 Húmeda	100.74	1074	1068.7	104.67

Tabla 1. Datos cálculos de balance de masa.

Propiedad y/o característica	Cantidad
T agua (°C)	60
T fluido (°C)	39.6
T promedio (°C)	49.8
B	0,02
ΔT	20.4

Tabla 2. Datos cálculos calor

Propiedad	Cantidad
diámetro externo (m)	0,105
Espesor (m)	0,003
diámetro interno (m)	0,102
Radio (m)	0,05
Altura (m)	0,092

Tabla 3. Características del balón empleado.

RELACIÓN (P/P)	E_1 (gr)	R_1 (gr)	%ref.
2:1	57.16	243.34	30.2 %
5:1	422.95	178.69	91.41 %
10:1	979.97	120.06	94.19 %
10:1 Humedad	588	586.74	67.34 %

Tabla 4. Resultados masa

Propiedad	Cantidad
h_a (W/m°C)	546.08
h_m (W/m°C)	540
q (W)	186.25

Tabla 5. Resultados calor

6. Discusión de resultados

Se pudo apreciar que al realizarle un proceso de secado previo a la muestra, ayuda a mejorar el rendimiento de la extracción.

Se pudo observar claramente que la relación solvente-sólido óptima esta por encima de 4:1 en muestra seca.

El realizar un proceso de extracción exhaustiva por el método soxhlet extrae muchos otros componentes a parte de aceite deseado.

Al tener la oportunidad de trabajar con vacío y así reducir el punto de ebullición de la mezcla soluto-solvente,



se reduce significativamente el calor necesario para evaporar el solvente.

- ✚ En las pruebas preliminares se pudo determinar que al reducir el tamaño de la partícula de muestra, se aumentaba el rendimiento de la extracción, esto debido a que se estaba aumentando el área de contacto.

7. Conclusiones

- ✚ De los métodos de extracción de Aceite esencial de mandarina analizados en el laboratorio el que mejor resultado arrojó fue el de extracción en frío.
- ✚ Es necesario disminuir el tamaño de partícula con el fin de aumentar el área de contacto con el disolvente y así obtener un mayor rendimiento.
- ✚ Es importante tener en cuenta el disolvente a utilizar en la extracción, en este caso se utilizó Etanol al 96%, puesto que el fin de este aceite es usarlo en alimentos.

Referencias

1. ESSENTIAL OILS. Curtis Susan. Ed Charles Dixon – España. Londres 1996.
2. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN DE CITRICOS EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA **Javier** Orlando Orduz Rodríguez Corpoica. Centro de Investigación Turipaná. 2005. Disponible en: <http://www.turipana.org.co/citricos.htm>
3. AROMATHERAPY WORKBOOK. Lavabre Marcel F. Estados Unidos. 1990
4. ENCICLOPEDIA DE TECNOLOGÍA QUÍMICA KIRK OTHMER. Aceites volátiles: Tomo 1, pg. 61 – 81. 1962
5. ESENCIAS NATURALES . H. GARCÍA ARAEZ. Aguilar. Madrid. P. 352-380. 1953
6. FARMACOPEA FRANCESA VII. Primer Suplemento. P 48-64. 1954



PROYECTOS DE GRADO

Evaluación Comparativa de La Extracción con Etanol y CO₂ Supercrítico de Oleorresinas del Género *Capsicum* de La Amazonía Colombiana

Juan Carlos Castro Martínez
Ingeniero de Alimentos, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
Fecha de sustentación: Enero 17 de 2007. Bogotá, Colombia.

La oleorresina es el extracto líquido del fruto maduro, seco, de pimientos *Capsicum* que contienen una mezcla compleja de aceites esenciales, ceras, materiales coloreados y capsaicinoides. Se obtiene en forma de aceite, de viscosidad media, color característico según la variedad, y con aroma típico de pimiento. Las oleorresinas son un producto de alto valor agregado con una demanda importante por parte de la industria de alimentos en Colombia. La extracción supercrítica, ofrece ventajas tales como la obtención de extractos capsicum de mejor calidad conservando las características iniciales del producto. El potencial de producción de oleorresinas de origen amazónico radica en el valor económico de las oleorresinas, su demanda en el mercado interno y externo al igual que la disponibilidad de mano de obra y de materia prima. Este estudio compara la recuperación de oleorresinas a partir del género *Capsicum* de origen amazónico por lixiviación y extracción supercrítica con CO₂. Las muestras con una humedad promedio de 82.88%, se secaron y molieron para su almacenamiento. Los

resultados de la extracción por lixiviación dieron un valor mínimo de 15,55% para la accesión CS-388 de la variedad *Chinense* y un máximo de 55.64% para la accesión CS-170 de la variedad *Chinense* dio un máximo de 141.866 ppm y un mínimo de 19 ppm en la accesión CS-233 de la variedad *Annum*. La simulación del proceso de extracción sólido-líquido, mediante el software extra SL. de la Universidad Politécnica de Valencia (España), para las condiciones del ensayo alcanza el equilibrio y la línea de flujo inferior es paralela a la hipotenusa con una relación inertes/disolución constante que corresponde a un valor de 0.66. El análisis comparativo de los datos de la fracción parcial de oleorresina en la mezcla, mediante un análisis de *t* pareado sobre las medias, para extracción en una sola etapa obtenidos experimentalmente, con los datos arrojados por la aplicación del modelo, indica que no existe diferencia significativa entre los resultados y que el comportamiento del proceso se ajusta al modelo propuesto; por lo tanto no se rechaza la hipótesis de no diferencia. La evaluación del efecto de cosolvente en el sistema de extracción muestra que la recuperación de oleorresina es de 53,8% sin la adición de etanol, ensayo 1 de la muestra CS-219 de la variedad *Annum*; y de 89,67% con la adición de 10% de cosolvente ambas muestras realizadas a presión de 2500 psi y 50 °C, ensayo 2 de la misma muestra. La evaluación del efecto del tiempo de contacto en el extractor, indico que un promedio del 44% de oleorresina se recupera a los 60 minutos.

Palabras Claves: *Capsicum*, oleoresinas, CO₂ supercrítico, aceites esenciales



Desarrollo de Hongos Comestibles, *Pleurotus ostreatus* Mínimamente Procesados Fortificados Con Calcio, Selenio y Vitamina C por Aplicación de La Técnica de Impregnación a Vacío

Andrea García Silva
Ingeniera de Alimentos, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
Fecha de sustentación: Febrero 23 de 2007. Bogotá, Colombia.

La Ingeniería de Matrices es una metodología de obtención de alimentos funcionales que utiliza la técnica de impregnación a vacío para incorporar componentes con actividad fisiológica en la estructura de los alimentos porosos. El objetivo de este estudio fue desarrollar un producto mínimamente procesado con características funcionales a partir de la fortificación del hongo *Pleurotus Ostreatus* con Ca, Se y Vitamina C. Los resultados de la fortificación presentaron niveles de Ca y Se de 7.3, 42.3 % de la ingesta diaria recomendada (IDR)/100 g de hongos frescos, respectivamente. La vitamina C al inicio del almacenamiento a 4 °C, presentó un 40% IDR/100 g de hongos frescos y durante el almacenamiento la cinética de degradación se ajustó a una ecuación de orden cero. Los productos fortificados presentaron pardeamiento (menor luminosidad (L^*), más rojizas ($>a^*$)), con mayor intensidad en la cara lisa (CL) que en la cara corrugada (CC) del hongo. La textura del producto fortificado no se vió influenciada por la disolución de impregnación pero con el tiempo las

muestras presentaron endurecimiento. La valoración sensorial con un panel no entrenado de 50 consumidores permitió evaluar atributos como la acidez, color, dureza, gomosidad, sabor salado y aceptación del producto. Los resultados muestran al hongo impregnado con una mayor aceptación que el hongo fresco y con intensidad en cuanto a la acidez, dureza, color, gomosidad y sabor salado.

Palabras Claves: alimentos funcionales, hongos (*Pleurotus Ostreatus*), Calcio, Selenio, vitamina C.

Aprovechamiento de Residuos de Palma de Aceite EFB (RAQUIS), para La Producción de Hongos Comestibles, del Género *Pleurotus* sp.

Ronald Andres Cordoba Mazabel
Ingeniero de Alimentos, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
Fecha de sustentación: Marzo 1 de 2007. Bogotá, Colombia.

En este trabajo se evaluó la producción del hongo comestible *Pleurotus pulmonarius* sobre residuos sólidos resultantes de la extracción del aceite de palma EFB o raquis. Se estudió la influencia del tamaño de partícula y la relación C/N del sustrato sobre la eficiencia biológica (EB). La relación C/N se modificó mediante la suplementación de los residuos con salvado de trigo (ST) y bagazo de caña de azúcar (BCA). Con respecto a la influencia del tamaño de partícula, la muestra de 2 c.m. resultó ser la más adecuada para la producción del hongo comestible con una eficiencia biológica promedio del 33.11% ($P < 0.05$). Posteriormente, se mejoró el



rendimiento mediante la suplementación, alcanzando los mayores valores con las mezclas 30% de salvado de trigo y 70% EFB, 15% de salvado de trigo y 85% EFB y con 15% de bagazo de caña de azúcar y 85% EFB con eficiencias biológicas promedio de 82.27%, 77.04% y 59.14% respectivamente. El análisis proximal de los cuerpos fructíferos mostró mejores características nutricionales para los cultivados sobre residuos de palma de aceite EFB más salvado de trigo.

Palabras claves: *Pleurotus pulmonarius*, aprovechamiento de residuos de palma, cultivo de hongos comestibles, eficiencia biológica, raquis (EFB)

Estudio Preliminar del Efecto de La Temperatura de La Etapa de Batido En La Degradación de Los Componentes Incorporados Durante El Proceso de Fortificación de Panela Con Vitaminas A Y C

Cesar Augusto Castro Bocanegra
Ingeniero de Alimentos, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
Fecha de sustentación: Mayo 14 de 2007. Bogotá, Colombia.

En el ámbito mundial, Colombia es el segundo mayor productor de panela y el mayor consumidor per cápita del mundo. La producción de panela es una de las principales actividades agropecuarias de Colombia, es considerada la segunda agroindustria rural después del café, gracias al número de establecimientos productivos, el área sembrada y la mano

de obra que vincula. En Colombia, existen deficiencias documentadas de vitamina A y hierro especialmente en madres embarazadas, en la lactancia y en niños de 1 a 9 años. La fortificación de alimentos de consumo masivo con micronutrientes es una de las estrategias más importantes para aumentar la ingesta de las vitaminas y los minerales de importancia para la salud pública y mejorar el estado de nutrición de las personas, de forma continua y autosostenida. En este trabajo se estudió la viabilidad técnica y económica de la fortificación de panela con vitaminas A y C, los Componentes Fisiológicamente Activos (CFA) se adicionaron en la etapa de batido a 100 °C y 82 °C, con concentraciones de 0.05 g y 0.03 g de cada vitamina. La investigación se desarrolló en su totalidad siguiendo el método inductivo. Inicialmente se efectuó el reconocimiento del proceso productivo de panela identificando las variables que intervienen en cada una de las etapas, posteriormente se concluyó que la etapa de batido es la más apta para la adición de los micronutrientes de fortificación debido a las condiciones térmicas y ambientales reinantes en esta fase del proceso productivo. A continuación, y después de haber definido que tipo de vitaminas utilizar en el proceso de fortificación, se elaboraron las soluciones fortificantes y se llevó a cabo la adición a granel de las vitaminas en el producto. Finalmente se realizó la caracterización fisicoquímica y la cuantificación de las vitaminas, la vitamina C se cuantificó por volumetría y la vitamina A por espectrofotometría. Se presentó una mayor degradación de las vitaminas a 100 °C especialmente de la vitamina C, la cual sufrió una pérdida de 74% y 93% de acuerdo a las concentraciones adicionadas. A 82 °C, la vitamina A no presenta un % de pérdida considerable, 50% y 66% de acuerdo con



las concentraciones adicionadas. Se encontró que no solamente la temperatura afecta los componentes adicionados, también lo hacen la luz, el oxígeno, la concentración de azúcar, el pH y la Aw. Los costos de fortificación adicionando vitaminas A y C conjuntamente aumentan el precio final de producción de la panela en 33% y 20% y los costos de comercialización en 29% y 17% de acuerdo a las concentraciones de vitaminas adicionadas mencionadas anteriormente.

Palabras claves: Panela, fortificación, efecto de la temperatura, vitamina A, vitamina C.

Producción de Complejo Enzimáticos Celulolíticos Mediante El Cultivo En Fase Sólida de *Trichoderma* Sp. Sobre Los Residuos (Efb) de Palma de Aceite

Ibeth Rodríguez
Ingeniera de Alimentos, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
Fecha de sustentación: Mayo 22 de 2007. Bogotá, Colombia.

La explotación de palma de aceite en Colombia, quinto productor mundial, genera residuos lignocelulósicos como los racimos vacíos o "raquis", que resultan después de retirar los frutos de la palma de aceite. En este trabajo se evaluó la producción de celulasas mediante el cultivo de *Trichoderma* sp. sobre los racimos vacíos. Los residuos se

sometieron a pretratamientos químicos (HNO_3 0,5% y 1%) y biológicos (precultivo con *Pleurotus ostreatus* durante 10 y 20 días), con el fin de deslignificarlos y favorecer la producción de celulasas. La evaluación de las actividades celulasa total (FPasa) y endoglucanasa (CMCasa), se realizó a los ocho días de cultivo en fermentación en fase sólida utilizando los residuos pretratados como sustrato, suplementándolos con dos fuentes de nitrógeno inorgánicas ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ y NaNO_3). Las mayores actividades celulolíticas encontradas fueron en los cultivos con residuos pretratados biologicamente y NaNO_3 como fuente de nitrógeno, con valores de 0,187 U/mL de FPasa y 0,356 U/mL de CMCasa, una unidad (U) de actividad es la cantidad en μmoles de azúcares reductores (glucosa) producidos por minuto.

Palabras claves: EFB, *Trichoderma*, residuos lignocelulósicos, actividad celulolítica, deslignificación.



Determinación de Las Condiciones de Temperatura En Un Proceso de Secado de Uchuva (*Physalis Peruviana*) Por Aire Caliente Con Osmodeshidratación Como Pretratamiento

Adriana María Castro Sánchez
Ingeniera de Alimentos, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
Fecha de sustentación: Junio 13 de 2007. Bogotá, Colombia.

En este trabajo se determinaron las condiciones de temperatura en un proceso de secado de uchuva (*Physalis peruviana*) por aire caliente, con deshidratación osmótica como pretratamiento. Se encontró que la mayor degradación de la provitamina, 90%, por el efecto del oxígeno y la temperatura, la presentan las frutas que recibieron pretratamiento y fueron deshidratadas con aire caliente a 60°C. La fruta que no recibió pretratamiento y fue deshidratada a una temperatura de 40°C, presentó un menor nivel de degradación, 28% de β -caroteno. El tiempo de secado, para la fruta sin pretratamiento, para llegar a una humedad cercana al 2.5%, base seca, aumenta a medida que la temperatura del aire se reduce (40,50 y 60°C, 12,9 y 7 horas respectivamente). En el caso de la fruta que recibió pretratamiento, el tiempo de secado fue de 6, 5,4 horas para 40,50 y 60°C, respectivamente.

Palabras claves: Uchuva, degradación de β -caroteno, secado, deshidratación osmótica.

Estudio de La Producción de Ligninas a Partir del Cultivo de *Pleurotus* Sp. Sobre Residuos de Palma, Efecto del Ph y Temperatura

Adriana Del Pilar Ospina Sánchez
Ingeniera de Alimentos, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
Fecha de sustentación: Agosto 8 de 2007. Bogotá, Colombia.

En Colombia, las áreas de cultivo de palma de aceite van en aumento; para el año 2020 se proyecta un área sembrada de 636.000 hectáreas, por ende la cantidad de residuos de la extracción de aceite palma aumentará noblemente. En busca de un aprovechamiento de estos residuos, en este trabajo se evaluaron las diferentes condiciones de pH y temperatura a la cual el hongo *P. ostreatus* produce su complejo enzimático con actividad lacasa y manganeso peroxidasa, cuando es cultivado sobre "raquis" o racimos vacíos. Además se realizó seguimiento en el tiempo de las actividades enzimáticas lacasa y manganeso peroxidasa y de la biodegradación de la lignina por el crecimiento del *P. ostreatus* sobre el "raquis" de palma. Las mejores condiciones encontradas para la actividad lacasa fueron pH 4.6 y temperatura 31°C y para manganeso peroxidasa pH 3.5 y una temperatura de 33°C. Bajo las mejores condiciones para la enzima lacasa se realizó el seguimiento en el tiempo encontrando actividades máximas de 463.9 U/L y 47.5 U/L para lacasa y manganeso peroxidasa respectivamente, y bajo estas condiciones se logró una degradación del lignina de 43.25%.



Palabras claves: racimos vació, *Pleurotus ostreatus*, lacasa, manganeso peroxidasa, degradación de lignina.

Producción de Celulasas Mediante El Cocultivo de *Aspergillus Sp.* Y *Trichoderma Sp.*, En Fase Sólida Sobre Residuos de Palma Pretratados Biológicamente Con *Pleurotus Ostreatus*.

Josefa Katherine Manjarres Pinzón
Ingeniera de Alimentos, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
Fecha de sustentación: Agosto 10 de 2007. Bogotá, Colombia.

El procesamiento de la palma de aceite en Colombia genera grandes cantidades de residuos ricos en lignina, celulosa y hemicelulosa. En este trabajo se estudió la producción de enzimas celulolíticas mediante el cocultivo de *Aspergillus sp.* y *Trichoderma sp.*, en fase sólida utilizando los residuos de palma como sustrato, pretratados biológicamente (cultivo con *Pleurotus ostreatus* durante 20 días), con el fin de deslignificarlos y favorecer la producción de celulasas. Se evaluaron las actividades celulosa total (Fpasa), endoglucanasa (CMCasa) y β -glucosidasa (Celobiasa) durante 16 días de cultivo y una temperatura de 30°C. Se realizaron diversas evaluaciones de fermentación de los hongos, de forma individual y en cocultivo. Los mayores valores se obtuvieron con *Aspergillus sp.* como cepa individual (A16T0) con valores de 0,149

UI/mL de Fpasa, 0,329 UI/mL de CMCasa y 0,148 UI/mL de Celobiasa; sin embargo bajo el sistema de cocultivo, el cual se inició con *Aspergillus sp.* durante 9 días y posteriormente *Trichoderma sp.* (A9T7) resultó ser beneficioso al evitar que la actividad enzimática no decayera después de alcanzar su máximo nivel obteniéndose valores de 0,112 UI/mL de Fpasa, 0,311 UI/mL de CMCasa y 0,140 UI/mL de Celobiasa.

Palabras claves: Celulosa, cocultivo, celulasas, endoglucanasas, β glucosidasa.

Evaluación de La Actividad Enzimática de Las Ligninas Mediante El Cultivo En Fase Sólida de *Pleurotus Ostreatus* Sobre Los Residuos (Efb) de Palma de Aceite

Lina Marcela Gil Herera
Ingeniera de Alimentos, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
Fecha de sustentación: Agosto 23 de 2007. Bogotá, Colombia.

Durante el proceso de extracción de aceite de palma en Colombia se producen grandes cantidades de residuos ricos en lignina y hemicelulosa denominados "raquis", los cuales resultaron ser un buen sustrato para el crecimiento de *Pleurotus ostreatus* en fase sólida, durante 10 días de fermentación y a una temperatura de 28°C. Este microorganismo produce una serie de enzimas extracelulares llamadas ligninasas, las cuales tienen diversas aplicaciones en el campo alimenticio y de la bioremediación. El estudio realizado se enfocó en la actividad enzimática de



lacasa, manganeso peroxidasa y lignina peroxidasa, partiendo de varios cultivos en donde se modificaron las condiciones de tamaño de partícula y fuente de nitrógeno.

Se encontró que la actividad de la lignina peroxidasa era casi nula, mientras que las condiciones óptimas encontradas para la mayor actividad lacasa (7,42 U/L) fue en cultivo sin suplemento, con tamaño de 3cm y para la manganeso peroxidasa (20.29 U/L), en el cultivo suplementado con nitrato de amonio en una relación de C/N 20 y tamaño de partícula 3cm.

Palabras claves: *Pleurotus ostreatus*, ligninasas, lacasa, manganeso peroxidasa y lignina peroxidasa.
