

00528
44

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**



FACULTAD DE QUIMICA

DISEÑO DE TRATAMIENTOS PARA RESIDUOS GENERADOS
EN LAS ASIGNATURAS TECNOLOGICAS DEL
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

QUÍMICO DE ALIMENTOS

P R E S E N T A :

MIGUEL ANGEL } HERNANDEZ HERNANDEZ



MEXICO, D.F.



EXAMENES PROFESIONALES
FACULTAD DE QUIMICA

2003



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

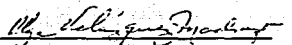
Jurado Asignado:

Presidente	Olga del Carmen Velázquez Madrazo
Vocal	Zoila Nieto Villalobos
Secretario	Juan Diego Ortiz Palma Pérez
1 ^{er} Suplente	Gloria Díaz Ruiz
2 ^{do} Suplente	Alfredo Salazar Zazueta

Sitio en donde se desarrolló el tema:

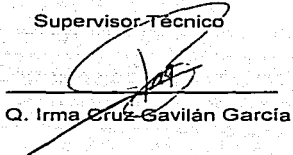
Departamento de Alimentos y Unidad de Gestión Ambiental.
Facultad de Química. UNAM..

Asesor del tema



Q. F. B. Olga del Carmen
Velázquez Madrazo

Supervisor Técnico



Q. Irma Cruz-Gavilán García

Sustentante



Miguel Angel Hernández Hernández

Dedicatorias:

A Dios:

Porque me has dado una vida maravillosa.

A mi madre:

*Por darme la vida, tus consejos y
sobre todo, tu amor.*

Gracias por ser mi mamá.

A mi Padre:

*Por darme el apoyo, la confianza y el amor para
lograr todo lo que hasta ahora.*

*Gracias por enseñarme a luchar por lo que
quieres conseguir.*

Dedicatorias:

***A mis hermanas Norma, Lourdes y
Gabriela:***

*Porque son parte fundamental de mi ser, por
su apoyo y por su amor.*

Por hacer de mí una persona especial.

A mis abuelos:

*A los que aún me acompañan en el caminar de la
vida y a los que ya me están esperando en el cielo,
por todo su amor, por su paciencia, su tiempo,
sus pláticas, chistes, historias, consejos, etc.*

A mis Tíos:

*Por su alegría, su cariño y por la unión que
existe entre todos, por esa fraternidad que nos
hace una familia más fuerte.*

Dedicatorias:

***A la Mtra. Olga Velázquez Madrazo y a la
Mtra. Irma Cruz Gavilán:***

*Por todas sus enseñanzas
dentro y fuera del salón de clases.*

Gracias por el apoyo para desarrollar este trabajo.

Al Ing. Claudia González:

Por ser mi maestra en esta profesión.

*Gracias Claus por tu apoyo y ejemplo durante el tiempo
que he trabajado contigo.*

***A mis amigos Ricardo, Benjamín, Cuauhtemoc, Ana,
Violeta, Ivonne, Javier, Madian:***

*Por todo el tiempo compartido, por su amistad
incondicional, por las enseñanzas.*

***A mis amigos y compañeros de la Facultad de
Química:***

*Por compartir conmigo su amistad, su tiempo,
sus problemas, durante todos los momentos que pasamos
juntos en esta querida Universidad.
Aquí están incluidos todos aquellos que no he nombrado
por falta de espacio, gracias a todos.*

INDICE

1. INTRODUCCION	11
2. OBJETIVO PARTICULAR	13
2.1. Objetivos Particulares	13
3. ANTECEDENTES	14
3.1. Definición de residuo	15
3.1.a. Residuos Municipales	16
3.1.b. Residuos Industriales	16
3.1.c. Residuos Especiales	16
3.2. Definición de material peligroso	17
3.3. Definición de residuo peligroso	17
3.4. Definición de contaminante	18
3.5. Definición de contaminación	18
3.6. Dependencias federales y ciclo de vida de las sustancias químicas.	18

INDICE

3.7. Tecnologías de tratamientos de residuos.	20
3.8. Perspectiva actual desde la Facultad de Química.	22
3.9. Acciones.	24
3.10. Los diagramas ecológicos.	25
4. HIPÓTESIS	27
5. DESARROLLO	28
5.1. Diagrama de desarrollo	40
6. RESULTADOS	41
6.1. Diagramas Ecológicos para Productos de Cereales y Leguminosas	52
6.2. Diagramas Ecológicos para Productos Lácteos	68
6.3. Diagramas Ecológicos para Productos Vegetales	95
6.4. Diagramas Ecológicos de Productos Cárnicos	114
6.5. Diagramas Ecológicos de Biotecnología	140

INDICE

7. DISCUSIÓN	146
8. CONCLUSIONES	151
9. BIBLIOGRAFÍA	153

INDICE

10. TABLAS

Tabla 1. Dependencias federales y ciclo de vida de las sustancias químicas.	19
Tabla 2. Clasificación de los métodos de tratamiento.	20
Tabla 3. Métodos de tratamientos más utilizados.	36
Tabla 4. Residuos encontrados de semestres anteriores	39
Tabla 5. Caracterización del residuo generado por el método de Fehling.	42
Tabla 6. Comparación de métodos, para eliminar Cu del residuo de Fehling.	44
Tabla 7. Caracterización del residuo generado en la determinación de H ₂ O ₂ en leche.	45
Tabla 8. Comparación de residuos tratados y participación en los semestres 1°/ 2000 y 1°/ 2002.	49
Tabla 9. Evolución de sesiones con aviso de tratamiento de residuos (ATR), cantidad de residuos tratados y métodos de tratamiento de la asignatura de Productos Lácteos.	50
Tabla 10. Evolución de sesiones con aviso de tratamiento de residuos (ATR), cantidad de residuos tratados y métodos de tratamiento de la asignatura de Producto de Cereales y Leguminosas.	50

INDICE

11. FIGURAS

Figura 1. Gestión de las sustancias químicas a lo largo de su ciclo de vida.	18
Figura 2. Tratamiento del residuo de Fehling	44
Figura 3. Tratamiento del residuo de ácido picrico.	47

1. INTRODUCCIÓN.

El Departamento de Alimentos y Biotecnología (Licenciatura) de la Facultad de Química, participa en el Proyecto Institucional de Enseñanza Integral del Trabajo Experimental y el Cuidado del Ambiente, el cual pretende generar la cultura del cuidado del ambiente en cada profesor y estudiante; algunos nos hemos propuesto participar en esta actividad, a través de la elaboración de los Diagramas Ecológicos de las prácticas de nuestro departamento y en el diseño e implementación de los tratamientos más adecuados para cada caso.

Este trabajo tiene como objetivo la identificación de los residuos de aproximadamente 65 experimentos de laboratorio y el diseño de los diagramas ecológicos correspondientes, para las prácticas de las asignaturas tecnológicas del Departamento de Alimentos y Biotecnología: Productos Vegetales (1786), Productos Lácteos (1886), Productos Cárnicos (1787), Productos Cereales y Leguminosas (1884) y Biotecnología (1888).

En primer lugar se elaboraron los diagramas de las prácticas para estudiar el origen de los residuos: identificar en cada paso, si se genera algún residuo, cuánto se genera y cuál es su composición real; posteriormente se procedió a diseñar el tratamiento adecuado para cada uno de éstos, lo que nos da como resultado aproximadamente 80 tratamientos para residuos.

Dentro de la bibliografía, existen algunos tratamientos descritos para determinados residuos; otros requieren tratamientos muy sencillos, pero también existen residuos muy complejos, no reportados en la literatura y para los cuales se tuvo que diseñar y/o adaptar algún tratamiento que dé resultados satisfactorios.

Este trabajo nos dio el beneficio de incorporar en las asignaturas tecnológicas del Departamento de Alimentos y Biotecnología, el cuidado del ambiente para cumplir con la responsabilidad de formar profesionales conscientes, ya que la mayor parte

de los egresados de esta Facultad tienen como destino laboral la industria y es importante que el tratamiento de residuos sea una parte esencial de su formación. Ya sea que nuestros egresados se dediquen a la investigación, al desarrollo de nuevos alimentos, a la docencia o al control de calidad, cada uno de ellos, independientemente de su actividad, debe ocuparse del tratamiento adecuado de los residuos generados por sus experimentos y/o actividades productivas, para no causar daños al ambiente y por consiguiente, a nosotros mismos.

Actualmente nos encontramos frente a la globalización y por tanto frente a la necesidad de acreditación de laboratorios y empresas. Uno de los puntos importantes para que una entidad sea acreditada es que tenga un manejo adecuado de residuos. En este momento, muchas dependencias de la UNAM están en este proceso de acreditación de sus licenciaturas; es una ventaja que la licenciatura de Química de Alimentos de la Facultad de Química cuente con un programa adecuado de tratamiento de residuos.

2. OBJETIVO GENERAL.

- Diseñar los tratamientos de los residuos generados en cada una de las prácticas de las asignaturas tecnológicas del Departamento de Alimentos y Biotecnología.

2.1 OBJETIVOS PARTICULARES.

- Identificar todos y cada uno de los residuos generados en los experimentos de las asignaturas tecnológicas del Departamento de Alimentos y Biotecnología.
- Diseñar y/o adaptar los tratamientos más adecuados para cada uno de los residuos identificados en los experimentos de cada asignatura.
- Preparar y evaluar los tratamientos diseñados o adaptados, para asegurar que sean adecuados.
- Elaborar los diagramas ecológicos de cada experimento para que se incluyan en los manuales de las asignaturas tecnológicas del Departamento de Alimentos y Biotecnología.
- Promover la cultura ecológica en los estudiantes que cursan la carrera de Química de Alimentos.

3. ANTECEDENTES.

El desarrollo de la industria ha generado, paralelamente a los beneficios que proporciona, problemas de contaminación por los residuos procedentes de los procesos industriales, la agricultura, laboratorios de servicio, docencia e investigación y hospitales, sobre el medio ambiente. Dicha contaminación es debida a emisiones hacia la atmósfera, descargas de agua o por la generación de desechos sólidos.

El manejo inadecuado de los residuos ha provocado el deterioro de los ecosistemas y ha afectado a la salud humana. Es por ello que se requiere tomar medidas y acciones adecuadas para enfrentar esta problemática.

El manejo de los desechos es un problema asociado con todos los pueblos, desde las primeras civilizaciones. Cuando la tierra estaba poco poblada y el terreno libre era abundante, la gente depositaba sus desechos en cualquier área deshabitada. Sin embargo, cuando se comenzaron a formar comunidades, fueron necesarios lugares de depósito definidos. Estos sitios se localizaban generalmente en lugares aislados, fuera de la comunidad.

Dentro de las primeras manifestaciones de tratamiento de los desechos, los pueblos en un principio acostumbraban inhumarlos sin ningún proceso especial previo y solamente cubrían con capas de tierra los pozos que destinaban a este servicio.

Más tarde, y a medida que los espacios disponibles para el depósito de desechos sólidos se redujeron, se comenzó a idear métodos para disminuir el volumen de los desperdicios y aumentar el tiempo de vida de los depósitos. Fue así como en 1874, se construyó en Inglaterra el primer incinerador destinado a la quema de basura. Con la Revolución Industrial, que se inicia en el siglo XIX en ese país, comienza la utilización de máquinas accionadas por energía producida a partir

de combustibles. Las emisiones de la combustión de dichos materiales comenzaron progresivamente a ejercer sus efectos sobre la biosfera. (SEDUE, 1984)

3.1 Definición de residuo.

En México, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), publicada en 1988 y reformada en diciembre de 1996, en su artículo 3°, define como residuo a:

"Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó".

Existe una gran variedad de tipos de residuos, que se pueden clasificar principalmente en tres grandes grupos, de acuerdo con las fuentes en donde se generan (SEDUE, 1984):

- Residuos municipales.
- Residuos industriales.
- Residuos especiales.

3.1.a. Residuos municipales.

Son aquellos residuos generados en las diferentes actividades cotidianas de las comunidades, es decir que provienen de casas-habitación, escuelas, comercios, mercados, oficinas, etc. (SEDUE, 1984)

Tales residuos están integrados básicamente por desechos de alimentos; desechos combustibles como papel, plásticos, textiles, hules, piel, madera, muebles, podas de jardín; desechos no combustibles como el vidrio y metales, y desechos de construcción y demolición (SEDUE, 1984)

3.1.b. Residuos industriales.

Son los residuos aislados, mezclados, sólidos, líquidos o semisólidos (lodos), que se generan como subproductos de un proceso, así como los resultantes de la realización de operaciones unitarias o de la limpieza de maquinaria e instalaciones. (Ortiz, 1987) En algunos casos, también se consideran residuos industriales las materias primas que caducan o se deterioran durante su almacenamiento.

3.1.c. Residuos especiales.

En este grupo se incluyen los desechos de hospitales, laboratorios clínicos, etc., es decir los residuos patológicos o también llamados hospitalarios. Así mismo, se incluyen los residuos radiactivos y aquellos que por sus características se ubican fuera de los dos tipos expuestos anteriormente: Industriales y Municipales (SEDUE, 1984)

3.2. Definición de material peligroso.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, (LGEEPA, 1997) define, en el artículo 3°, material peligroso como:

"Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, representen un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico – infecciosas."

3.3. Definición de residuo peligroso.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, (LGEEPA, 1997), en el artículo 3° da la siguiente definición de residuo peligroso:

"Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico – infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente".

Los residuos químicos peligrosos se generan en la fase final del ciclo de vida de los materiales peligrosos, cuando quienes los poseen, los desechan porque ya no tienen interés en seguirlos aprovechando. Es decir, se generan al desechar productos de consumo que contienen materiales peligrosos, al eliminar envases contaminados con ellos; al desperdiciar materiales peligrosos que se usan como insumos de procesos productivos (industriales, comerciales o de servicios) o al generar subproductos o desechos peligrosos no deseados en esos procesos.

3.4. Definición de contaminante.

Es aquel material, sustancia o mezcla que, en cualquiera de sus estados físicos y formas, al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altera o modifica su composición y condición natural (SEDUE, 1984)

3.5. Definición de contaminación.

Cualquier sustancia o forma de energía que altera al ambiente respecto a lo que sucede naturalmente. (SEDUE, 1984)

3.6. Dependencias federales y ciclo de vida de las sustancias químicas.

Los procesos industriales requieren del uso de sustancias químicas que mediante una transformación se convierten en productos o servicios que brindan un beneficio al usuario y un beneficio al industrial. En la figura 1, se esquematiza el ciclo de vida o etapas por las que pasa generalmente una sustancia química, que va desde su producción, extracción, síntesis, formulación o reciclado hasta su disposición final.

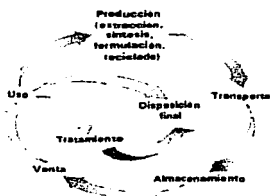


Figura 1. Gestión de las sustancias químicas a lo largo de su ciclo de vida. (www.semarnat.gob)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El uso de las sustancias químicas en los procesos de transformación está sujeto a una serie de permisos y condiciones específicas, reglamentados por diferentes organismos gubernamentales, los cuales se encargan de asegurar que el ciclo de vida de las sustancias químicas (adquisición, extracción, comercialización, etc.), sea llevado a cabo por la empresa, de acuerdo con lo establecido por las leyes Mexicanas. En la tabla 1, se muestra como están involucradas las Secretarías en cada una de las etapas del ciclo de vida de las sustancias químicas en nuestro país.

Tabla 1. Dependencias federales y ciclo de vida de las sustancias químicas. (SEMARNAT, 2002)

Ciclo de Vida	Importación exportación	Extracción	Proceso	Almacenamiento	Transporte	Comercialización y uso	Disposición Final
SEMARNAT							
SSA							
SAGARPA							
SECOFI							
STPS							
SCT							
SE							
SEGOB							
SHCP							
SEDESOL							
SEDENA							
SEMAR							

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

- (SEMARNAT) Secretaría del medio ambiente, recursos naturales y pesca
- (SSA) Secretaría de salud
- (SAGARPA) Secretaría de agricultura, ganadería y desarrollo rural, pesca y alimentación
- (SECOFI) Secretaría de comercio y fomento industrial
- (STPS) Secretaría de trabajo y previsión social
- (SCT) Secretaría de comunicaciones y transporte
- (SE) Secretaría de energía
- (SEGOB) Secretaría de gobernación
- (SHCP) Secretaría de hacienda y crédito público
- (SEDESOL) Secretaría de desarrollo social
- (SEDENA) Secretaría de la defensa nacional
- (SEMAR) Secretaría de marina

3.7. Tecnologías de tratamientos de residuos.

Existe una gran variedad de tecnologías que pueden concentrar, destruir o inmovilizar a los residuos; las de tratamiento comercialmente disponibles, se pueden categorizar en cuatro tipos, que son los siguientes:

Tabla 2. Clasificación de los métodos de tratamiento. (Cortinas, 2002)

Químicos
Neutralización
Precipitación
Oxidación
Reducción
Electrólisis
Pirólisis
Oxidación térmica

Físicos
Filtración Cristalización Destilación Adsorción Sedimentación Floculación Centrifugación Ósmosis
Biológicos
Aeróbicos Anaeróbicos Enzimáticos
Fijación
Cementación Inmovilización.

La selección de las tecnologías estará en función de las siguientes características:

- Tipo de residuo. Se refiere a la caracterización de los componentes del residuo, por ejemplo, lodos que contienen metales pesados, aceite que contamina ríos o que provoca cambios en la demanda bioquímica de oxígeno (DBO); residuos que favorecen el crecimiento de la fauna y flora nocivas; soluciones o mezclas orgánicas que igualmente contaminan los ríos u otras fuentes acuíferas, residuos sólidos que pueden ser utilizados como alimento por fauna nociva, etc.
- Forma y estado físico del residuo: principalmente sólidos, semisólidos, líquidos o gaseosos.
- Cantidad. Se refiere a la cantidad de residuos que requieren tratamiento, ya que ésta es determinante para la factibilidad del mismo.

- **Economía relativa del tratamiento.** Uno de los puntos determinantes, para la elección de la(s) tecnología(s) de tratamiento, son los costos de operación, cuando ya se cuenta con la infraestructura; el caso contrario, se requiere analizar los costos de inversión, así como los de operación y mantenimiento. Así pues, la elección de la o las tecnologías, además de tomar en cuenta las características físico-químicas del residuo, estará determinada por factores de índole económico y por supuesto de la infraestructura que existe, así como de los requerimientos de personal capacitado.
- **Legislación.** Es indispensable, que las alternativas seleccionadas se encuentren acordes con las leyes y normatividad aplicables, pues solamente así, se podrá contar con un control de las mismas. En nuestro país aún no contamos con plantas de tratamiento como existen en otras partes del mundo; sin embargo, se preve que a mediano y largo plazo comiencen a instalarse, lo que traerá como consecuencia la promulgación de normas al respecto.

3.8. Perspectiva actual desde la Facultad de Química.

El manejo adecuado de materiales y residuos peligrosos, como parte de la formación impartida a los estudiantes de licenciatura en la Facultad de Química, se inició hacia 1990, en el departamento de Química Orgánica. Esta actividad ha tenido un excelente desarrollo en esa área, por el número de grupos y la estructura del departamento y de los cursos de laboratorio, pero no ha sucedido igual en otros departamentos.

Esto ocasiona falta de continuidad en la formación de los estudiantes, ya que los alumnos que cursaron Química Orgánica y aprendieron a responsabilizarse de los residuos que generan y a tratarlos adecuadamente, no aplican dichos

conocimientos en otros laboratorios, restando importancia a esta actividad y devaluando un aprendizaje que es altamente significativo.

Al iniciar las actividades de Gestión Ambiental en el Departamento de Alimentos y Biotecnología se encontró que no sólo no se trataba ningún residuo generado en las prácticas, sino que había una gran cantidad de desechos acumulados, algunos sin identificar, como sucede en estos casos.

Por ello se procedió a efectuar un diagnóstico que permitiera eliminar los residuos ya acumulados e iniciar el tratamiento adecuado de los residuos cuando se generan, para evitar la acumulación y lograr una enseñanza experimental limpia.

El Departamento de Alimentos y Biotecnología de la Facultad de Química cuenta con 3 laboratorios de enseñanza experimental a nivel licenciatura en los cuales se imparten las prácticas de 10 asignaturas, entre ellos las 5 asignaturas tecnológicas:

- Productos Vegetales,
- Productos Cereales y Leguminosas,
- Productos Cárnicos,
- Productos Lácteos
- Biotecnología.

En estos cursos participan 17 profesores de los cuales 1 es de tiempo completo en la Facultad de Química, alimentos – licenciatura; 5 son de tiempo completo en otras áreas de la Facultad y sólo imparten un laboratorio de alimentos-licenciatura; los otros 11 son profesores con nombramiento por horas, únicamente por el tiempo frente a grupo.

Todo esto plantea una problemática muy especial, diferente a la de otras áreas que han emprendido la tarea del manejo adecuado de residuos en la Facultad. Hay sólo 2 grupos de cada asignatura, generalmente con diferentes profesores, y

frecuentemente con ejercicios y lineamientos distintos. Por otro lado, al tratarse de materias de las etapas profesional y terminal, los experimentos generalmente incluyen el uso de metodologías diferentes para el mismo ejercicio, productos diferentes en las tecnologías para el mismo tema y en varios casos pequeños proyectos individuales.

Todo esto significa mayor variedad de ejercicios y, por lo tanto, de residuos pero además implica un trabajo más libre de los estudiantes, generalmente en horario abierto, lo cual dificulta el tratamiento de residuos como se ha hecho en otras asignaturas.

3.9. Acciones.

Ante este panorama y considerando la experiencia adquirida por los estudiantes en Química Orgánica, así como la sensibilidad que deben de tener ante la relación entre el medio ambiente y la calidad de las materias primas para alimentos, se enfrentó la tarea de establecer un programa de manejo adecuado de residuos.

Se consideró primero la cantidad y la peligrosidad de los residuos generados en cada asignatura. Se encontró que los restos de alimentos y los residuos biológico-infecciosos son los más abundantes en todo el departamento y estos provienen de las tecnologías de alimentos.

Además de eliminar los residuos rezagados, se procedió a:

- Establecer un convenio con la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia para incinerar los residuos biológico-infecciosos de todas las asignaturas.
- Identificar las condiciones bajo las cuales puede lograrse el tratamiento adecuado de residuos en las asignaturas del departamento, en vista de las características anteriormente descritas.

- Elaborar los diagramas ecológicos para todos los experimentos de las asignaturas tecnológicas del Departamento de Alimentos y Biotecnología, con los tratamientos recomendados para la eliminación de los desechos.

3.10. Los diagramas ecológicos.

Este concepto de “**diagrama ecológico**” fue desarrollado en la Unidad de Gestión Ambiental de la Facultad de Química, como medio sencillo, didáctico y claro para visualizar los residuos generados en un proceso. Esta identificación rápida y fácil permite manejarlos adecuadamente ya que:

- Antes de que se generen, se tiene localizado el punto del proceso en el cual se generan todos y cada uno de los residuos.
- Se identifica su peligrosidad.
- Se indican los tratamientos para eliminarlos adecuadamente, incluyendo la disposición de las fracciones generadas en el tratamiento.

En el presente trabajo, llamaremos diagrama ecológico “DE” al conjunto de pasos en el desarrollo de un experimento y al diseño o propuestas de tratamientos para los residuos generados en las prácticas de las asignaturas tecnológicas del Departamento de Alimentos y Biotecnología.

En la enseñanza experimental todo esto es muy importante para la ejecución de la práctica, pero sobre todo, es importante para desarrollar en los estudiantes:

- La conciencia sobre la necesidad de tratar los residuos.
- Los hábitos que permitan llevar a cabo esta actividad, tales como: detectar, identificar, coleccionar y marcar los residuos.
- La disciplina de documentar el tratamiento de residuos.
- Aprendizaje sobre los tratamientos, sus fundamentos y técnicas.
- Capacidad de organización para el tratamiento de residuos.

Lo anterior contribuye a la formación de profesionales conscientes y responsables del impacto ambiental, con conocimientos y habilidades prácticas para cuidar el ambiente.

Por otro lado, en pocos campos del ejercicio profesional de los Químicos es tan notable el efecto del medio ambiente en la calidad de las materias primas y en la salud de las personas, como en el campo de los alimentos. ¡Sí! Para la obtención de productos alimenticios de calidad, que cumplan con la normatividad aplicable, que se puedan exportar y comercializar con seguridad y que preserven la salud de los consumidores, se requieren materias primas libres de contaminantes químicos y biológicos. Metales pesados en la leche, detergentes y fosfatos en el agua, plaguicidas en los vegetales, *Salmonella* en los mariscos, son sólo algunas de las terribles dificultades que pueden enfrentar los Químicos de Alimentos, y que se originan en un ambiente contaminado.

De ahí la importancia de lograr una Enseñanza Experimental limpia en los laboratorios de licenciatura de la carrera de Química de Alimentos.

4. HIPÓTESIS.

Si se logra identificar y caracterizar todos y cada uno de los residuos, se pueden elaborar los diagramas ecológicos para los manuales de las asignaturas tecnológicas del Departamento de Alimentos y Biotecnología, en la Facultad de Química, y será posible reducir la contaminación generada por las prácticas, y contribuir a la concientización ecológica de los egresados de la licenciatura de Química de Alimentos.

5. DESARROLLO.

Para iniciar el proyecto, lo primero que se hizo fue un plan de trabajo, que permitiera, de manera programada, alcanzar los objetivos propuestos.

El plan de trabajo consistió en:

- a) Seleccionar las asignaturas que pudieran manejarse en conjunto, desde el punto de vista de la generación de residuos peligrosos.
- b) Identificar los puntos de generación de cada uno de los residuos en cada uno de los experimentos de las asignaturas seleccionadas y clasificarlos.
- c) Revisar la literatura para la selección de los métodos de tratamiento.
- d) Probar los métodos de tratamiento reportados para los residuos identificados o bien, para aquellos residuos no reportados en la literatura, diseñar y probar el tratamiento.
- e) Verificar la eficiencia de los tratamientos.
- f) Elaborar los diagramas ecológicos.
- g) Para el caso de residuos acumulados de tiempo atrás, identificarlos y diseñar el tratamiento.

A continuación se describe el trabajo realizado en cada etapa del plan:

- a) Seleccionar las asignaturas que pudieran manejarse en conjunto, desde el punto de vista de la generación de residuos peligrosos.

En el Departamento de Alimentos y Biotecnología se imparten 10 asignaturas teórico-prácticas; una de ellas es el Laboratorio de Desarrollo Experimental de Alimentos o LABDEA, que por la forma en que se imparte, como proyectos personalizados, dirigidos por investigadores de experiencia, que pueden realizarse en otros laboratorios, se atiende también de manera personalizada en el aspecto de manejo de residuos. El laboratorio de Control de Calidad se imparte como un taller, de manera que no se generan residuos.

De las otras 8 asignaturas, las asignaturas de Análisis de Alimentos y Análisis Sensorial ya cuentan con Manuales de Diagramas Ecológicos para el tratamiento de los residuos que se generan en sus prácticas; entre las restantes, las 5 asignaturas tecnológicas forman un bloque que pareció factible manejar en conjunto para los propósitos del presente trabajo.

A continuación se enlistan las 5 asignaturas seleccionadas y los programas de sus laboratorios:

El laboratorio de Productos de Cereales y Leguminosas, clave de asignatura dentro de la licenciatura de Química de Alimentos (1884), consta de 12 prácticas que se mencionan a continuación:

Práctica no.	Nombre
1	Calidad física de los granos
2	Molienda y tamizado de los cereales
3	Determinación de la calidad de la harina de trigo
4	Panificación y evaluación del pan
5	Elaboración y evaluación de pastas
6	Nixtamalización
7	Elaboración y control de jarabes de maíz
8	Malteado y poder diastásico
9	Aislados proteicos y propiedades funcionales
10	Calidad del grano de arroz
11	Pruebas de calidad culinaria
12	Productos de soya

El laboratorio de Productos Lácteos, con clave de asignatura dentro de la licenciatura (1886), consta de 12 prácticas que se mencionan a continuación:

Práctica no.	Nombre
1	Control de calidad de leche fresca y pasteurizada
2	Efecto de la relación tiempo – temperatura en tratamientos térmicos aplicados a la leche
3	Homogenización y su eficiencia
4	Descremado de la leche
5	Elaboración de cajeta
6	Elaboración de mantequilla
7	Valoración de cuajo e influencia de algunos factores en la elaboración de queso
8	Elaboración de quesos
9	Elaboración y control de yogurt
10	Elaboración de helados
11	Elaboración de sustitutos de crema
12	Preparación enzimática de leche con bajo contenido de lactosa

En el laboratorio de Productos Vegetales, con clave de asignatura (1786) consta de 11 prácticas que se mencionan a continuación:

Práctica no.	Nombre
1	Conservación de productos frescos
2	Elaboración de encurtidos y vinagretas
3	Mermeladas y jaleas
4	Pasteurización y preparación de bebidas
5	Escaldado
6	Penetración de calor
7	Control de calidad de productos enlatados
8	Deshidratación

9	Congelación
10	Oleorresinas
11	Envasado en vidrio con jarabes y salmueras

El laboratorio de Productos Cárnicos, con clave de asignatura (1787), consta de 5 prácticas que se mencionan a continuación:

Práctica no.	Nombre
1	Grado de frescura de la carne
2	Factores que afecta la cohesividad de la carne
3	Evaluación de la capacidad de retención de agua y de la capacidad de emulsificación de la carne fresca
4	Productos curados y encurtidos
5	Pastas y emulsiones cárnicas

Y por último, el laboratorio de Biotecnología con clave de asignatura (1888), consta de 5 prácticas que se mencionan a continuación:

Práctica no.	Nombre
1	Evaluación de crecimiento y pureza de cultivos microbianos: <i>Leuconostoc mesenteroides</i> y <i>Saccharomyces cerevisiae</i>
2	Efecto de la concentración de la fuente de carbono sobre el crecimiento de <i>Kluyveromyces fragilis</i> o <i>Escherichia coli</i>
3	Efecto de la naturaleza de la fuente de carbono sobre el crecimiento de <i>Kluyveromyces fragilis</i> o <i>Escherichia coli</i>
4	Efecto de la naturaleza de la fuente de carbono sobre la producción de la enzima β -galactosidasa de <i>Kluyveromyces fragilis</i> o <i>Escherichia coli</i>
5	Determinación de la actividad de la enzima β -galactosidasa

- b) Identificar los puntos de generación de cada uno de los residuos en cada uno de los experimentos de las asignaturas seleccionadas y clasificarlos.

La identificación de los puntos donde se generan de residuos en cada práctica, es fundamental para determinar cómo serán tratados. Esta tarea se llevó a cabo, revisando cada procedimiento de cada práctica en los manuales de las asignaturas tecnológicas.

Además de establecer cada punto donde se genera un residuo, se identificaron éstos y se registraron las concentraciones, pH y posibles reacciones químicas en el residuo, así como la cantidad usualmente generada por alumno o equipo de trabajo y por grupo de laboratorio.

A continuación, se clasificaron por sus características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y biológico infeccioso (CRETIB), así como por su estado físico y composición. Esta clasificación se muestra en las siguientes tablas; cuando hay varios residuos, la característica CRETIB señalada es la más peligrosa.

Laboratorio de Productos de Cereales y Leguminosas.

Experimento número	Determinación	Estado físico o composición	CRETIB
01	Calidad física del grano	Sólidos	I, B
02	Molienda y tamizado de los cereales	Sólidos	I, B
03	Determinación de la calidad de la harina de trigo	Sólidos y líquidos	C, B
04	Panificación y evaluación del pan	Sólidos	I, B
05	Elaboración y evaluación de pastas	Sólidos y líquidos	C, B
06	Nixtamalización	Nejayote y sólidos	C, T, B
07	Elaboración y control de jarabe de maíz	Sólidos	I, B
08	Elaboración y control de jarabe de maíz	Sólidos	I, B

09	Malteado y poder diastásico. Producción de malta	Sólidos	I, B
10	Malteado y poder diastásico. Determinación de poder diastásico	Sólidos y líquidos	C, B
11	Aislados proteicos y propiedades funcionales.	Sólidos	I, B
12	Calidad del grano de arroz	Sólidos y líquidos	C, B
13	Pruebas de calidad culinaria	Sólidos y líquidos	I, B
14	Producto de soya	Sólidos y líquidos	I, B

Laboratorio de Productos Lácteos.

Experimento número	Determinación	Estado físico o composición	CRETIB
01	Temperatura y peso específico	Líquidos	I, B
02	Acidez titulable, pH, prueba de frescura y neutralizantes	Sólidos, líquidos	C, B
03	Determinación de cloruros	Solución con cobre, cromo y plata	T, C
04	Prueba de reductasa y lactofermentación	Líquidos	B
05	Métodos de Gerber y de Gottlieb para determinación de grasa	H ₂ SO ₄ concentrado, Alcohol isoamílico	C, T
06	Determinación de sólidos totales, cenizas y determinación de peróxido de hidrógeno	Pentóxido de vanadio	T
07	Efecto de la relación tiempo-temperatura en tratamientos térmicos aplicados en la leche.	Líquidos, sólidos	C, B
08	Homogenización y su eficiencia	Gerber, sólidos	C, B
09	Descremado de la leche	Gerber, sólidos	C, B
10	Elaboración de cajeta	Líquidos	C, B
11	Elaboración de mantequilla	Líquidos	C, B
12	Determinación de humedad por arrastre de tolueno, para mantequilla y leche en polvo	Líquidos orgánicos y acuosos	C, T
13	Valoración de cuajo e influencia de algunos factores en la elaboración de quesos	Líquidos	C
14	Elaboración y control de quesos	Líquidos	C, B
15	Elaboración y control de yogurt	Líquidos	C
16	Elaboración de helados	Líquidos	C

17	Elaboración de sustituto de crema láctica	Sólidos	I
18	Preparación enzimática de leche con bajo contenido de lactosa. Determinación de lactosa por el método del ácido picrico	Solución con ácido picrico	C, E, T
19	Preparación enzimática de leche con bajo contenido de lactosa. Determinación de lactosa por HPLC	Sólidos, líquido de medición	C, T

Laboratorio de Productos Vegetales.

Experimento número	Determinación	Estado físico o composición	CRETIB
01	Conservación de productos frescos	Cera de candelilla, líquidos y sólidos	C, T
02	Elaboración de encurtidos y vinagretas	Sólidos, líquidos	C, B
03-A	Mermeladas y jaleas	Sólidos, líquidos	C, B
03-B	Mermeladas y jaleas	Sólidos, líquidos	C, B
03-C	Mermelada baja en calorías	Sólidos, líquidos	C, B
03-D	Mermeladas y jaleas. Jaleas	Sólidos	C, B
04	Pasteurización y preparación de bebidas	Sólidos, líquidos	C, B
05-A	Escaldado térmico	Sólidos, tiras reactivas, líquidos	C,
05-B	Escaldado térmico y químico	Sólidos, líquidos, tiras reactivas	C, T
06-A	Penetración de calor. Esterilización y manejo de autoclave	Latas, torundas, papel	
06-B	Penetración de calor. Evaluación de cierres de envases	Latas	
07	Control de calidad de productos enlatados	Sólidos, líquidos de ferrocianuro, latas	T, B
08	Deshidratación	Sólidos, líquidos	C, B
09-A	Congelación	Sólidos	B
09-B	Congelación	Sólidos	B
10	Oleoresinas	Sólidos, material insoluble, disolvente, oleoresina	C, T
11	Envasado en vidrio con jarabes y salmuera	Sólidos, jarabe o salmuera	C, B

Laboratorio de Productos Cárnicos.

Experimento número	Determinación	Estado físico o composición	CRETIB
01-A	Grado de frescura de la carne	Sólidos	I, B
01-B	Determinación de pH	Sólidos	I, B
01-C	Prueba de Eber	Sólidos y acetato de plomo	T
01-D	Determinación de humedad	Sólidos	I, B
01-E	Determinación del vol. de extracto liberado	Sólidos y líquidos	C
01-F	Determinación de acidez	Sólidos y líquidos	C
01-G	Determinación de bases volátiles	Sólidos y líquidos con colorante	T
02	Factores que afectan la cohesividad de la carne	Sólidos	I
03-A	Capacidad de retención de agua	Sólidos, líquidos	I
03-B	Capacidad de emulsificación	Sólidos	I
04-A	Productos curados madurados y encurtidos. Salami madurado	Sólidos, líquidos	T, C
04-B	Productos curados madurados y encurtidos. Salami cocido	Sólidos, líquidos	T, C
04-C	Productos curados madurados y encurtidos. Jamón	Sólidos, líquidos	T, C
04-D	Productos curados madurados y encurtidos. Jamón serrano	Sólidos, líquidos	T, C
04-E	Productos curados madurados y encurtidos. Tocino vía seca	Sólidos, líquidos	T, C
04-F	Productos curados madurados y encurtidos. Tocino vía húmeda	Sólidos, líquidos	T, C
04-G	Productos curados madurados y encurtidos. Chorizo	Sólidos, líquidos	T, C
04-H	Productos curados madurados y encurtidos. Longaniza verde	Sólidos, líquidos	T, C
05-A	Pastas y emulsiones cárnicas. Salchicha	Sólidos, líquidos	T, C
05-B	Pastas y emulsiones cárnicas. Paté cerdo	Sólidos, líquidos	T, C
05-C	Pastas y emulsiones cárnicas. Mortadela	Sólidos, líquidos	T, C
05-D	Pastas y emulsiones cárnicas. Pastel de carne o pollo	Sólidos, líquidos	T, C
06	Determinación de nitritos. Método Griess.	Sólidos, líquidos	T, C

07	Determinación de nitritos. Método AOAC 973.31	Sólidos, líquidos	T, C
08	Determinación de fécula en productos cárnicos	Sólidos, res. de Fehling (Cu)	T, C
09	Determinación de fosfatos. Método de Misson's	Líquido ácido, líquido	C

Laboratorio de Biotecnología.

Experimento número	Determinación	Estado físico o composición	CRETIB
01	Evaluación del crecimiento y pureza de cultivos microbianos: <i>Leuconostoc mesenteroides</i> y <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Cultivos sólidos y líquidos	B
02	Efecto de la concentración de la fuente de carbono sobre el crecimiento de <i>Kluyveromyces fragilis</i> ó <i>Escherichia coli</i>	Cultivos sólidos y líquidos	B
03	Efecto de la naturaleza de la fuente de carbono sobre el crecimiento de <i>Kluyveromyces fragilis</i> ó <i>Escherichia coli</i>	Cultivos sólidos y líquidos	B
04	Efecto de la naturaleza de la fuente de carbono sobre la producción de β -galactosidasa de <i>Kluyveromyces fragilis</i> ó <i>Escherichia coli</i>	Cultivos sólidos y líquidos	B
05	Determinación de actividad de la enzima β -galactosidasa	Cultivos sólidos y líquidos	B

c) Revisar la literatura para la selección de los métodos de tratamiento.

Se buscaron en la literatura todos los posibles tratamientos para los residuos identificados.

Tabla 3. Métodos de tratamientos más utilizados.

Métodos de tratamientos más utilizados	Principio de tratamiento
Neutralización	Químico
Oxidación térmica o Incineración	Térmico
Adsorción	Físico
Filtración	Físico
Destilación	Físico

Cabe señalar que muchas veces se necesita más de una operación para el tratamiento de un residuo; a esto se le llama "tren de tratamiento" y consiste en aplicar dos o más métodos para lograr la reducción o eliminación de la peligrosidad del residuo.

- d) Probar los métodos de tratamiento reportados para los residuos identificados o bien, para aquellos residuos no reportados en la literatura, diseñar y probar el tratamiento.

Si se encontró descrito algún tratamiento para un residuo de la lista, se procedió a recopilar información y a probarlo en pequeña escala; en esta etapa se controla cuidadosamente el proceso y se analiza el producto final del tratamiento, mediante absorción atómica, alguna cromatografía ó prueba rápida, según la naturaleza del contaminante peligroso y de la mezcla.

Cuando los resultados fueron satisfactorios, se procedió a probar el método en escala real, es decir en un volumen acorde al que se produce, igualmente controlando el procedimiento y el producto final y analizando los resultados, como en el caso anterior, absorción atómica en caso de ser algún metal pesado, por cromatografía o alguna otra prueba adecuada para el (o los) contaminante(s) en tratamiento.

En caso de no existir tratamiento en la literatura para algún residuo o de que el tratamiento encontrado en la literatura no diera resultados satisfactorios, se procedió a diseñar o adaptar algún tratamiento, de acuerdo a las necesidades y circunstancias.

- e) Verificar la eficiencia de los tratamientos.

Una vez que un tratamiento prueba su eficiencia en manos del personal de Gestión Ambiental, tanto en pequeña escala como en escala real, se aplica en los

grupos de prácticas en los que se genera el residuo; éste es tratado por los estudiantes, con base en el protocolo elaborado; nuevamente se controlan analíticamente los componentes peligrosos del residuo y la eficiencia del tratamiento, en las condiciones en que será operado.

f) Elaborar los diagramas ecológicos.

Una vez que los resultados fueron satisfactorios se procedió a elaborar los diagramas ecológicos y los cuales fueron anexados al manual de tratamientos para cada asignatura.

Como se mencionó en la introducción, el diagrama ecológico tiene importantes ventajas para la enseñanza, por lo que se está tratando de incorporarlos también a los manuales de prácticas de cada asignatura. Los de Productos de Cereales y Leguminosas ya aparecieron en la edición 2002 del manual y también se incluyeron en el proyecto de la siguiente versión.

g) Para el caso de residuos acumulados de tiempo atrás, diseñar el tratamiento.

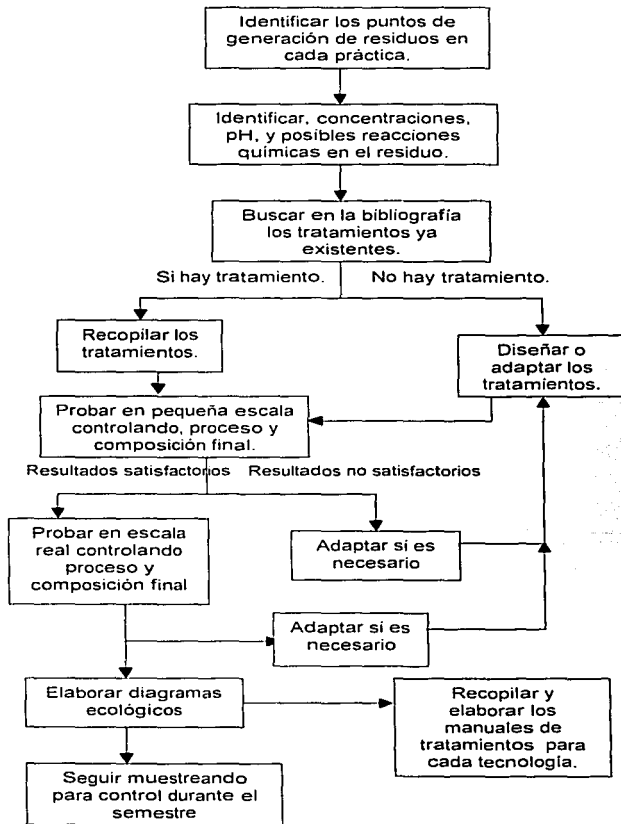
Como se mencionó en la introducción, al iniciar este proyecto también se encontraron algunos residuos acumulados de semestres anteriores, se procedió a tratarlos como si fueran residuos desconocidos, porque se encontró que muchas veces los frascos que los contenían indicaban algún residuo y al hacer una prueba rápida para corroborar sus características, no había coherencia. Entonces se comenzó por caracterizarlos, clasificándolos de acuerdo a las características CRETIB; se hicieron pruebas de compatibilidad, solubilidad, se determinó si contenían peróxidos y halógenos, y de acuerdo a los resultados obtenidos, se procedió a tratarlos adecuadamente.

Tabla 4. Residuos encontrados de semestres anteriores.

RESIDUOS ENCONTRADOS DE SEMESTRES ANTERIORES.
Residuo de ácido pícrico
Residuo de pentóxido de vanadio
Residuo de Fehling
Residuo de Gerber
Sustancias caducas
Sustancias desconocidas

Esta metodología se aplicó para cada asignatura por separado. En el diagrama 5.1 se muestra el diagrama de investigación que se siguió para la elaboración de diagramas ecológicos y el tratamiento de residuos.

5.1 Diagrama general de investigación.



6. RESULTADOS.

Se diseñaron en total, 79 diagramas ecológicos para las 5 asignaturas tecnológicas del departamento: 22 de Productos Cárnicos, 14 de Productos de Cereales y Leguminosas, 17 de Productos Vegetales, 21 de Productos Lácteos y 5 de Biotecnología.

Se identificaron los residuos sólidos generados con mayor abundancia; siendo éstos de alimentos tales como: restos de carne, grasa, huesos, provenientes de la limpieza de la carne, restos de vegetales, frutas, granos, cáscaras, etc., así como otros residuos sólidos que se generan en los procesos. Para este tipo de residuos, el tratamiento adecuado consiste en mandar a composteo o a incineración.

De los residuos líquidos, los más abundantes corresponden a soluciones que se generan por la determinación de acidez o pH. Para este tipo de residuos, el tratamiento adecuado consiste en neutralizar y desechar al drenaje.

Para la mayoría de los residuos identificados en los 79 diagramas, se han encontrado tratamientos adecuados descritos en la literatura, sin embargo algunos de ellos han requerido adaptaciones o ha sido necesario re-diseñar el tratamiento.

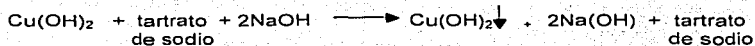
De ellos destacan los siguientes:

Residuo de Fehling: Para la determinación de azúcares reductores se emplea con frecuencia el método de Fehling, que consiste en reducir el Cu^{2+} por efecto del azúcar, en una solución alcalina; el cobre libre que precipita puede ser recuperado para re-usarse como una sal de cobre ó enviarse a confinamiento, pero la reacción es muy inestable, debe hacerse en caliente y es rápidamente reversible, por lo que genera una gran cantidad de líquido alcalino con > 120 ppm de Cu^{2+} .

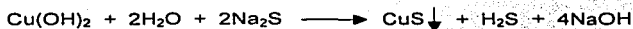
Tabla 5. Caracterización del residuo generado por el método de Fehling.

Residuo	Procedencia	Vol. aprox. generado por semestre	Características de peligrosidad
Residuo de Fehling	Laboratorio de Análisis de Alimentos <ul style="list-style-type: none"> • "Cuantificación de azúcares" • "Análisis proximal" 	45 litros	Sistema hepático: En humano, se ha reportado hemólisis simultánea con anemia, resultado de la ingestión de cobre, como sulfato de cobre.*
	Laboratorio de Productos de Cereales <ul style="list-style-type: none"> • "Cuantificación de carbohidratos" • Proyectos finales 	15 litros	La patogénesis de éste efecto no se conoce, pero se relaciona con la oxidación inducida de cobre de glutatión reducido intracelular (GSH), hemoglobina y NADPH; también con la inhibición de la glucosa-6-fosfato deshidrogenasa. (Goyer, 1995)
	Laboratorio de Productos Cárnicos <ul style="list-style-type: none"> • "Cuantificación de carbohidratos" • Proyectos finales 	20 litros	El cobre también causa una depresión de dosis-respuesta en la célula Leydig en la producción de testosterona y altera la integridad morfológica de esta célula. (Goyer, 1995)
	Además es un método oficial mexicano para la cuantificación de azúcares, por lo que se aplica en muchos proyectos		

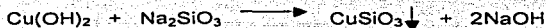
El primer tratamiento que se probó fue la precipitación del cobre como hidróxido, utilizando hidróxido de sodio (NaOH) al 5 y 10%, en un rango de pH entre 8 y 10, como la literatura lo señala (National Academic Press, 1983); sin embargo los resultados obtenidos no fueron satisfactorios ya que no se logró llegar a una concentración de cobre en solución de menos de 15 ppm, (Promedio Diario) que es el límite permisible para desecharlo según la NOM-002-ECOL-1996.



Como segunda alternativa, se procedió a probar otro agente precipitante, como el Na_2S (sulfuro de sodio); el cual genera H_2S que es tóxico y difícil de manejar por los estudiantes, por lo que representa un riesgo para la salud. Este tratamiento dio mejores resultados en cuanto a la disminución del cobre en solución, pero a la vez se generaban otros problemas que complicaban el tratamiento, por ejemplo, se produce ácido sulfhídrico, y se tiene que trabajar en el laboratorio desocupado, lo cual es muy difícil en el Departamento de Alimentos y Biotecnología, para evitar exposición a vapores tóxicos.



Posteriormente se probó la precipitación del cobre con Na_2SiO_3 (metasilicato de sodio) reportada en la literatura. Este método dio muy buenos resultados en pruebas en pequeña escala, ya que reduce la concentración de cobre de 130 ppm a 2 ppm; sin embargo una de las desventajas de este método es que no fue reproducible, especialmente cuando lo aplicaron los estudiantes.



Buscando otros posibles reductores, se probó con la glucosa, que es precisamente el analito para el cual se utiliza ese reactivo.

Después de varias pruebas con diferentes condiciones y diferentes muestras del residuo, se encontró que el mejor tratamiento es con solución al 10% de glucosa, en caliente y precisamente al terminar la titulación.

Esta técnica si ha dado buenos resultados en escala real y aplicada por los estudiantes. Las concentraciones de cobre disminuyen de 135 ppm al iniciar a 0.2 ppm después del tratamiento.

Tabla 6. Comparación de métodos, para eliminar Cu del residuo de Fehling.

Método	Concentración antes del tratamiento (ppm)	Concentración después del tratamiento (ppm)
1 NaOH	125	5.3
2 Na ₂ S	125	42.2
3 Na ₂ SiO ₃	125	2.8
4 Glucosa	125	0.2

Las mediciones se realizaron en el laboratorio de la Unidad de Gestión Ambiental por la Ing. Química Sara Suárez, en un Espectrofotómetro de Absorción Atómica marca Perkin Elmer, modelo 3110, se utilizó una solución estándar para su calibración con una concentración de 985 microgramos por mililitro de Cu en 1 % de ácido nítrico, marca Aldrich.

Esta última técnica es mucho más sencilla, segura y rentable que las anteriores; cabe resaltar que gracias a este tratamiento, el laboratorio deja de desechar al drenaje aproximadamente 8 g de cobre cada semestre.



Figura 2. La presencia de cobre da el color azul a la solución, luego de precipitar el cobre y filtrar, la solución ya sin cobre se puede desechar neutra por el drenaje, y el sólido que se quedó en el papel filtro se manda a confinamiento.

El residuo de Fehling no sólo se genera en Productos de Cereales y Leguminosas y en Productos Cárnicos, sino en la mayoría de las determinaciones de azúcares reductores, incluyendo las que se hacen en Análisis de Alimentos, ya que es un método oficial para la cuantificación de azúcares; el residuo generado contiene Cu^{2+} , que es hemotóxico por lo que es importante tratarlo adecuadamente, se muestra el tratamiento en el Manual de Diagramas Ecológicos de Productos Cereales y Leguminosas y en el Manual de Diagramas Ecológicos de Productos Cárnicos.

Pentóxido de Vanadio: Otro residuo muy contaminante, generado en el laboratorio de Productos Lácteos es el de la determinación de peróxido de hidrógeno en leche; en esta prueba se utiliza V_2O_5 que es nocivo por inhalación, muy tóxico por ingestión, causa irritación de los ojos y del sistema respiratorio y además tiene $\text{DL}_{50} = 10 \text{ mg/Kg}$, (<http://inforew.sigma-aldrich.com>) por lo que es importante tratar el residuo adecuadamente como se indica en el diagrama ecológico LA-01-F del Manual de Diagramas Ecológicos de Productos Lácteos.

Tabla 7. Caracterización del residuo generado en la determinación de H_2O_2 en leche.

Residuo	Procedencia	Vol. Generado por semestre	Características de peligrosidad
V_2O_5	Laboratorio de Productos Lácteos "Control de calidad de leche cruda y pasteurizada"	6 litros	Nocivo por inhalación, muy tóxico por ingestión, $\text{DL}_{50} = 10 \text{ mg/Kg}$,

El tratamiento consiste en colocar una capa de carbonato de amonio, adicionar poco a poco el residuo de vanadio, controlando la temperatura con hielo, para terminar con el tratamiento es necesario adicionar cuidadosamente hidróxido de amonio hasta observar la aparición de un precipitado blanco, se filtra, la fase acuosa se neutraliza y se deshecha al drenaje y el sólido se manda a confinamiento.

Residuo de ácido sulfúrico de la determinación de grasa por el método de Gerber: En la asignatura de Productos Lácteos se genera un residuo que es altamente contaminante y peligroso por su acidez y que además, se produce en altas cantidades ya que se genera en casi todas las sesiones de laboratorio: es el residuo de la determinación de grasa en leche, por el método de Gerber.

Los diagramas ecológicos nos ayudan a identificar los residuos generados, así como su composición y a partir de ahí se diseña un tratamiento específico para cada residuo, como se puede observar en el diagrama ecológico LA-01-E del Manual de Productos Lácteos. En éste diagrama se aprecia que para la determinación de grasa en leche se utilizan H_2SO_4 concentrado y una pequeña cantidad de alcohol isoamílico y por lo tanto el residuo generado tiene un pH extremadamente ácido por lo que el tratamiento, aunque es una neutralización, se debe hacer con precaución.

A través del trabajo práctico realizado para esta tesis, se estableció que la neutralización debe hacerse en volúmenes no mayores a 500 ml, en baño de hielo con una base fuerte (NaOH ó KOH 5 N) y controlando cuidadosamente la reacción exotérmica.

Ácido pícrico; En la práctica "Preparación enzimática de leche con bajo contenido de lactosa" se hace la cuantificación de lactosa utilizando como indicador colorimétrico una solución saturada de ácido pícrico, el cual es explosivo en forma seca y formar sales explosivas con metales; en el diagrama ecológico LA-12-A del Manual de Productos Lácteos se muestra la forma en que se debe tratar este residuo.

El tratamiento del ácido pícrico, 2,4,6-trinitrofenol, se reduce a 2,4,6-triaminofenol que es un compuesto orgánico que ya no es explosivo.



Figura 3. En la fotografía se muestra como el residuo que es el matraz con solución oscura cambia a una solución clara, quedando en el papel filtro el residuo que se mandará a incineración de sustancias químicas



El grupo nitro del ácido pícrico puede ser transformado a amino usando sulfato de sodio, o estaño en ácido clorhídrico. Además de que el 2,4,6-trinitrofenol puede no reducirse por completo con el tratamiento, puede haber oxidación por aire al terminar la reacción, lo que genera una mezcla de nitroaminas, varios dímeros y otros compuestos, aún contaminantes pero no explosivos. Éstos se oxidan posteriormente con permanganato y sulfúrico, y los desechos prácticamente inertes se envían a confinamiento.

El tratamiento consiste en agitar la solución con Sn a un pH = 2, durante 14 días, filtrar, verificar la total destrucción del pícrico con una cromatografía en capa fina, luego adicionar KMnO_4 y ácido sulfúrico H_2SO_4 (3M) dejar agitar 24 horas, filtrar si existen sólidos, el sólido se manda a confinamiento y la solución se aclara con NaHSO_3 (bisulfito de sodio) y se desecha neutra al drenaje.

Nejayote: Como en las demás asignaturas tecnológicas, en el caso del laboratorio de Productos de Cereales y Leguminosas, puede pensarse que por ser una asignatura tecnológica en la cual se manejan alimentos, no se generan contaminantes peligrosos. Aunque ciertamente no se emplean sustancias muy tóxicas o muy contaminantes, algunos residuos presentan riesgo para el ambiente, por ejemplo el nejayote o residuos de la nixtamalización del maíz.

El nejayote tiene un pH fuertemente alcalino y calcio en grandes cantidades, así como una elevada DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno), por su alto contenido de materia orgánica soluble y en suspensión; además, en la Nixtamalización se producen aproximadamente 5 volúmenes de nejayote, respecto al maíz procesado, de manera que es un caso de contaminante peligroso por su volumen. El tratamiento adecuado se puede observar en el DE CL-06 del Manual de Diagramas Ecológicos de Productos Cereales.

Consiste en llevar a pH neutro y retirar la mayor cantidad posible de sólidos suspendidos, que se envían a incineración.

En los ejercicios de Cereales, se utilizan también algunos reactivos orgánicos como DNS, y varios disolventes; en los DE se indican los tratamientos adecuados para tales residuos.

Con respecto a la asignatura de Productos Vegetales, tampoco se manejan sustancias muy tóxicas, pero algunos residuos son un riesgo para el ambiente, por ejemplo disolventes orgánicos, ferrocianuro o restos con peróxidos. Los solventes orgánicos pueden ser tóxicos, inflamables, pueden provocar ambientes explosivos, etc.

En el caso del laboratorio de Biotecnología, algunos de los residuos son un riesgo para el ambiente, no por que afecten directamente a éste, si no porque son utilizados por otros organismos no deseados, como alimento y provocan crecimiento de fauna nociva.

En los experimentos de Biotecnología se utilizan microorganismos para estudiar su comportamiento, modificando diversos factores; estos microorganismos, como todo, mientras se tengan bajo control no son dañinos para el ambiente, pero el no tratar adecuadamente estos tipos de residuos, puede provocar un grave problema.

En esta asignatura no se realiza algún tratamiento especializado, para los residuos que se generan; lo que se recomienda es que después de la esterilización, los restos de medios de cultivo se manden a incineración en instalaciones autorizadas, para residuos biológico-infecciosos.

Es importante no pasar por alto el tratamiento de los residuos generados en estas asignaturas, ya que uno de nuestros objetivos es promover la cultura ecológica en los estudiantes que cursan la licenciatura de Química de Alimentos para que tengan bases para resolver los problemas de manejo de residuos que, seguramente, encontrarán en su actividad profesional.

A partir del año 2000, cuando se diseñaron los primeros diagramas ecológicos en el Departamento de Alimentos y Biotecnología, la eliminación inadecuada de residuos ha disminuido, así mismo la participación de profesores y alumnos se ha incrementado, como se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 8. Comparación de residuos tratados y participación en los semestres 1°/ 2000 y 1°/ 2002.

SEMESTRE	1° / 2000	1° / 2002	Incremento (%)
<u>Residuos Tratados</u>			
Sólidos (Kg)	69.1	127.6	84.7
Líquidos (L)	86.0	115.7	34.5
<u>Participación</u>			
Profesores	12	19	58.3
Alumnos	40	108	170.0

Los resultados obtenidos a partir de que se tienen los diagramas ecológicos completos han sido satisfactorios; como se ve en las tablas 9 y 10, las cantidades en kilogramos y litros tratados de residuos han aumentado conforme se han incrementado o completado el número de residuos identificados y diagramas ecológicos diseñados, lo que significa que la conciencia y compromiso han aumentado poco a poco y se ha ido concientizando a los alumnos y profesores de

la importancia que tiene el tratar adecuadamente los residuos generados en el laboratorio.

Actualmente en el Departamento de Alimentos y Biotecnología de la Facultad de Química se ha implementado un mini-curso sobre la importancia que tiene el tratamiento adecuado de residuos, dirigido a alumnos, esta actividad será de gran utilidad para reforzar el adecuado tratamiento de residuos.

Tabla 9. Evolución de sesiones con el Aviso de Tratamiento de Residuos (ATR), cantidad de residuos tratados y métodos de tratamiento de la asignatura de **Productos Lácteos**.

Prod. Lácteos Semestre	2°/2000	1°/2001	2°/2001	1°/2002
Sesiones con ATR	12	12	14	14
Kg. Tratados	1.4	2.0	2.0	0.85
L. tratados	18.7	11.2	30.0	19.1
Métodos de tratamiento.	2	3	6	6

Tabla 10. Evolución de sesiones con ATR, cantidad de residuos tratados y métodos de tratamiento de la asignatura de **Producto de Cereales y Leguminosas**.

Prod. Cereales Semestre	2°/2000	1°/2001	2°/2001	1°/2002
Prácticas diferentes con ATR	8	8	12	12
Sesiones con ATR	11	8	13	13
Kg. Tratados	42.0	30.0	32.0	22.3
L. tratados	33.0	15.0	4.1	4.0
Métodos de tratamiento.	2	3	7	7

Sólo se muestran datos de Productos Lácteos y Productos de Cereales y Leguminosas ya que los manuales de diagramas ecológicos de las asignaturas de Productos Vegetales, Productos Cárnicos y Biotecnología se han empezado a utilizar a partir del semestre 2º/2002 y 1º y 2º de 2003, respectivamente, pero la evolución parece similar. Por otro lado, la disminución en la cantidad de residuos tratados, en algunos semestres se relaciona con grupos más pequeños.

La utilización de estos diagramas ha sido en forma gradual en cada asignatura, y esperamos que en breve se logre tratar adecuadamente todos los residuos de cada asignatura del Departamento de Alimentos y Biotecnología, para seguir avanzando con paso firme en la formación de egresados comprometidos con el cuidado del ambiente.

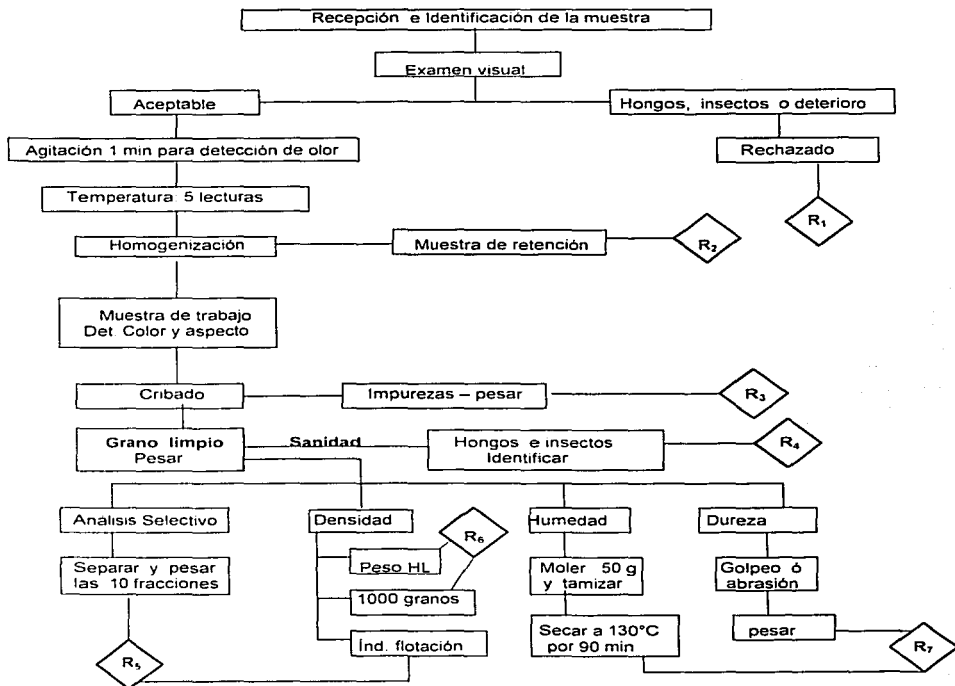
A continuación se presenta los Diagramas Ecológicos de las 5 asignaturas tecnológicas.

Diagramas Ecológicos para Productos de Cereales y Leguminosas.

DE No.	Práctica
CL-01	Calidad física del grano.
CL-02	Molienda y tamizado de los cereales.
CL-03	Determinación de la calidad de la harina de trigo.
CL-04	Panificación y evaluación del pan.
CL-05	Elaboración y evaluación de pastas.
CL-06	Nixtamalización
CL-07-A	Elaboración y control de jarabes de maíz.
CL-07-B	Elaboración y control de jarabe de maíz. 2ª parte
CL-08-A	Malteado y poder diastásico. Producción de malta.
CL-08-B	Malteado. Determinación del poder diastásico.
CL-09	Aislados proteicos y propiedades funcionales.
CL-10	Calidad del grano de arroz.
CL-11	Pruebas de calidad culinaria.
CL-12	Productos de soya.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm. **CL - 01**

Calidad Física de los granos

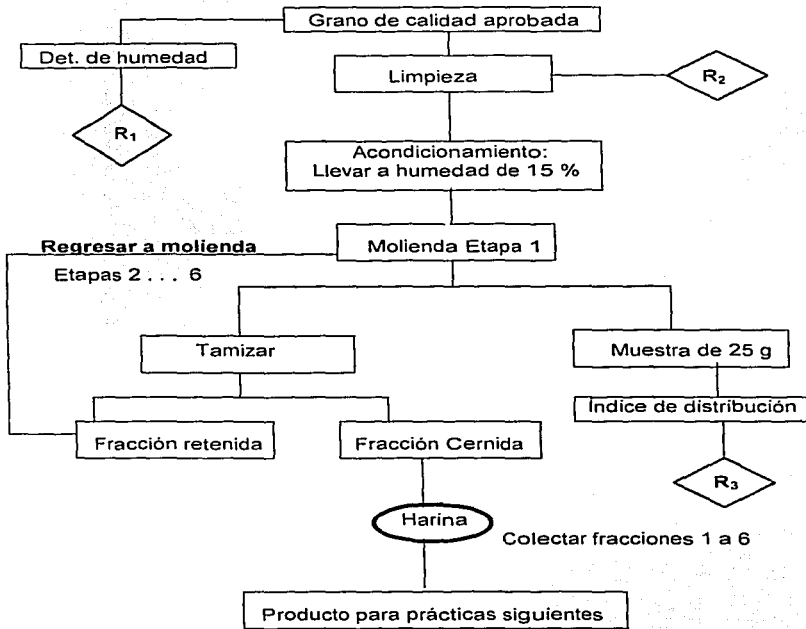


R₁, R₃, R₄, R₅ y R₇: Se envían a incineración

R₂ y R₆: Se reutilizan; si no es posible, se envían a incineración.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm. **CL - 02**

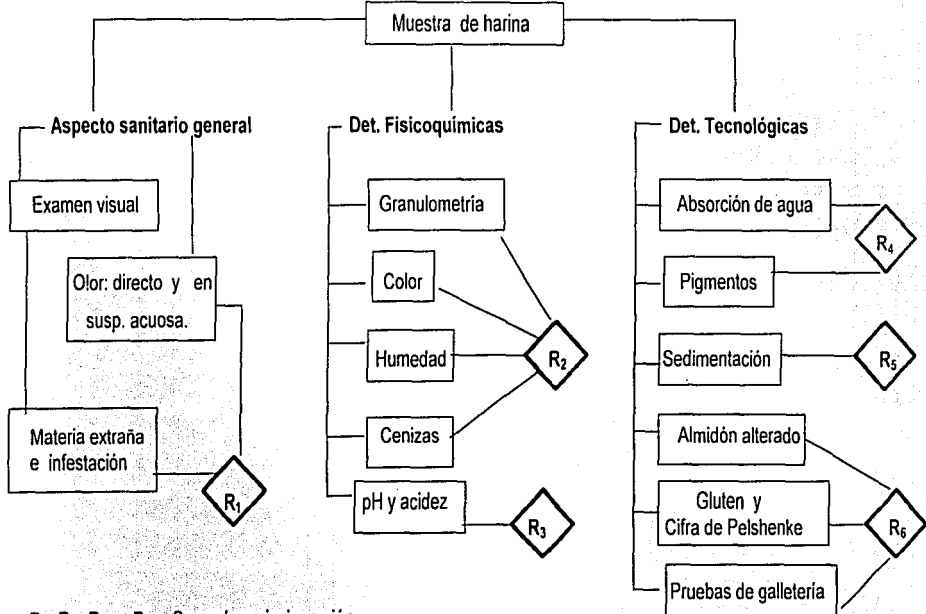
Molienda y tamizado de los cereales



R₁, R₂ y R₃ : Se envían a incineración

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm: CL- 03

Determinación de la calidad de la harina de trigo

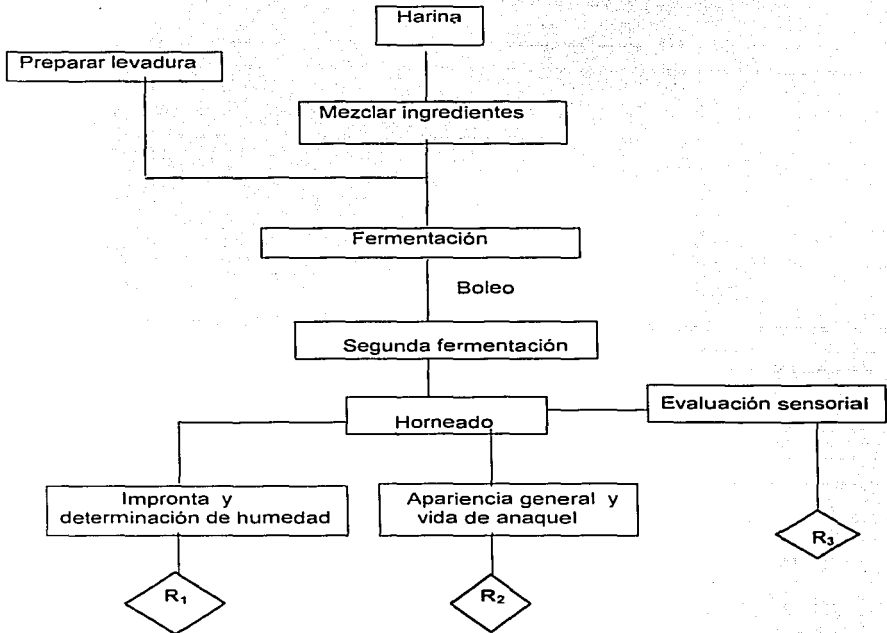


R₁, R₂, R₄ y R₆ : Se envían a incineración.

R₃ y R₅ : Se separan sólidos para incineración y el líquido neutro se elimina por drenaje, con abundante agua.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm: **CL - 04**

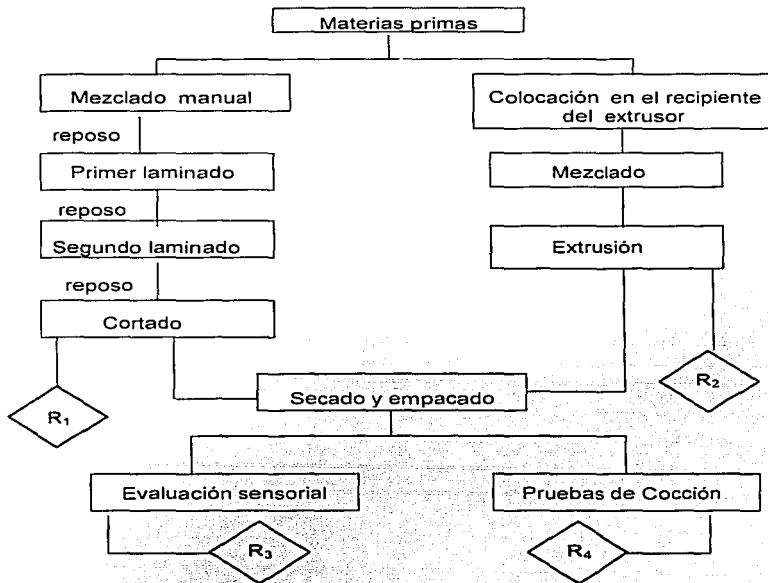
Panificación y Evaluación del Pan



R₁, R₂, R₃ : Se envían a incineración.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm: **CL - 05**

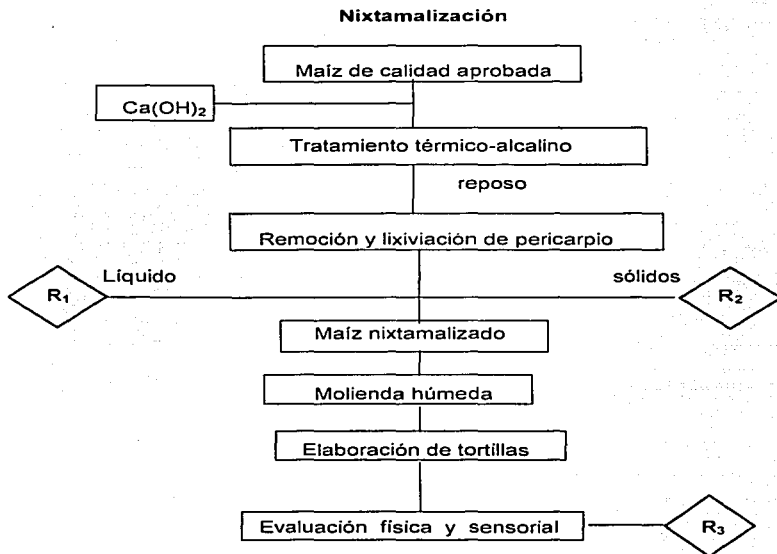
Elaboración y Evaluación de Pastas



R₁ y R₂ ; Se envían a incineración.

R₃ y R₄ : Los sólidos se envían a incineración; los líquidos se desechan por drenaje, con abundante agua.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm: CL - 06

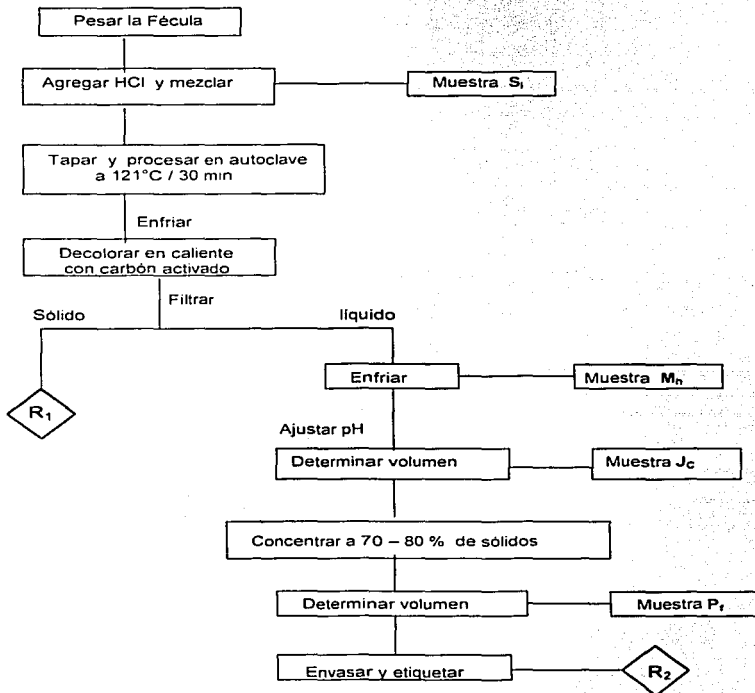


R₁ : Nejayote: Se neutraliza con ácido sulfúrico o clorhídrico. Se separan los sólidos suspendidos para enviar a incineración; el líquido neutro se elimina por drenaje con abundante agua.

R₂ y R₃ : Se envían a incineración

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm: **CL - 07 - A**

Elaboración y control de jarabe de maíz



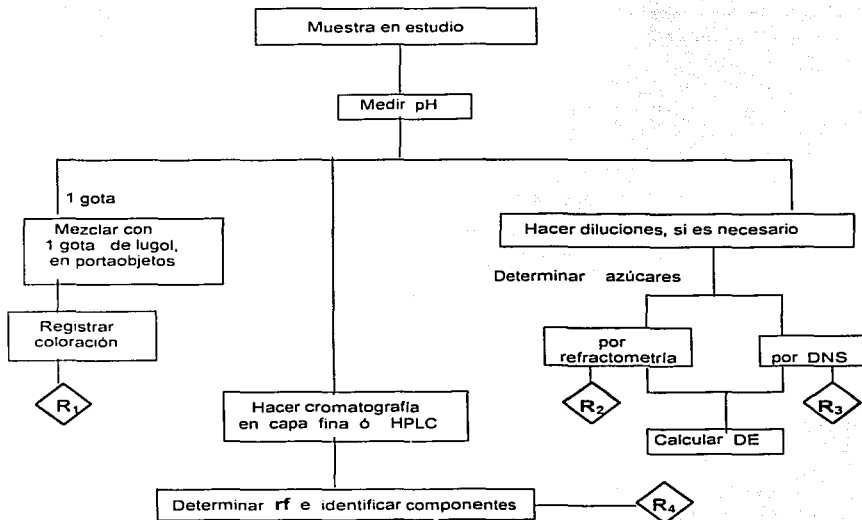
R₁ : Se envía a incineración

R₂ : Se utiliza el jarabe; si no es posible, se envía a incineración.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm: **CL - 07 - B**

Elaboración y control de jarabe de maíz
2ª parte

Se procesan de igual manera las siguientes muestras:
Solución inicial: **Si**, Mezcla hidrolizada: **Mh**, Jarabe crudo: **Jc**,
Producto final: **Pf**, así como al jarabe comercial de referencia: **Rc**,



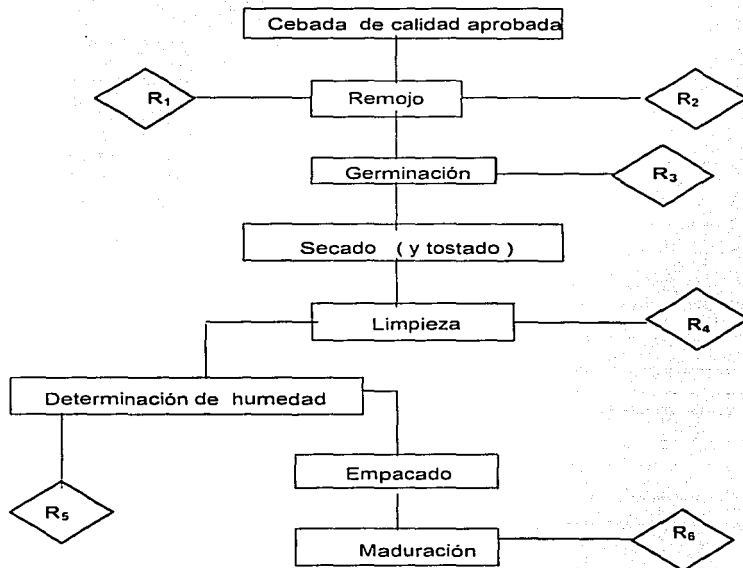
R₁ y **R₂** : Se eliminan por drenaje, con abundante agua.

R₃ : Se adsorbe en carbón y se filtra. El sólido se envía a incineración de productos químicos y el líquido neutro se desecha por drenaje.

R₄ : Se recuperan los solventes o se envían a incineración de productos químicos, según el costo - beneficio.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm: CL - 08 - A

Malteado y Poder Diastásico. Producción de malta



R₁ : El agua de remojo se elimina por drenaje con abundante agua.

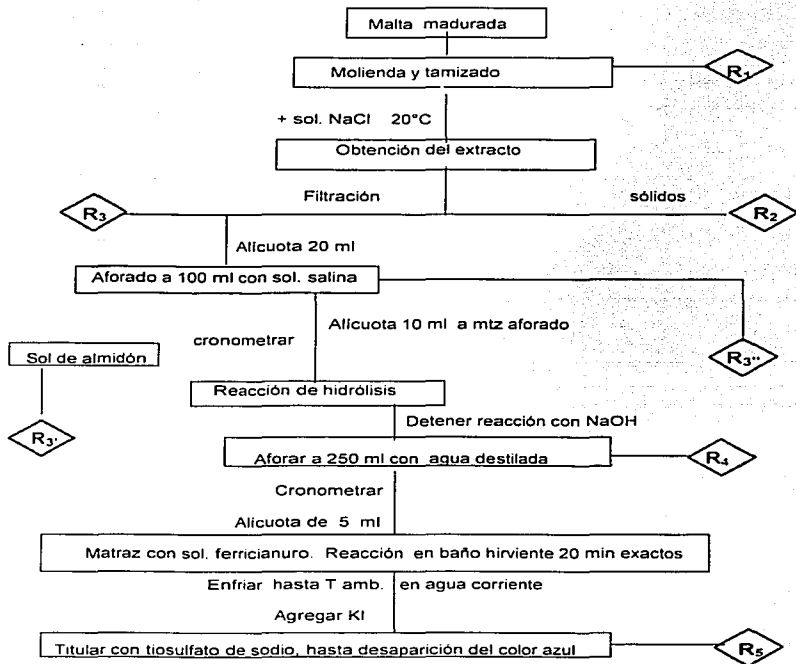
R₂ : Los granos que flotan se descartan y se envían a incineración.

R₃ : El material inerte de soporte para la germinación se envía a incineración.

R₄ : Las cascarillas, plúmulas y raicillas se envían a incineración

R₅ : Se envía a incineración

R₆ : La malta se utiliza para la determinación de PD. El resto se envía a incineración

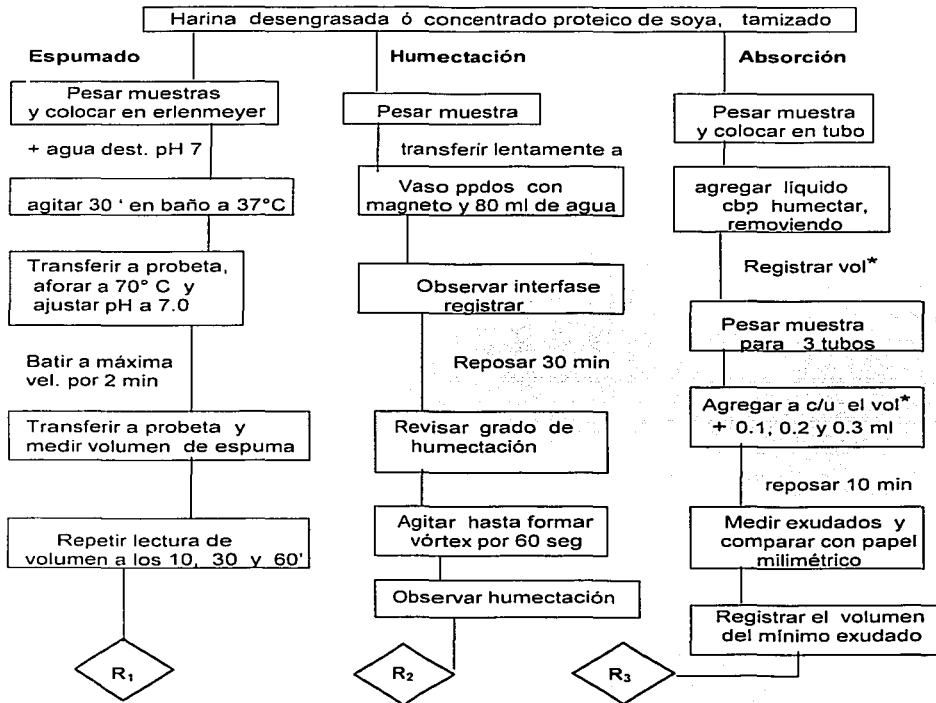
DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm.: **CL - 08 - B****Malteado y Poder Diastásico. Determinación de Poder Diastásico**

R_1 y R_2 : Se envían a incineración.

R_3 , R_3' y R_3'' : Se eliminan neutros por el drenaje, con abundante agua.

R_4 : Se neutraliza y se elimina por drenaje

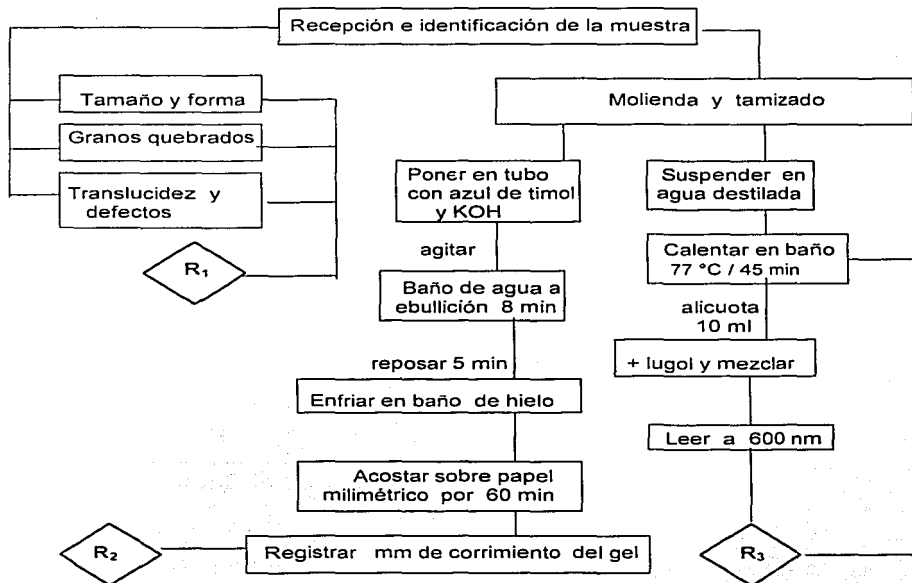
R_5 : Se adsorbe en carbón activado, dejando en reposo 12 horas; se agita nuevamente y se filtra; los sólidos se envían a incineración de productos químicos y el filtrado neutro se desecha por drenaje.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm. **CL - 09****Aislados proteicos y propiedades funcionales**

R₁, R₂ y R₃ : Se envían a incineración.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm. **CL - 10**

Calidad del grano de arroz



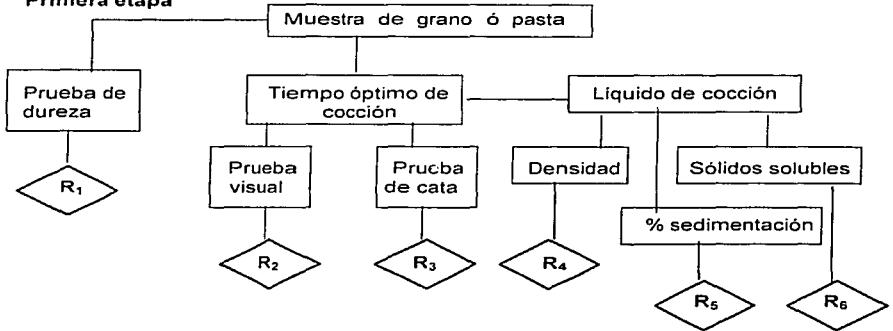
R₁ : Se envía a incineración.

R₂ y R₃ : Se eliminan neutros por el drenaje, con abundante agua.

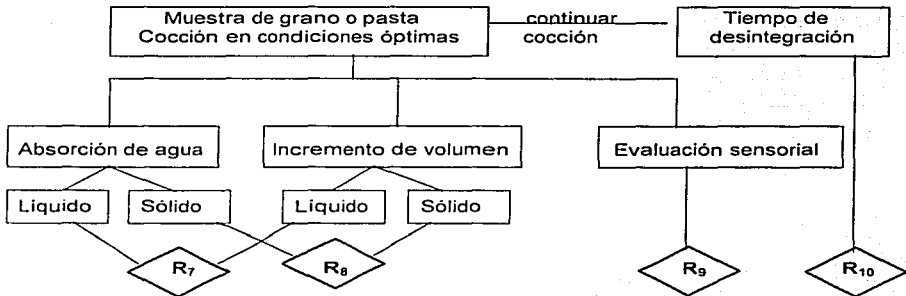
DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm. **CL - 11**

Pruebas de calidad culinaria

Primera etapa



Segunda Etapa

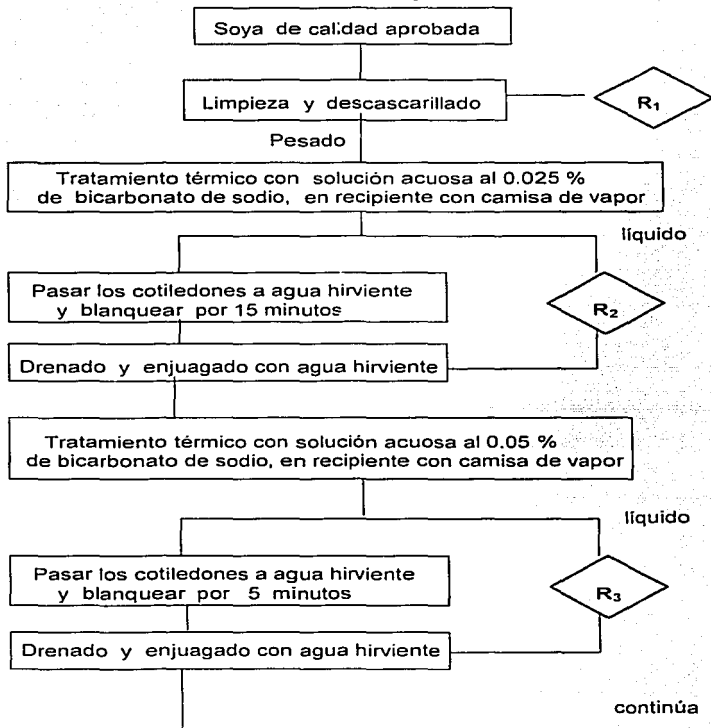


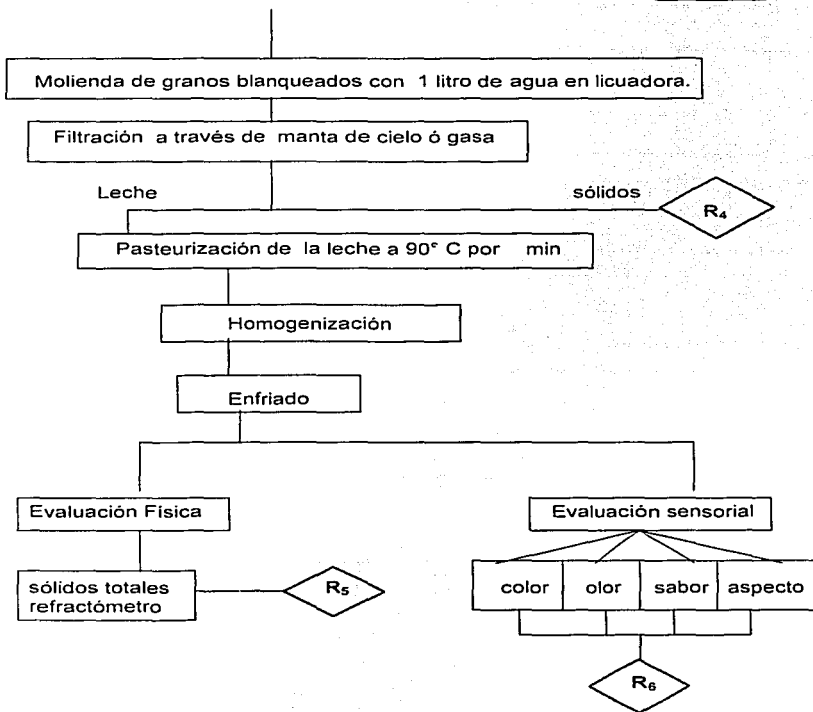
R₁, R₂, R₃, R₈, R₉, R₁₀: Se envían a incineración.

R₄, R₅, R₆, R₇: Se eliminan por drenaje con abundante agua

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm. CL - 12

Productos de soya





R₁ , R₄ y R₆ : Se envían a incineración.

R₂ y R₃ : Se neutralizan, se separan los sólidos suspendidos que se envían a incineración; el líquido neutro se elimina por drenaje.

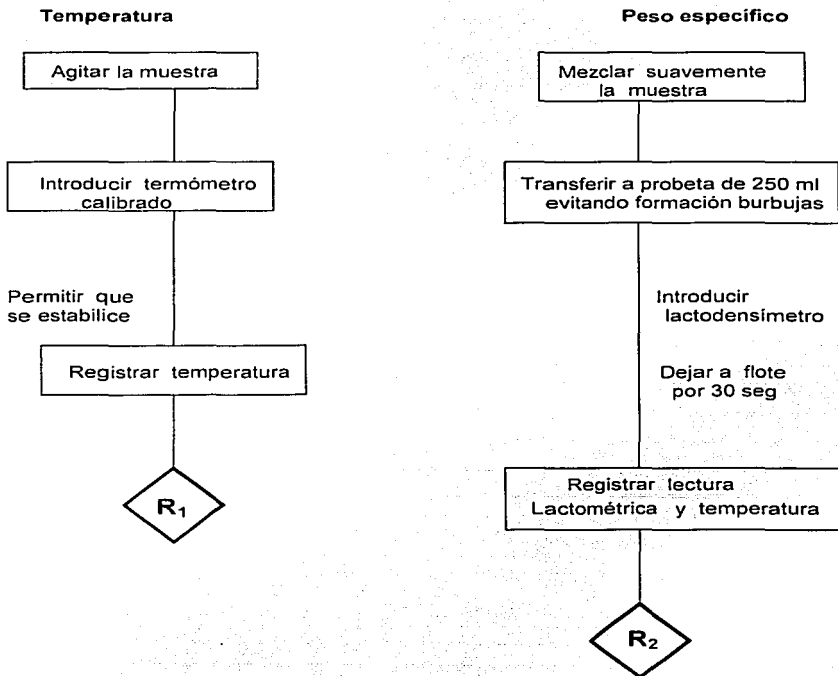
R₅ : Se elimina por drenaje

Diagramas Ecológicos para Productos Lácteos

DE No.	Práctica
	Control de calidad de leche fresca y pasteurizada.
LA-01-A	Temperatura y peso específico.
LA-01-B	Acidez titulable, pH, prueba de frescura y neutralizantes.
LA-01-C	Determinación de cloruros.
LA-01-D	Prueba de reductasa y lactofermentación.
LA-01-E	Métodos de Gerber y de Gottlieb para determinación de grasa.
LA-01-F	Determinación de sólidos totales, cenizas y peróxido de hidrógeno
LA-02	Efecto de la relación tiempo-temperatura en tratamientos térmicos aplicados en la leche.
LA-03	Homogenización y su eficiencia.
LA-04	Descremado de la leche.
LA-05	Elaboración de cajeta.
LA-06-A	Elaboración de mantequilla.
LA-06-B	Determinación de humedad por arrastre con tolueno, para mantequilla y leche en polvo.
LA-07	Valoración de cuajo e influencia de algunos factores en la elaboración de queso.
LA-08	Elaboración y control de quesos.
LA-09	Elaboración y control de yogurt.
LA-10	Elaboración de helados.
LA-11	Elaboración de sustituto de crema láctica.
	Preparación enzimática de leche baja en lactosa.
LA-12-A	Preparación enzimática de leche con bajo contenido de lactosa..
LA-12-A/2	Determinación de lactosa por el método del ácido pírico.
LA-12-B	Preparación enzimática de leche con bajo contenido de lactosa..
LA-12-B/2	Método de HPLC para determinación de lactosa.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm. LA-01-A

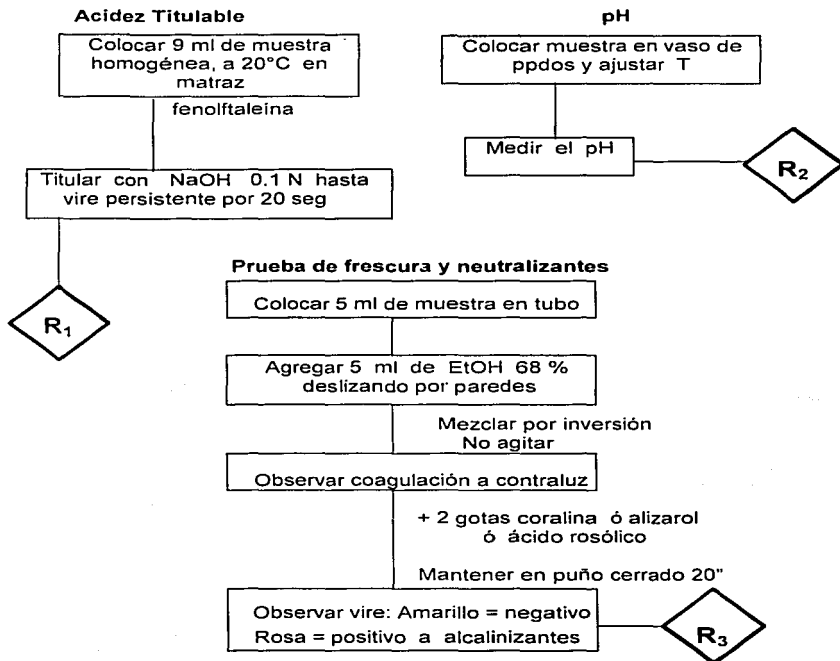
Control de Calidad de Leche fresca y pasteurizada



R₁ y R₂: Eliminar por el drenaje, con abundante agua.

Diagrama Ecológico Núm. LA - 01 - B

Control de calidad de leche fresca y pasteurizada



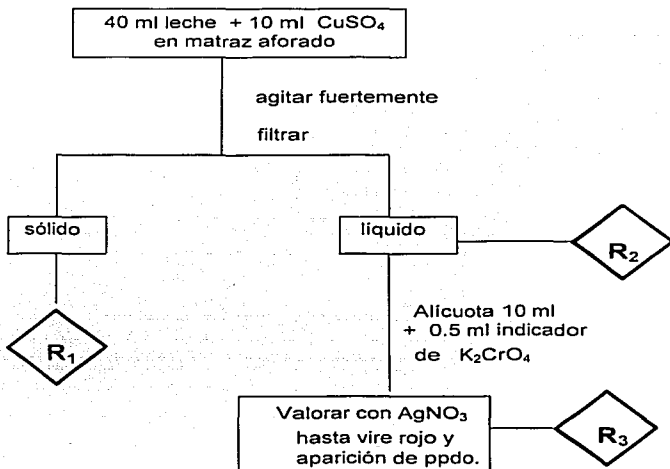
R₁ y R₂: Se eliminan neutros por el drenaje

R₃: Se envía a incineración

Diagrama Ecológico Núm. LA - 01 - C

Control de Calidad de Leche fresca y pasteurizada
Determinación de cloruros

CuSO_4 72.5 g/l
 K_2CrO_4 5% aq
 AgNO_3 0.1 N



R₁: Se envía a incineración.

R₂: El cobre se adsorbe en carbón activado y se envía a confinamiento. El líquido se desecha neutro por drenaje.

R₃: Precipitación selectiva: Se precipita el Cr^{3+} como OH^- usando cal, se separa por filtración y se envía a confinamiento. El líquido se neutraliza y se le adiciona carbón activado para adsorber las sales de plata, se filtra, se envía el sólido a confinamiento y el líquido neutro se desecha al drenaje.

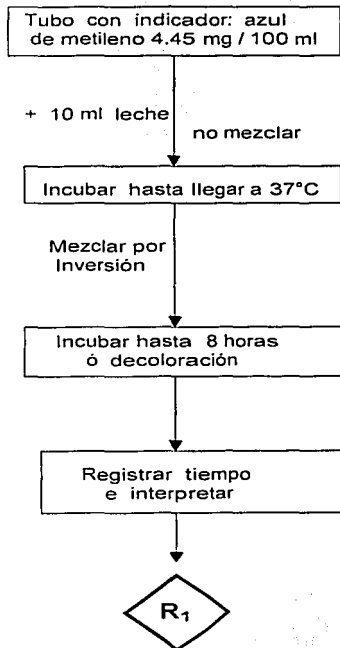
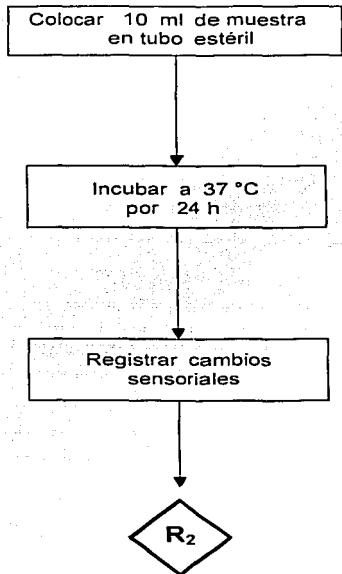
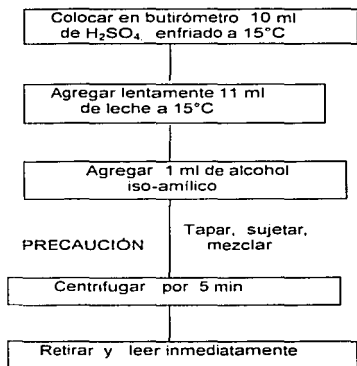
DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm. LA-01-D
Control de Calidad de Leche fresca y pasteurizada
Prueba de Reductasa
R₁: Incineración de biológico infecciososR₂: Incineración de biológico infecciosos.
Prueba de Lacto fermentación


Diagrama Ecológico Núm. LA - 01 - E

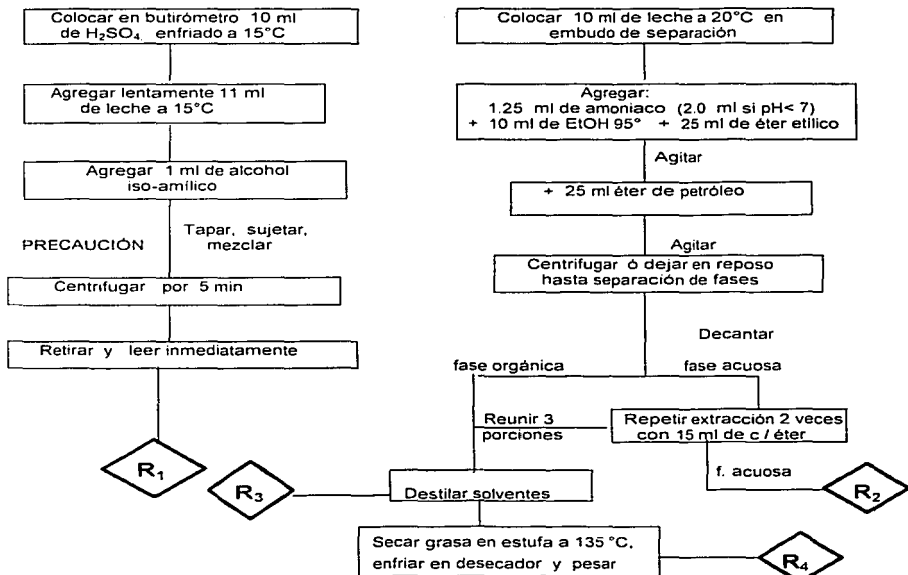
Control de calidad de leche fresca y pasteurizada

Determinación de grasa

Método de Gerber



Método de Roesse Gottlieb



R₁: Neutralizar con sol. saturada de NaOH o bicarbonato de Na, en baño de hielo, en porciones < 500 ml, con precaución pues la reacción es exotérmica. Separar los sólidos que sea posible, para incineración. El líquido neutro se elimina por drenaje con abundante agua.

R₂: Se elimina neutro por drenaje.

R₃: Se recuperan los solventes por destilación fraccionada y se reutilizan.

R₄: Se envía a incineración.

Diagrama Ecológico Núm. LA - 01 - F

Control de calidad de leche fresca y pasteurizada

Determinación de sólidos
totales y cenizasColocar 5 g de muestra
en crisol de porcelanaEvaporar de 10 a 15 min,
en baño de vaporSecar en estufa a 135 °C
por 3 horas

Enfriar

Pesar ST

Calcinar con mechero

Incinerar en mufla a 550°C

Enfriar

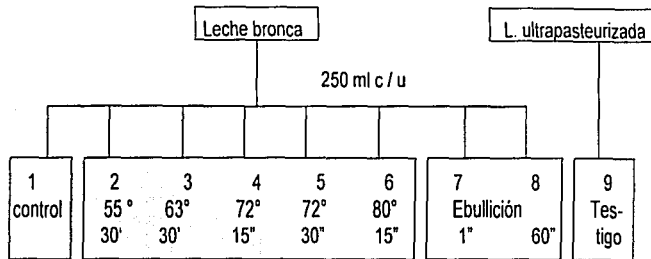
Pesar Cenizas

R₁Determinación de
peróxido de hidrógenoColocar 10 ml de leche
en tubo de ensayoAgregar 15 gotas de reactivo
de V₂O₅
(1 g +94 ml H₂SO₄ + 6 ml agua)Observar:
precipitado marrón ⇌ H₂O₂R₂R₁: Desechar en la basura.

R₂: Poner en el fondo de un recipiente plano y poco profundo, una capa de carbonato de amonio en polvo. Agregar lentamente el residuo y luego humedecer rociando con atomizador, solución de hidróxido de amonio 3 M. Cubrir con hielo picado y seguir rociando hidróxido de amonio hasta obtener precipitado blanco. Cuando acabe de precipitar, filtrar al vacío, enviar el sólido a confinamiento; neutralizar el líquido y desechar por drenaje.

Diagrama Ecológico Núm. LA - 02

Efecto de la relación Tiempo - Temperatura en los tratamientos térmicos aplicados a la leche



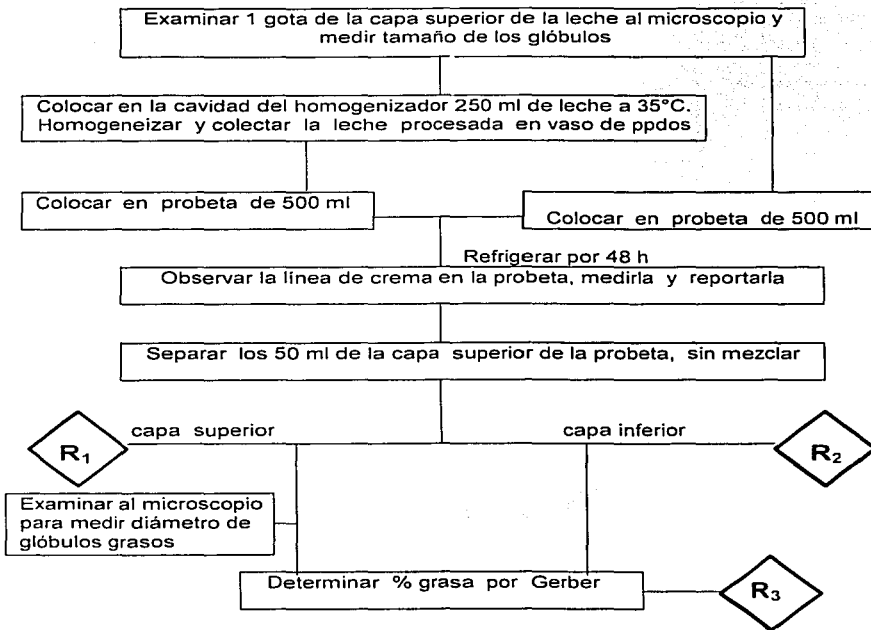
Determinar

Eval. Sensorial	O	O	O	O	O	O	O	O	R ₁
Sedimento	S	S				S	S	S	R ₂
Sólidos totales	ST					ST	ST	ST	R ₃
Densidad	D		D	D		D	D	D	R ₄
Acidez	A		A	A		A	A	A	R ₅
Fosfatasa	F	F	F	F	F	F	F	F	R ₆
Peroxidasa	P	P	P	P	P	P	P	P	R ₇

R₁, R₄, R₅, y R₇: Se neutralizan y se desechan al drenaje.R₂ y R₃: Las fracciones sólidas se envían a incineración; los líquidos neutros se desechan al drenajeR₆: Se trata con carbón activado y se filtra. El sólido se envía a incineración de prod. Químicos y el líquido se desecha neutro por drenaje.

Diagrama Ecológico Núm. LA - 03

Homogenización y su eficiencia



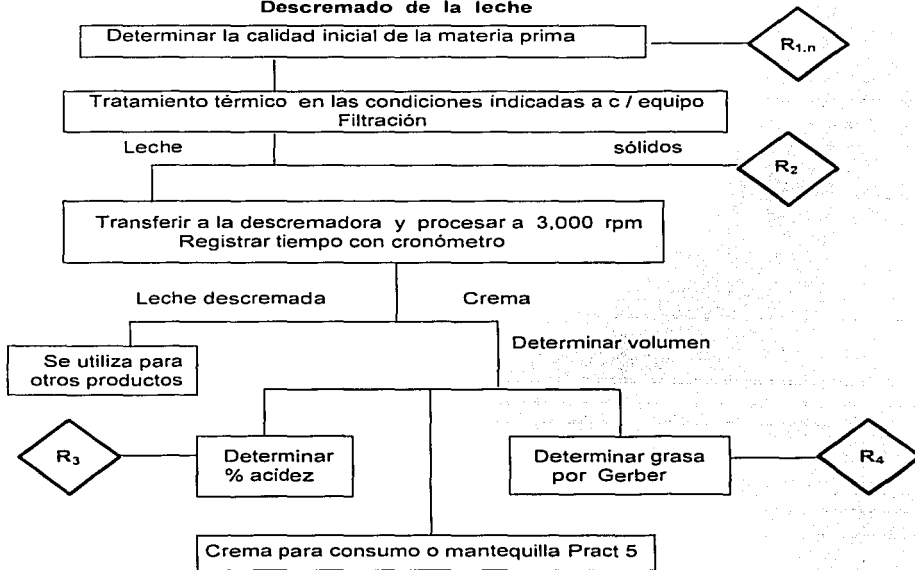
R₁ : Se envía a incineración

R₂ : Se eliminan por drenaje con abundante agua.

R₃ : Se neutraliza en baño de hielo, en porciones < 500 ml, con precaución ya que es una reacción exotérmica. Se separa la materia orgánica que es posible, para incinerar. El líquido se elimina por drenaje con abundante agua.

Diagrama Ecológico Núm. LA - 04

Descremado de la leche



R₁ a R_{1,n} : Se tratan como indican los diagramas de la práctica de calidad de la leche.

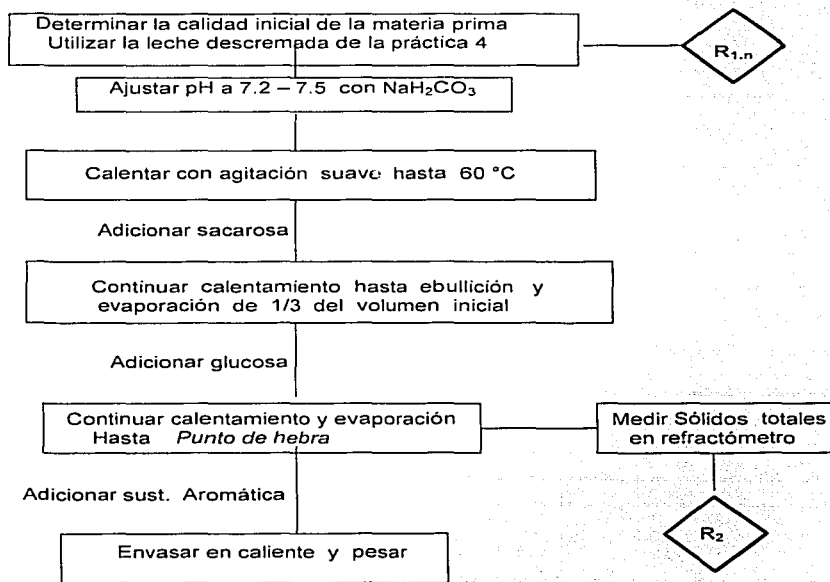
R₂ : Se envía a incineración.

R₃ : Se desecha neutro por drenaje, con abundante agua.

R₄ : Se neutraliza en baño de hielo, en porciones < 500 ml , con precaución porque la reacción es exotérmica. Se separan sólidos para incineración; el líquido neutro se desecha por drenaje.

Diagrama Ecológico Núm. LA - 05

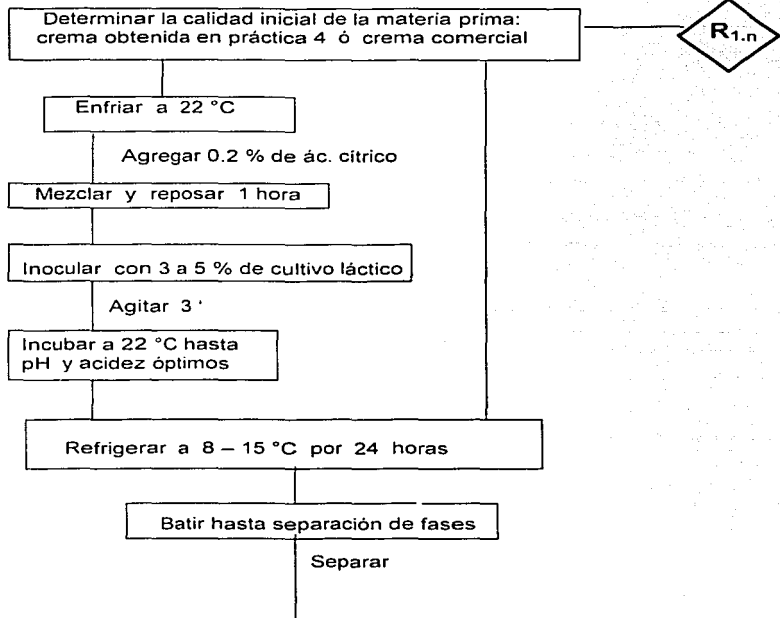
Elaboración de Cajeta



R₁ a R_{1,n} : Se tratan como indican los diagramas de la práctica de calidad de la leche.
 R₂ : Se desecha por drenaje, con abundante agua.

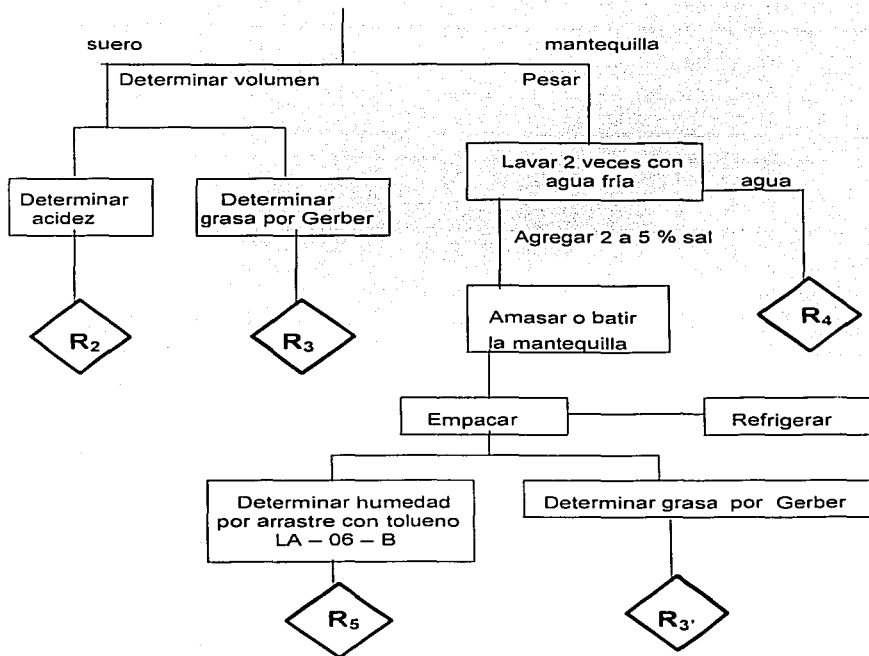
Diagrama Ecológico Núm. LA - 06 - A

Elaboración de Mantequilla



continúa

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA



R₁ a R_{1,n} : Se tratan como indican los diagramas de la práctica de calidad de la leche.

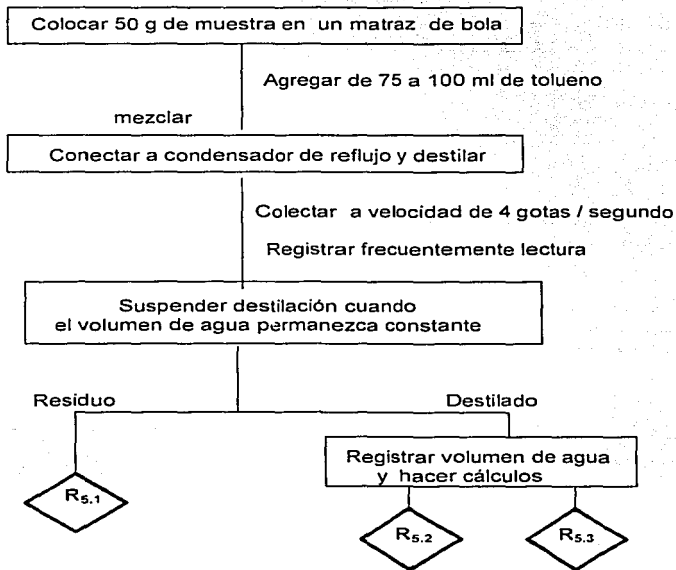
R₂ y R₄ : Se desechan neutros por drenaje, con abundante agua.

R₃ y R_{3'} : Se neutraliza en baño de hielo, en porciones < 500 ml, con precaución porque la reacción es exotérmica. Se separan los sólidos para incineración; el líquido neutro se elimina por drenaje.

R₅ : Ver diagrama LA - 06 - B

Diagrama Ecológico Núm. LA - 06 - B

Determinación de humedad por arrastre con tolueno
(para mantequilla ó leche en polvo)



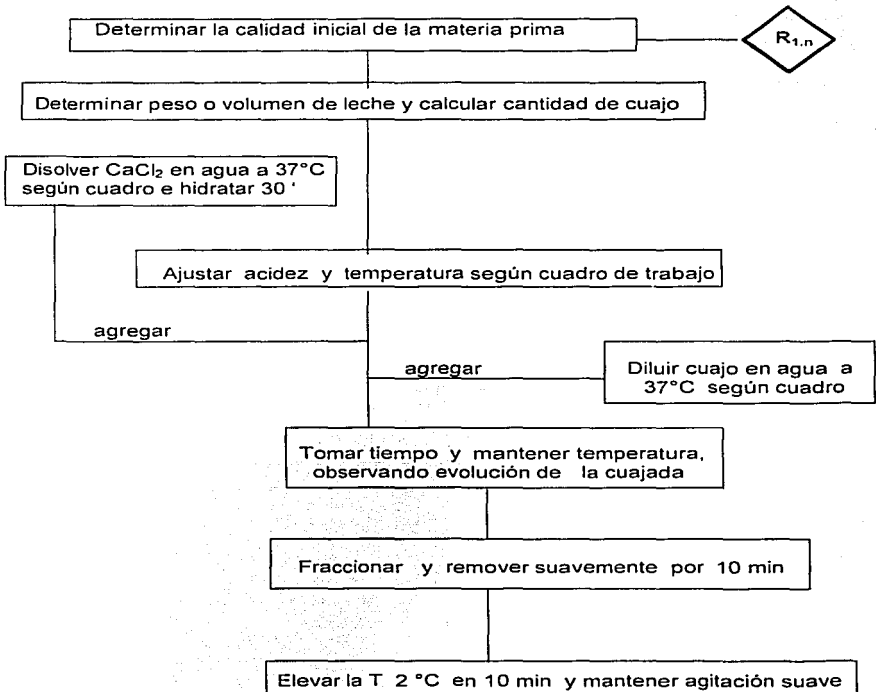
R_{5.1} : Enviar a incineración.

R_{5.2} : Fase orgánica. Recuperar el tolueno por destilación y reutilizar.

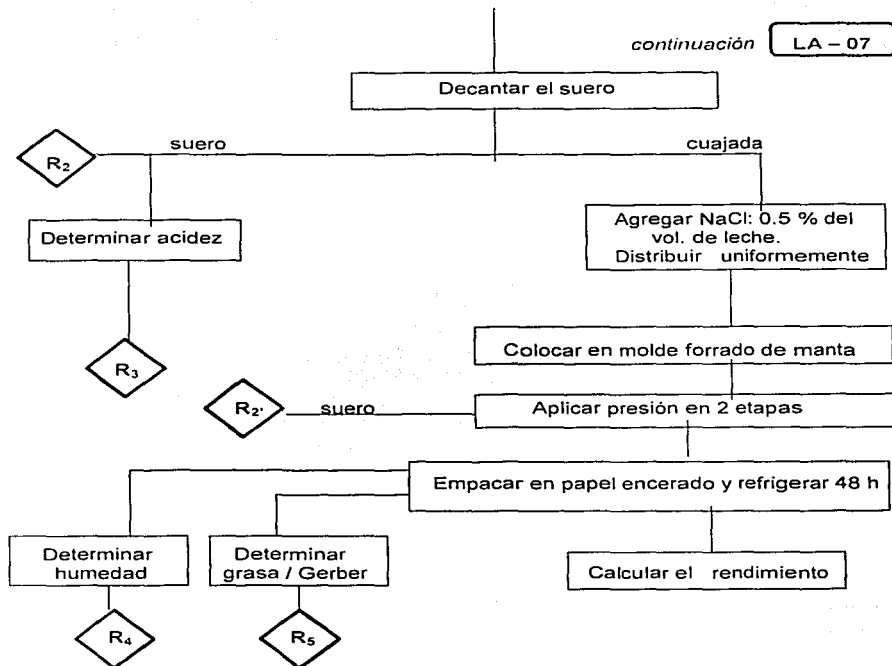
R_{5.3} : Fase acuosa: neutralizar y eliminar por drenaje.

Diagrama Ecológico Núm. LA - 07

Valoración de Cuajo e influencia de algunos factores en la Elaboración de quesos.



continúa



R₁ a R_{1,n} : Se tratan como indican los diagramas de la práctica de calidad de la leche

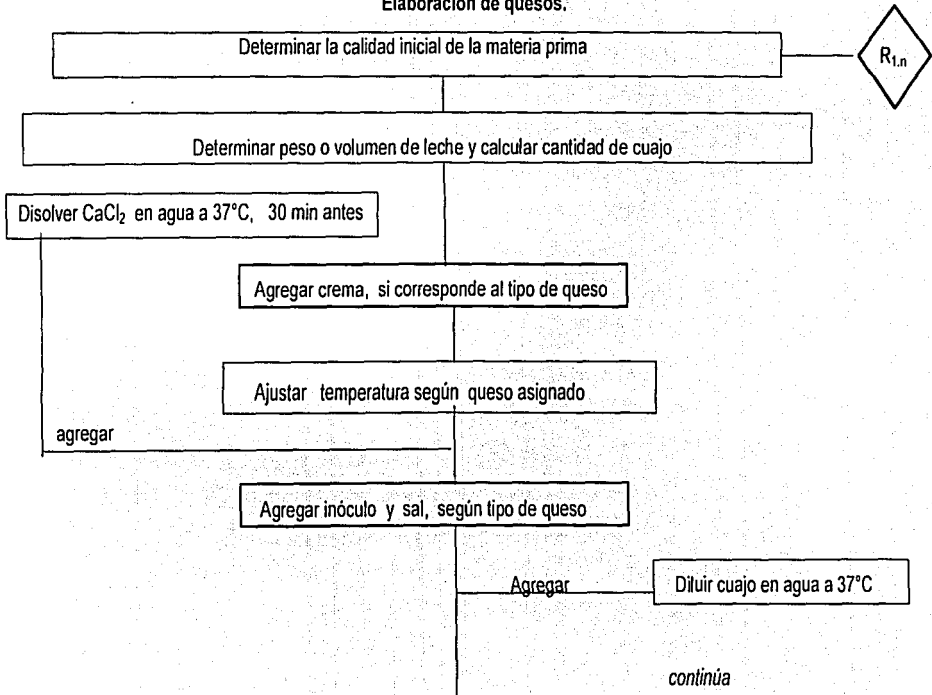
R₂, R_{2'} y R₃ : Se desechan neutros por el drenaje.

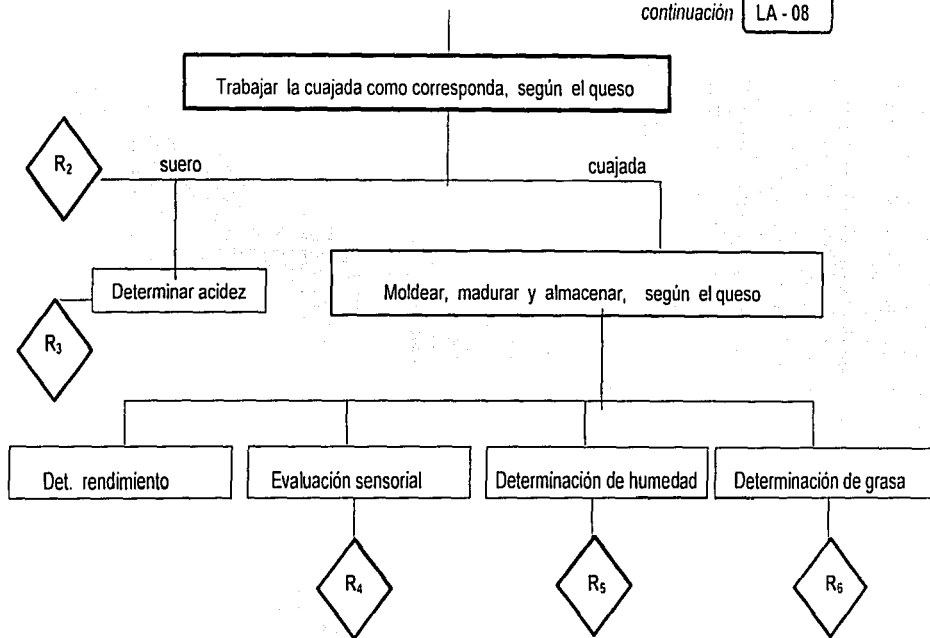
R₄: Se envía a incineración.

R₅: Se neutraliza en volúmenes < 500 ml, en baño de hielo, con precaución porque la reacción es exotérmica; se separan los sólidos para incineración y el líquido se desecha por drenaje.

Diagrama Ecológico Núm. LA - 08

Elaboración de quesos.





R₁ a R_{1,n} : Se tratan como indican los diagramas de la práctica de calidad de la leche.

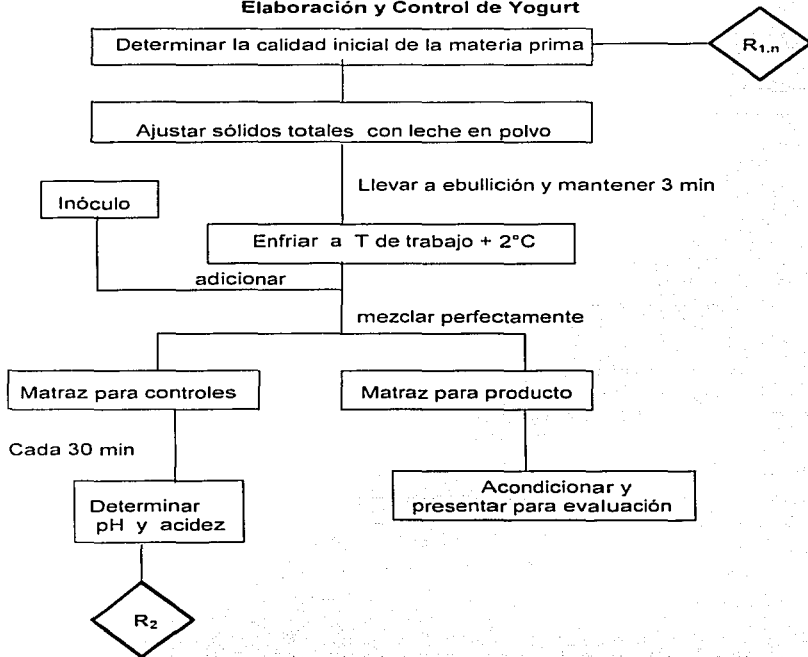
R₂ y R₃ : Se desechan neutros por el drenaje.

R₄ y R₅ : Se envían a incineración.

R₆ : Se neutraliza en porciones < 500 ml, en baño de hielo, con precaución porque la reacción es exotérmica. Se separan los sólidos para incinerarlos y el líquido neutro se desecha por drenaje.

Diagrama Ecológico Núm. LA - 09

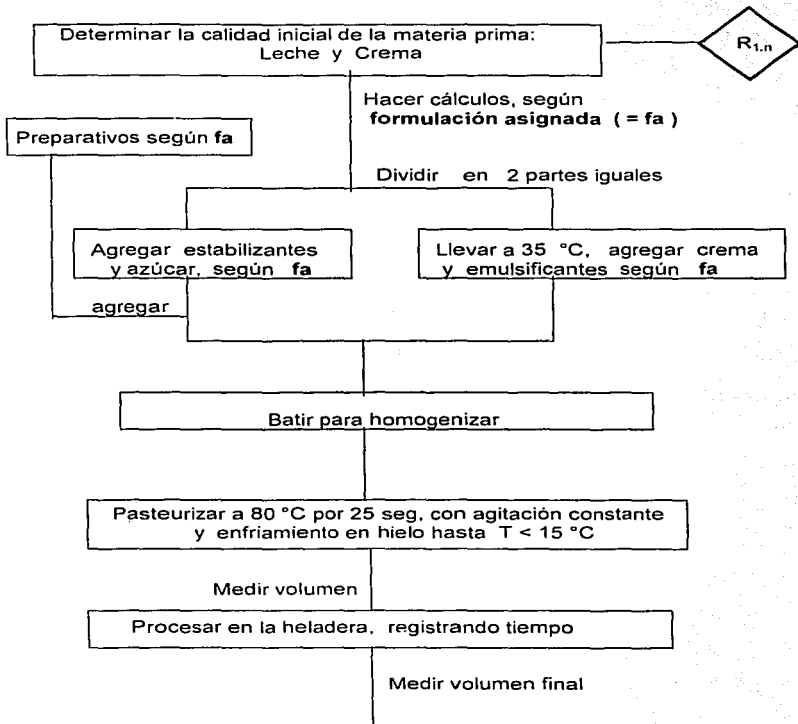
Elaboración y Control de Yogurt



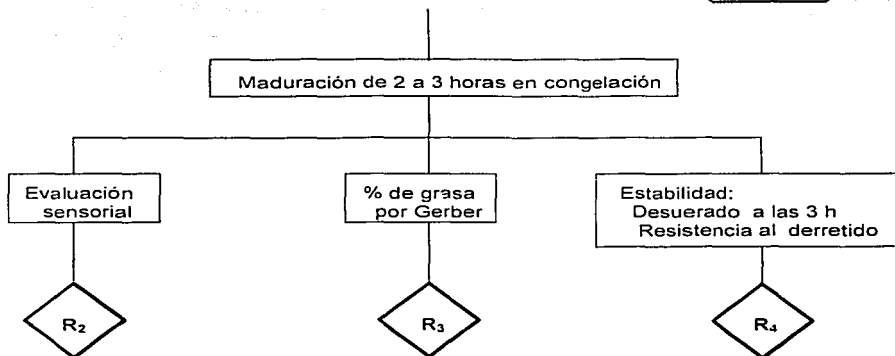
R₁ a R_{1,n} : Se tratan como indican los diagramas de la práctica de calidad de la leche.
 R₂ : Se desecha neutro por drenaje, con abundante agua.

Diagrama Ecológico Núm. LA - 10

Elaboración de Helados



continúa



R₁ a R_{1,n} : Se tratan como indican los diagramas de la práctica de calidad de la leche.

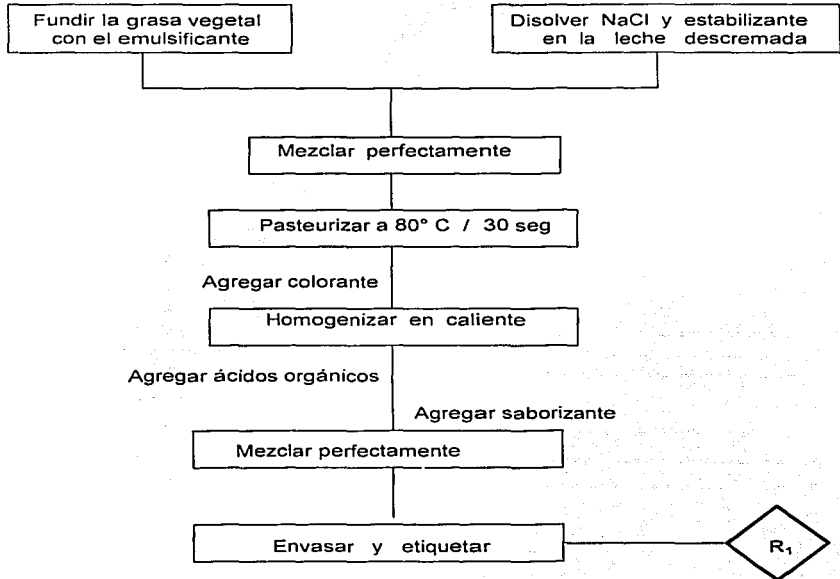
R₂ : Se envía a incineración

R₃ : Se neutraliza con carbonato de sodio ó NaOH, en volúmenes < 500 ml, con precaución porque la reacción es exotérmica. Se separan los sólidos para enviar a incineración, y el líquido neutro se desecha por drenaje con abundante agua.

R₄ : Se envía a incineración.

Diagrama Ecológico Núm. LA - 11

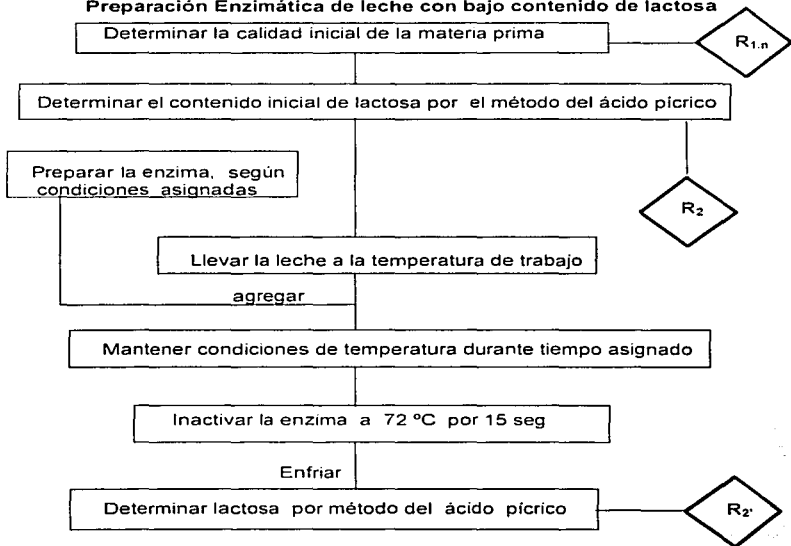
Elaboración de sustitutos de crema



R₁ : Se envía a incineración.

Diagrama Ecológico Núm. LA - 12 - A

Preparación Enzimática de leche con bajo contenido de lactosa



R₁ a R_{1.n} : Se tratan como indica la práctica de Calidad de la leche.

R₂ y R_{2'}: El residuo se diluye con igual volumen de agua y se lleva a pH 2 con HCl. Se agrega 0.5 % de estaño granular ó en polvo y se mantiene en agitación por 14 días, a temperatura ambiente, tapado con parafilm. Se filtra al vacío con ayuda de celita; el sólido se envía a incineración de productos químicos, al igual que el papel filtro usado en esta determinación. Por cada 100 ml de este líquido se agregan 75 ml de ácido sulfúrico 3 M y 2.5 g de permanganato de potasio. Se deja agitando 24 horas, se agrega bisulfito de sodio hasta aclarar la solución, se neutraliza con NaOH al 10 % y se elimina por drenaje.

Diagrama Ecológico Núm. LA - 12 - A/2

Determinación de lactosa por el método del ácido picrico

Colocar 50 ml de solución saturada de ácido picrico, en un matraz volumétrico de 100 ml

Agregar 2 ml de leche

Aforar y mezclar

Líquido

Filtrar

sólido

R_{2.1}

R_{2.2}

Alícuota de 10 ml

Transferir a mtz. Erlenmeyer

Curva estándar de lactosa

+ 10 ml de agua destilada
+ 10 ml sol. sat. ác. picrico
+ 10 ml Na₂CO₃ al 22%

Mezclar y colocar en baño de agua a ebullición por 15 min

mezclar

Transferir cuantitativamente a matraz volumétrico y aforar a 100 ml

Determinar absorbancia a 520 nm

R_{2.3}

continúa

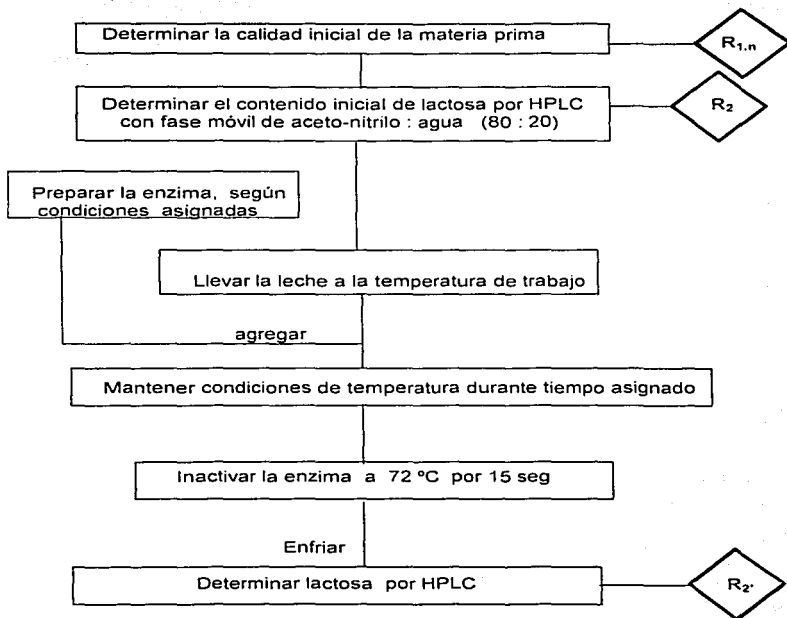
R_{2.1} y R_{2.3} : Se trabaja con volúmenes de 200 ml, que se diluyen con igual volumen de agua y se llevan a pH 2 con HCl. Se agregan 2 g (0.5 %) de estaño granular ó en polvo y se mantiene en agitación 14 días, a temperatura ambiente, tapado con parafilm.

Se filtra al vacío con ayuda de celita; el sólido se envía a incineración de productos químicos. Al líquido se le agregan 300 ml (75 %) de ácido sulfúrico 3 M y 10 g (2.5 %) de permanganato de potasio. Se deja agitando 24 horas, se agrega bisulfito de sodio hasta aclarar la solución, se neutraliza con NaOH al 10 % y se elimina por drenaje.

R_{2.2} : Se envía a incineración de productos químicos.

Diagrama Ecológico Núm. LA - 12 - B

Preparación Enzimática de leche con bajo contenido de lactosa

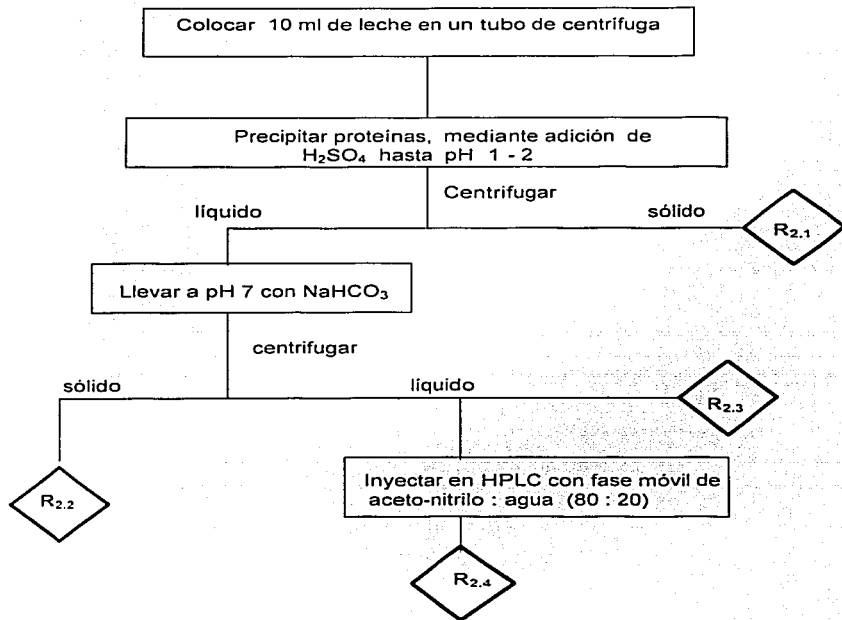


R₁ a R_{1,n} : Se tratan como indica la práctica de Calidad de la leche.

R₂ y R_{2'} : El solvente se recupera mediante secado con Na₂SO₄ anhidro ó con NaCl y se reutiliza; si no puede recuperarse, se envía a incineración de productos químicos.

Diagrama Ecológico Núm. LA - 12 - B/2

Determinación de lactosa HPLC



R_{2.1} : Se envía a incineración de biológico-infecciosos.

R_{2.2} y R_{2.3} : Se eliminan por el drenaje con abundante agua.

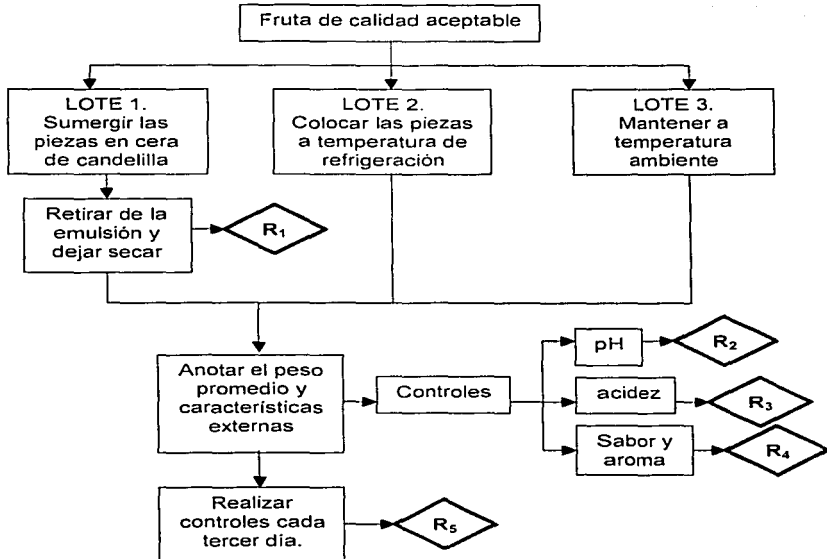
R_{2.3} : El solvente se seca con Na_2SO_4 anhidro ó con $NaCl$ y se reutiliza. Si no puede recuperarse, se envía a incineración de productos químicos.

Diagramas Ecológicos para Productos Vegetales.

DE No.	Práctica
VE-01	Conservación de productos frescos.
VE-02	Elaboración de encurtidos y vinagretas.
VE-03-A	Mermeladas y jaleas.
VE-03-A/2	Mermeladas y jaleas.
VE-03-B	Mermelada baja en calorías.
VE-03-C	Mermeladas y jaleas. Jaleas.
VE-04	Pasteurización y preparación de bebidas.
VE-05	Escaldado térmico.
VE-05-B	Escaldado. Térmico y químico.
VE-06-A	Penetración de calor. Esterilización y manejo de autoclave.
VE-06-B	Penetración de calor. Evaluación de cierres de envases.
VE-07	Control de calidad de productos enlatados.
VE-08	Deshidratación.
VE-09	Congelación.
VE-09/2	Congelación.
VE-10	Oleorresinas.
VE-11	Envasado en vidrio con jarabes y salmuera.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm. VE-01

Conservación de productos frescos.



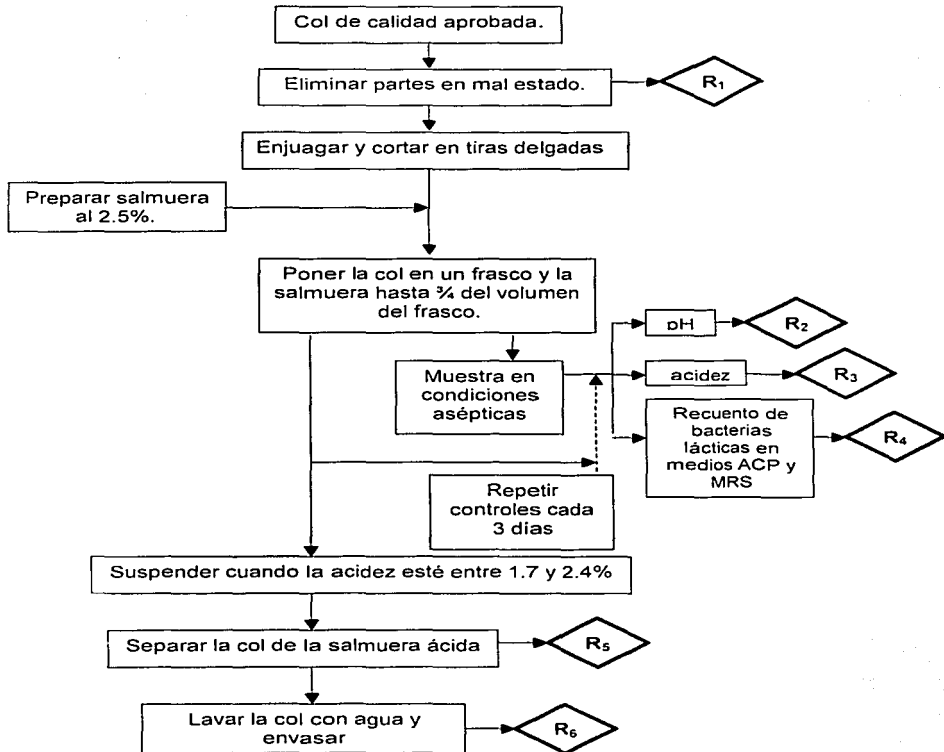
R₁: Cera de candelilla. Mandar a incineración.

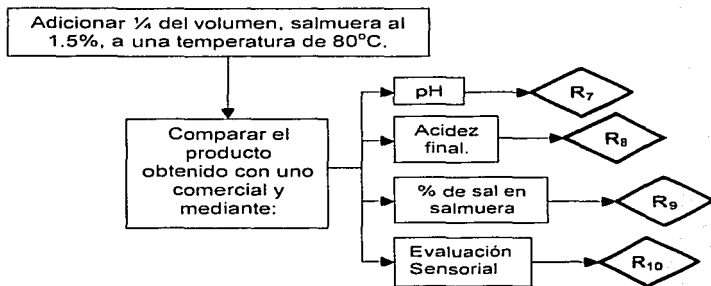
R₂, R₃: Soluciones. Desechar neutras al drenaje.

R₄, R₅: Trozos de fruta. Mandar a incineración o preferentemente a composteo.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm. VE-02
Elaboración de encurtidos.

VE-02



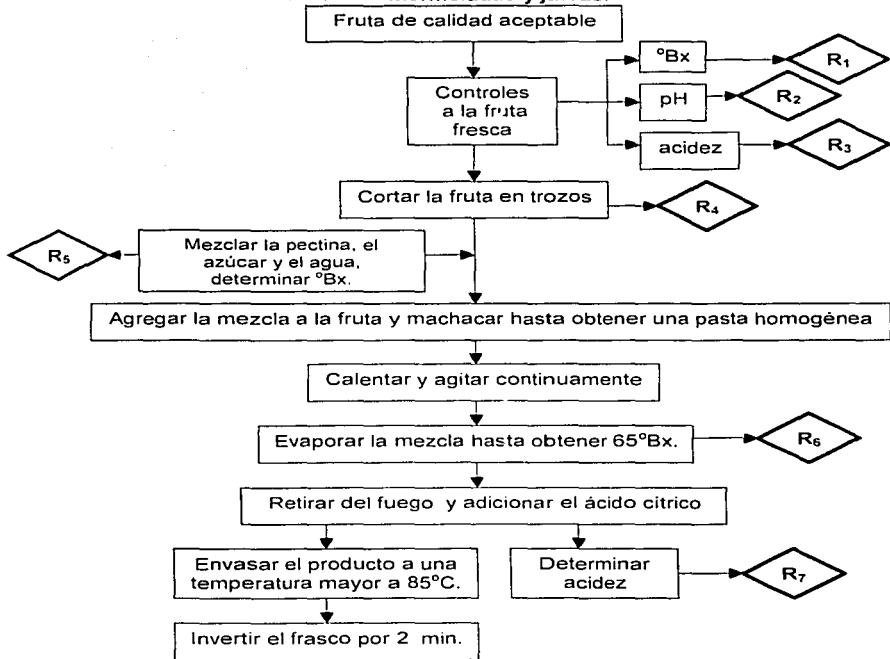


R₁, R₄, R₁₀: Restos de verdura. Mandar a incineración o preferentemente a composteo.

R₂, R₃, R₅, R₆, R₇, R₈, R₉: Soluciones. Neutralizar y desechar al drenaje.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm. Mermeladas y jaleas.

VE-03-A



R₁, R₅, R₆: Desechar al drenaje con abundante agua.

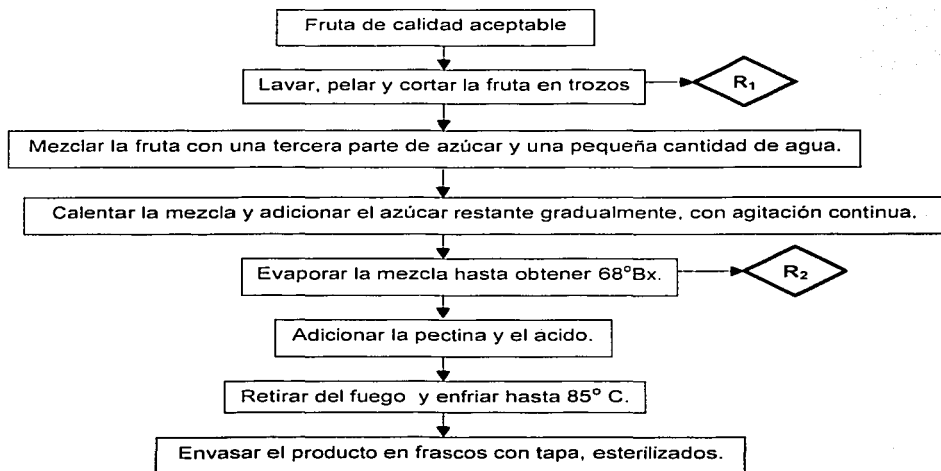
R₂, R₃, R₇: Soluciones. Desechar neutras al drenaje.

R₄: Trozos de fruta. Mandar a incineración o preferentemente a composteo.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm.

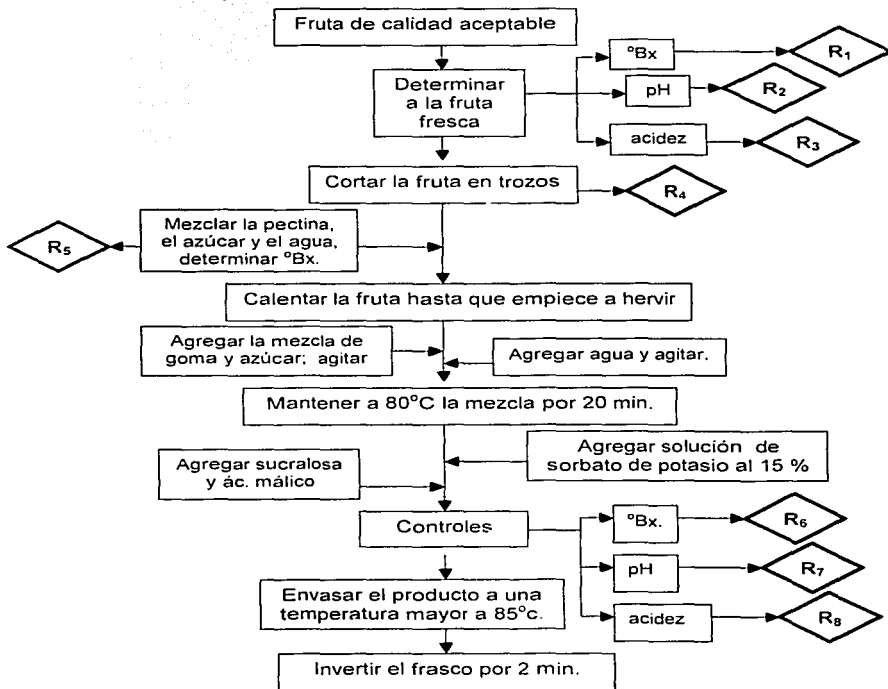
VE-03-A/2

Mermeladas y jaleas.



R₁: Restos de fruta. Mandar a incineración o preferentemente a composteo.

R₂: Desechar al drenaje con abundante agua.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm. VE-03-B
Mermeladas y jaleas.
Mermelada baja en calorías.


R₁, R₅, R₆: Desechar con abundante agua.

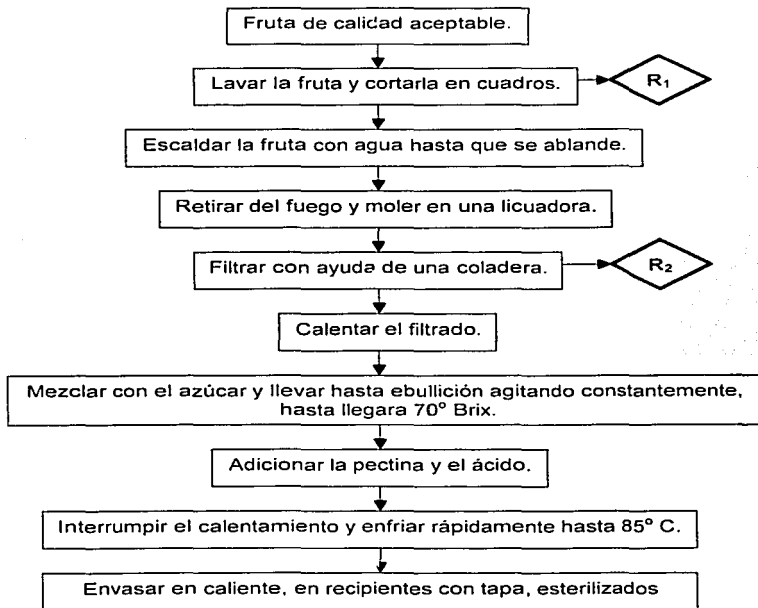
R₂, R₃, R₇, R₈: Soluciones. Desechar neutras al drenaje.

R₄: Restos de fruta. Mandar a incineración o preferentemente a composteo.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm.
Mermeladas y jaleas.

VE-03-C

Jaleas.



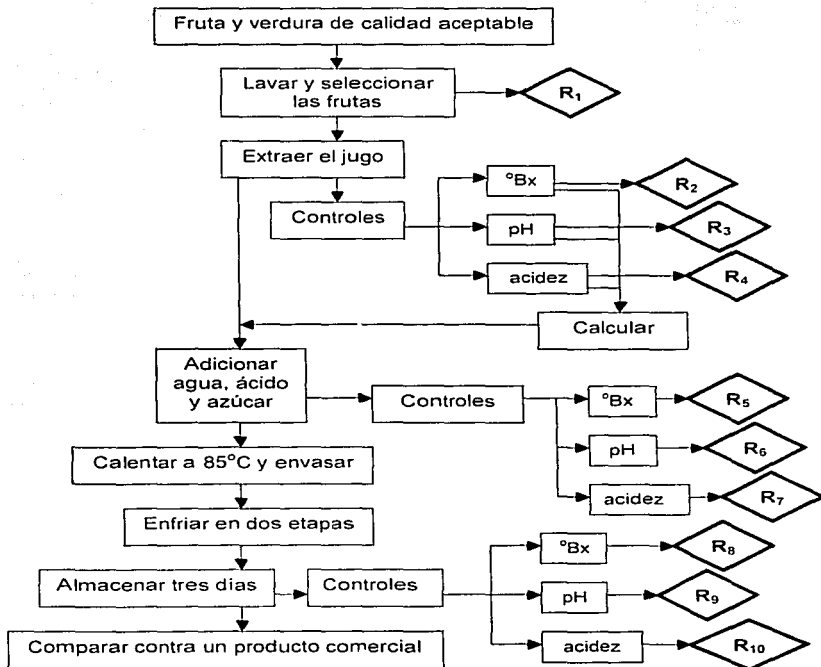
R₁: Restos de fruta. Mandar a incineración o preferentemente a composteo.

R₂: Residuos sólidos del filtrado. Mandar a incineración o preferentemente a composteo.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm.

VE-04

Pasteurización y preparación de bebidas.



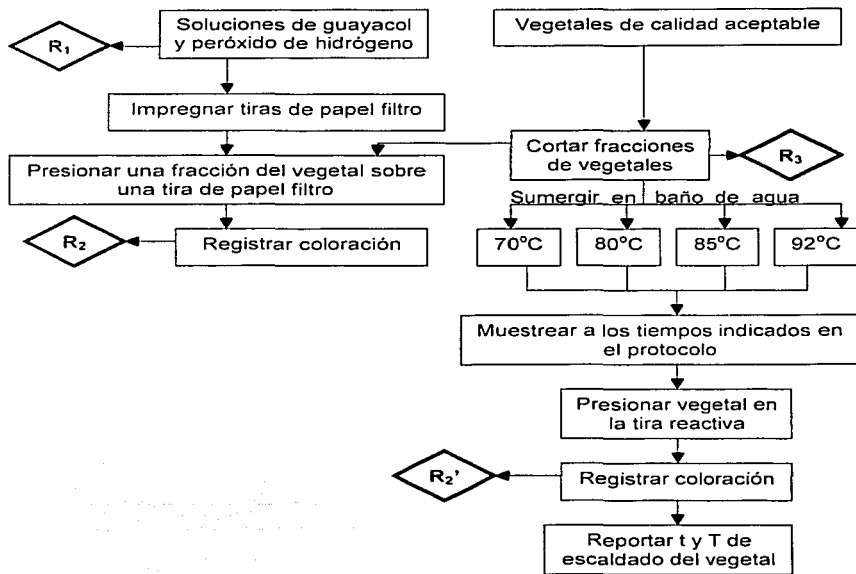
R₁: Trozos de fruta. Mandar a incineración o preferentemente a composteo.

R₂, R₅, R₈: Desechar al drenaje con abundante agua.

R₃, R₄, R₆, R₇, R₉, R₁₀: Soluciones. Desechar neutras al drenaje.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm. Escaldado térmico

VE-05-A



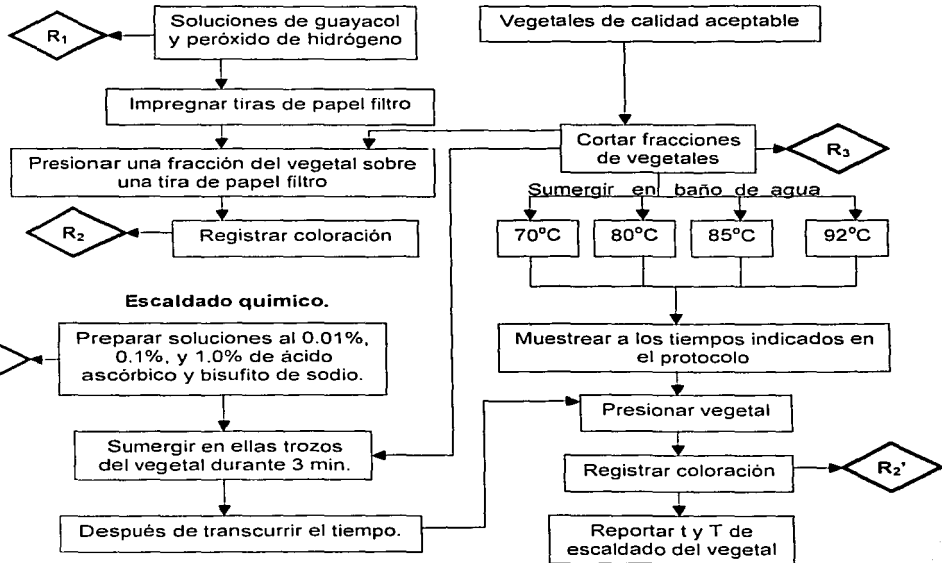
R₁ : Soluciones. Tratar con sales ferrosas y desechar neutra al drenaje.

R₂ y R₂' : Tiras reactivas. Mandar a incineración.

R₃ : Restos de fruta. Mandar a incineración o preferentemente a composteo.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm. VE-05- B

Escaldado térmico.



R₁: Restos de solución. Tratar con sales ferrosas y desechar neutra al drenaje.

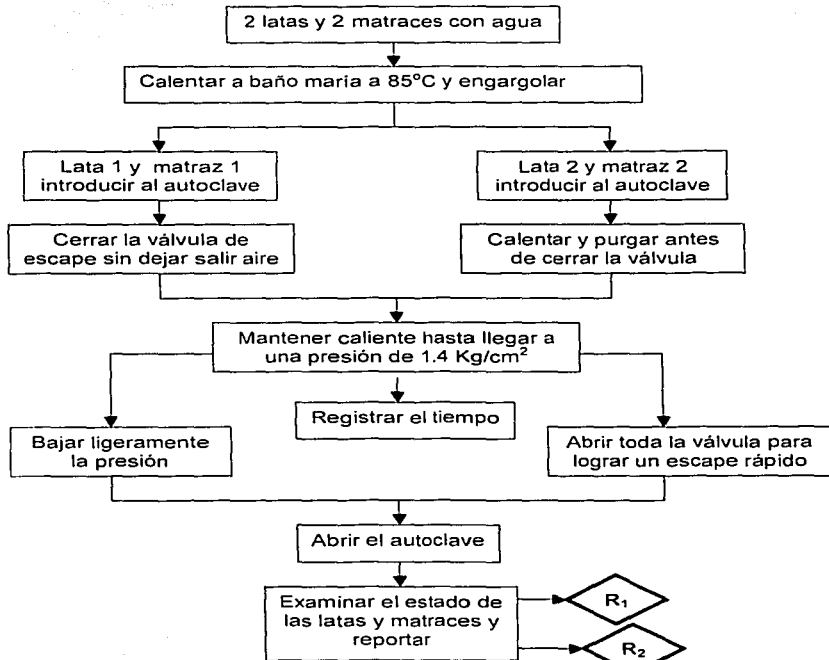
R₂ y R_{2'}: Tiras reactivas. Mandar a incineración.

R₃: Restos de fruta. Mandar a incineración o preferentemente a composteo.

R₄: Solución. Desechar neutra al drenaje.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm. **VE-06-A**
Penetración de calor.

Esterilización y manejo del autoclave.



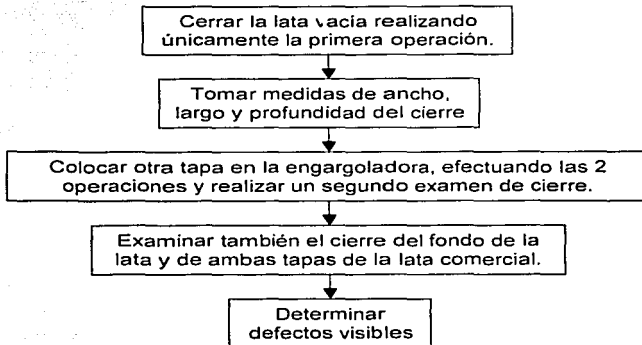
R₁: Latas. Enviar a contenedor de reciclaje de metal.

R₂: Torundas y papel. Desechar a la basura.

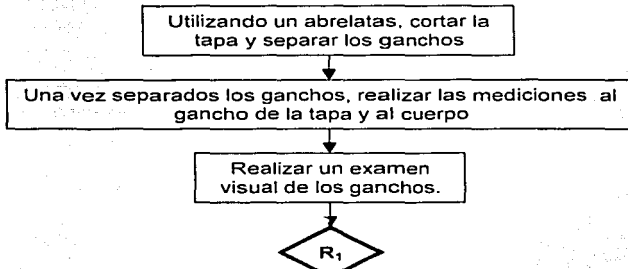
DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm. Penetración de calor.

VE-06-B

**Evaluación de cierres de envases.
Examen externo.**



Examen interno.



R₁: Latas. Enviar a contenedor de reciclaje de metal.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm. VE-07

Control de calidad de productos enlatados.

Producto comercial y producto enlatado en el laboratorio

Examen externo.

Observar si presenta abombamiento golpes o partes oxidadas y defectos visibles del cierre.

Tomar medidas externas del cierre, como indica el protocolo. Tres mediciones en diferentes puntos de la lata

Antes de abrir la lata, insertar el vacuómetro para medir la presión de vacío.

Examen interno.

Abrir la lata.

Tomar medidas internas del cierre, como indica el protocolo. Tres mediciones en diferentes puntos de la lata

Calcular el compactado o planchado.

Calcular el solapado o traslape.

Examen de contenido.

Medir el espacio existente entre le borde y el líquido de cobertura

Vaciar el contenido en un recipiente tarado, determinar peso neto.

Eficiencia del barniz.

Calentar en baño de agua el tubo que contiene el reactivo de ferrocianuro hasta que se funde.

Contar los puntos y área de puntos / superficie total = eficiencia

Vaciarlo dentro de las latas y girar para lograr un a distribución uniforme en la superficie interna

Separar los sólidos del líquido y determinar peso drenado y relación sólido/líquido.

R₁

R₂

R₃

R₄

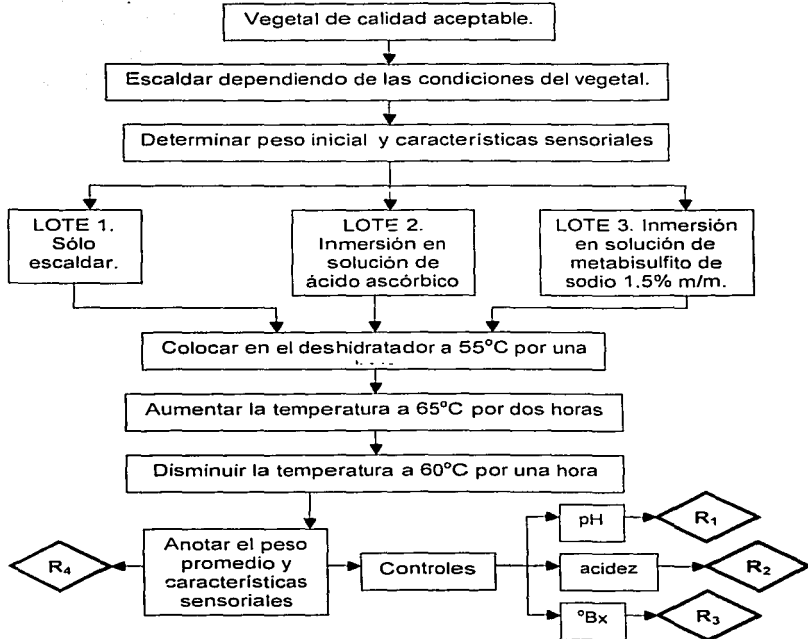
R₁: Sólidos. Mandar a incineración o preferentemente a composteo.

R₂: Líquidos. Desechar con abundante agua al drenaje.

R₃: Latas. Enviar a contenedor de reciclaje de metal.

R₄: Restante de reactivo de ferrocianuro. Destruir con un oxidante fuerte.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm. VE-08
Deshidratación.



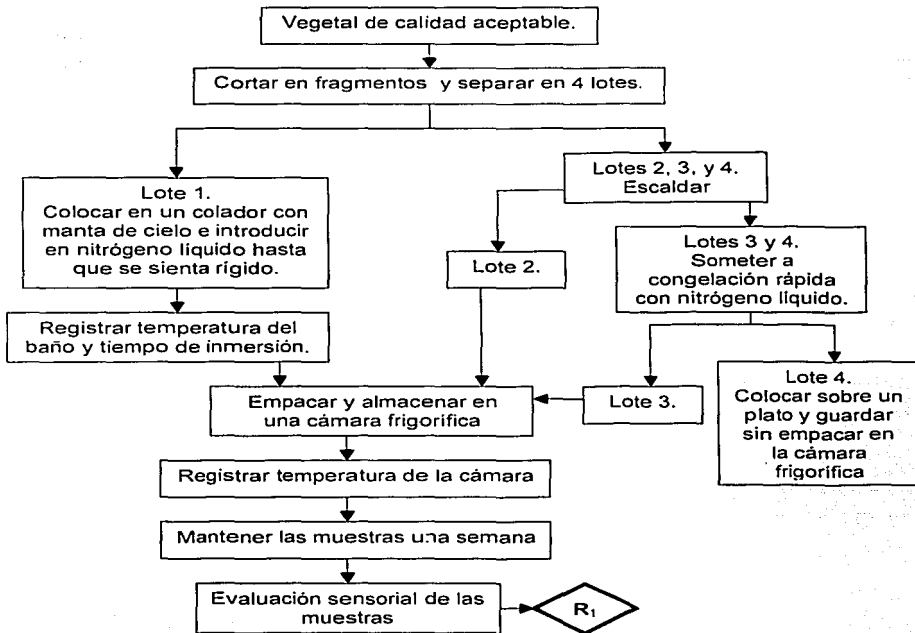
R₁ y R₂: Soluciones. Desechar neutras al drenaje.

R₃: Desechar al drenaje con abundante agua.

R₄: Restos de fruta. Mandar a incineración o preferentemente a composteo.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm. VE-09

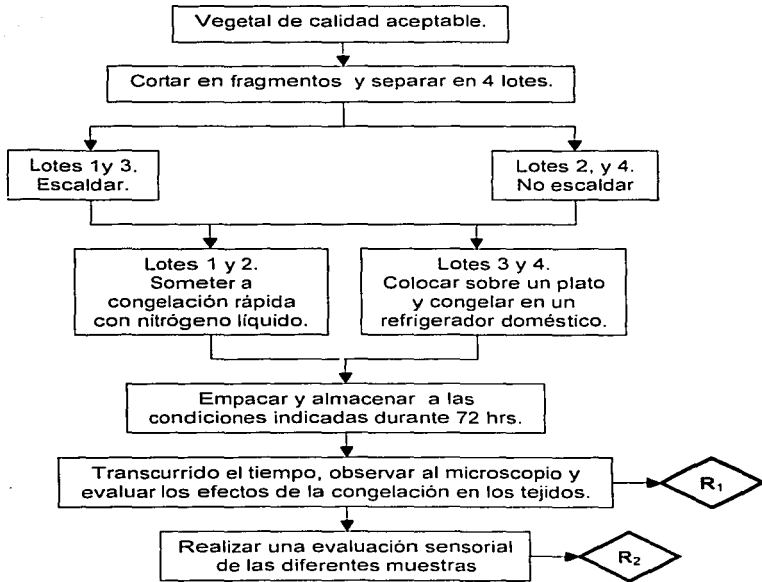
Congelación.



R₁: Restos de fruta. Mandar a incineración o preferentemente a composteo.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm. VE-09/2

Congelación.



R₁ y R₂: Restos de fruta. Mandar a incineración o preferentemente a composteo.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm. VE-10
Oleorresinas.

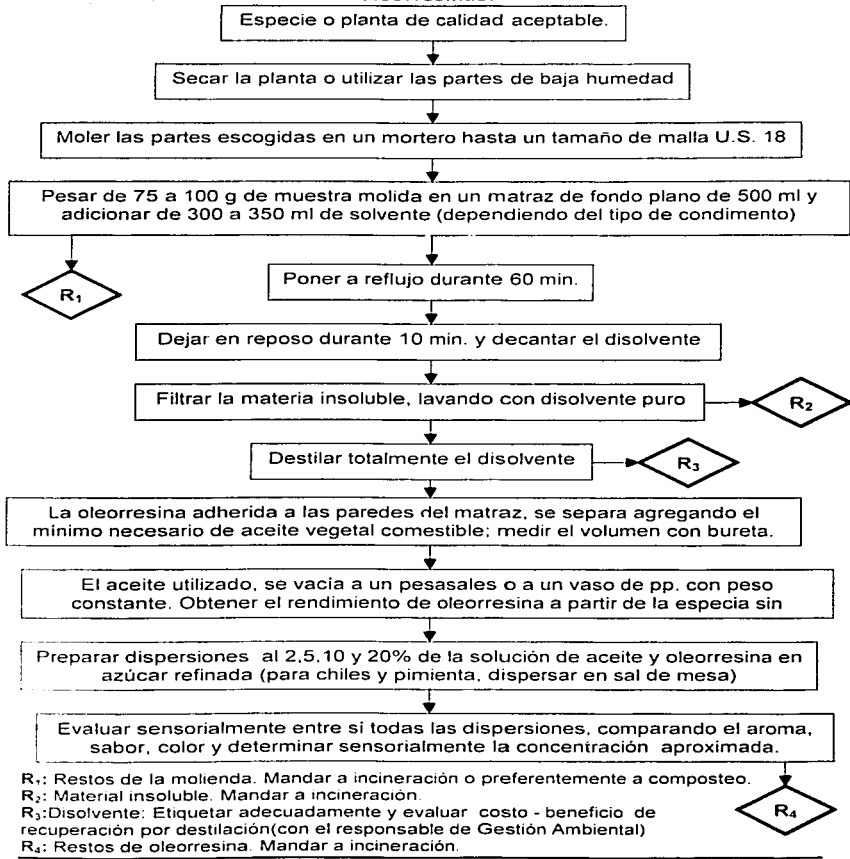


DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm. VE-11

VE-11

Envasado en vidrio con jarabes y salmueras.

Vegetal de calidad aceptable.

Lavar y cortar en cuadros el vegetal

R₁

Separar en 3 lotes.

Lote 1 y 2.
Escaldar.

Lote 3.
No escaldar.

Preparar jarabe a 65°Bx ó
salmuera al 3%.

R₂

Introducir cada lote en un frasco
y cubrir con jarabe o salmuera

Lote 1.
Colocar destapado en baño maría
hasta que el interior alcance una
temperatura de 85°C durante 10 min.

Tapar el frasco perfectamente
y enfriar en dos etapas.

Almacenar por una semana.

Lote 2 y 3.
Tapar el frasco y
almacenar por
una semana.

Observar los
cambios en color
y turbidez.
Reportar.

R₃

R₁ y R₃ Restos de vegetal. Mandar a incineración.

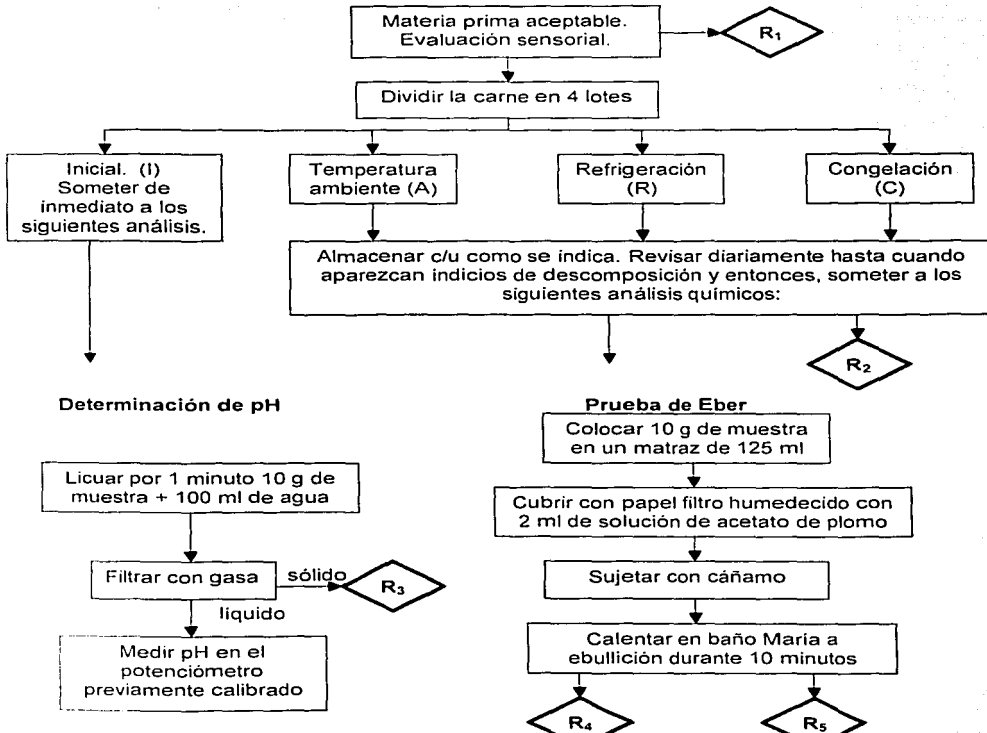
R₂: Resto de jarabe o salmuera. Desechar al drenaje con abundante agua.

Diagramas Ecológicos de Productos Cárnicos

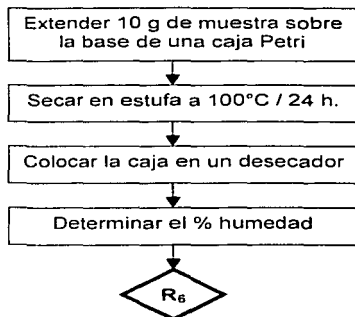
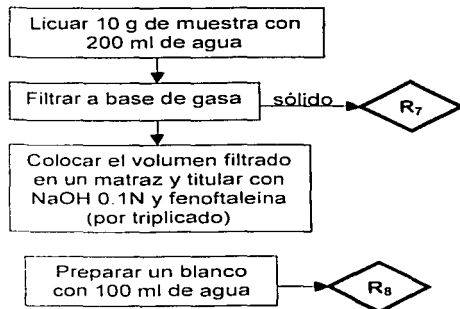
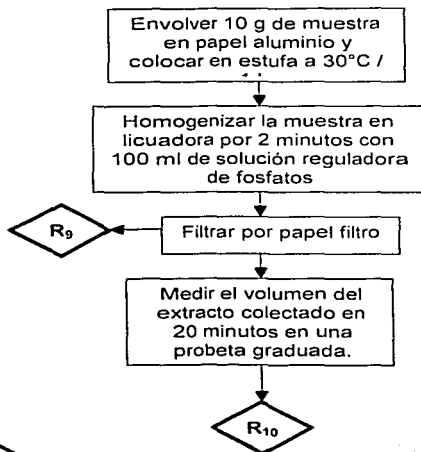
DE No.	Práctica
PC-01-A	Grado de frescura de la carne.
PC-01-B	Determinación de Humedad. Determinación del volumen de extracto liberado.
PC-01-C	Determinación de bases volátiles.
PC-02	Factores que afectan la cohesividad de la carne.
PC-03-A	Evaluación de la capacidad de retención de agua de la carne fresca.
PC-03-B	Determinación de la capacidad de emulsificación de la carne fresca.
PC-04-A	Productos curados madurados y encurtidos. Salami madurado.
PC-04-B	Productos curados madurados y encurtidos. Salami cocido.
PC-04-C	Productos curados madurados y encurtidos. Jamón.
PC-04-D	Productos curados madurados y encurtidos. Jamón serrano.
PC-04-E	Productos curados madurados y encurtidos. Tocino vía seca.
PC-04-F	Productos curados madurados y encurtidos. Tocino vía húmeda.
PC-04-G	Productos curados madurados y encurtidos. Chorizo.
PC-04-H	Productos curados madurados y encurtidos. Longaniza verde.
PC-05-A	Pastas y emulsiones cárnicas. Salchicha.
PC-05-B	Pastas y emulsiones cárnicas. Paté de hígado de cerdo.
PC-05-C	Pastas y emulsiones cárnicas. Mortadela.
PC-05-D	Pastas y emulsiones cárnicas. Pastel de carne o pollo.
PC-M-1	Determinación de nitritos. Método colorimétrico de Griess.
PC-M-1/2	Determinación de nitritos. Método AOAC.
PC-M-2	Determinación de fécula en productos cárnicos.
PC-M-3	Determinación de fosfatos. Método de Misson's.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm. PC-01-A
Grado de frescura de la carne

PC-01-A



R₁, R₂, R₃ y R₄: Restos de carne. Mandar a incineración o preferentemente, a composteo.
 R₅: Solución de acetato de plomo. Precipitar el metal con metasilicato de sodio y enviar a confinamiento.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm. **PC-01-B****Determinación de Humedad****Determinación de acidez****Determinación del Volumen de Extracto Liberado (EVL)**

R₆, R₇ y R₉: Restos de carne. Mandar a incineración o preferentemente a composteo.
 R₈ y R₁₀: Solución. Desechar neutra al drenaje.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm.

PC-01-C

Determinación de Bases Volátiles (BVT)

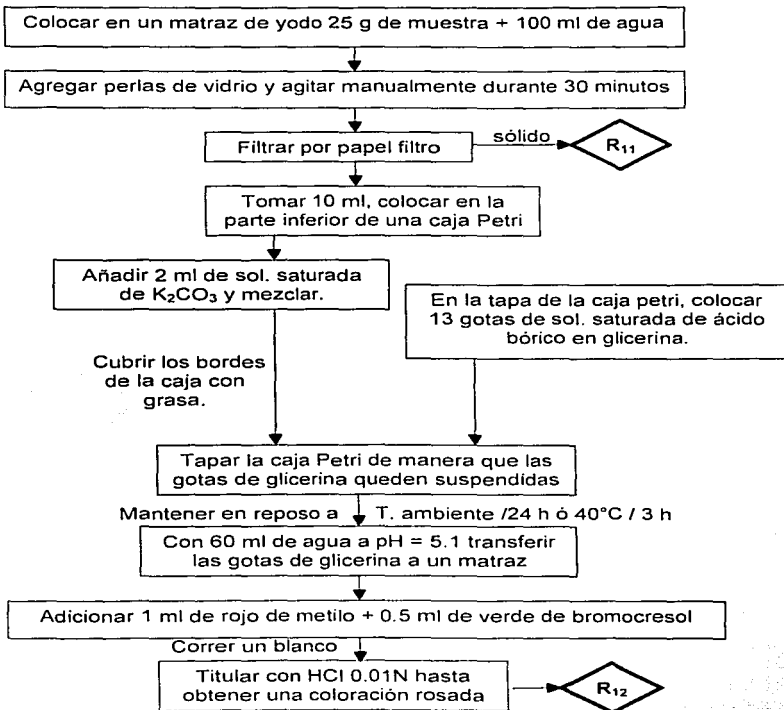
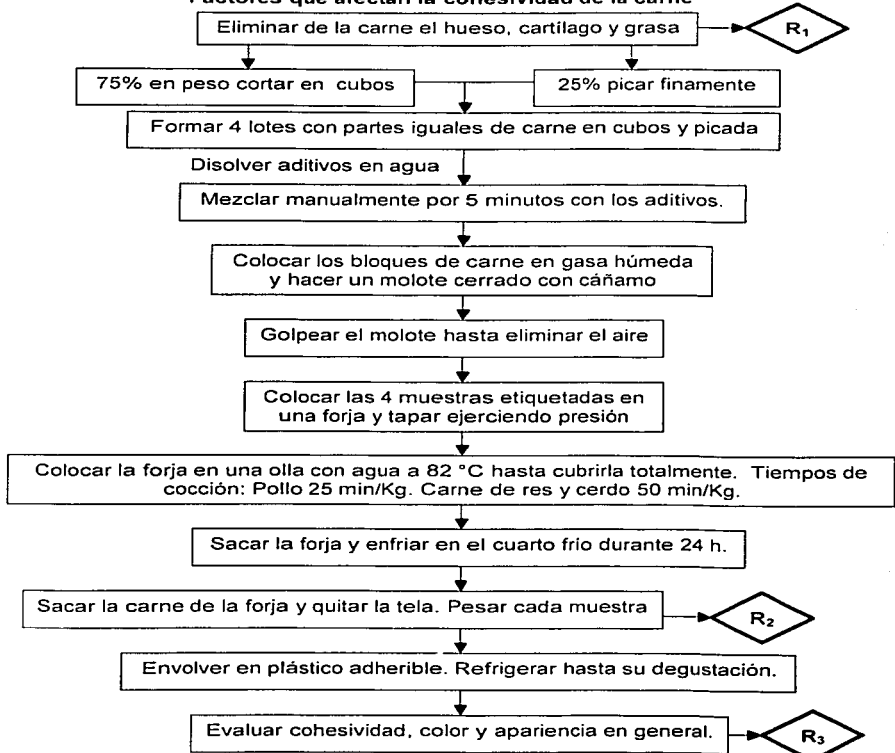
R₁₁: Restos de carne. Mandar a incineración o preferentemente a composteoR₁₂: Solución con colorante. Desechar neutra al drenaje con abundante agua y detergente.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm.

PC-02

Factores que afectan la cohesividad de la carne

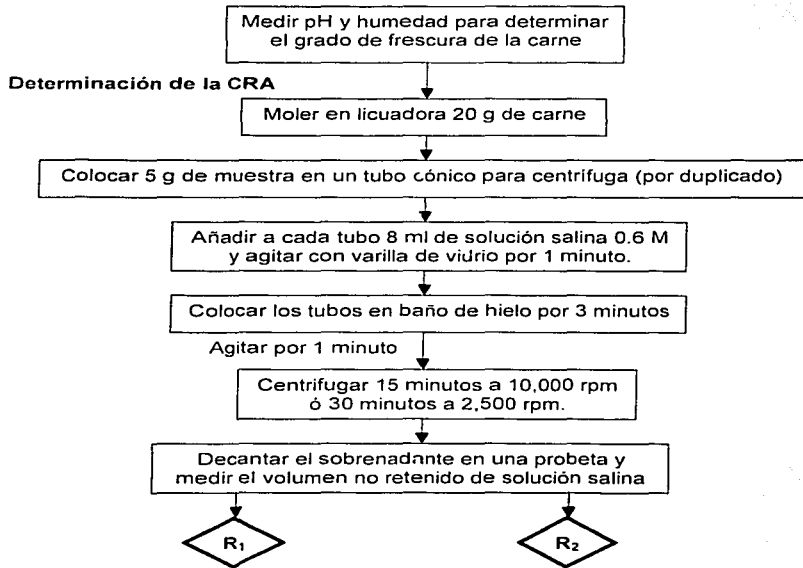


R₁ y R₂: Restos de carne. Mandar a incineración o preferentemente a composteo.
 R₃: Restos de carne. Mandar a incineración o preferentemente a composteo.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm.

PC-03-A

Evaluación de la capacidad de retención de agua (CRA) y de la capacidad de emulsificación (CE) en carne fresca



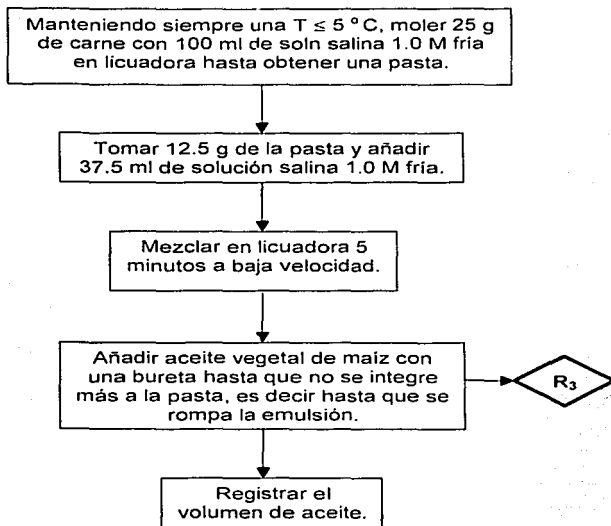
R₁ : Restos de carne. Mandar a incineración o preferentemente a composteo.

R₂ : Solución salina. Desechar al drenaje con abundante agua y detergente.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm.

PC-03-B

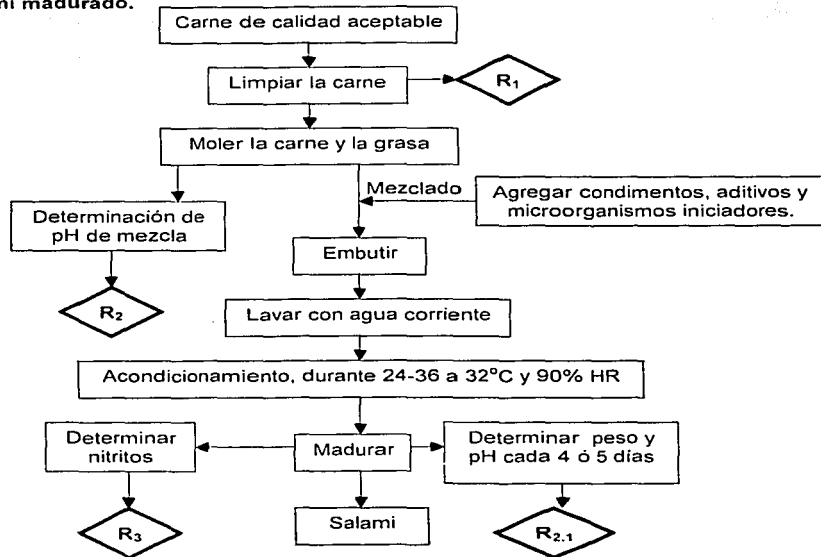
Determinación de la CE



R₃ : Restos de carne. Mandar a incineración o preferentemente a composteo.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm. PC-04-A

Productos curados madurados y encurtidos.
Salami madurado.



R₁: Restos de carne. Enviar a incineración o preferentemente, a composteo.

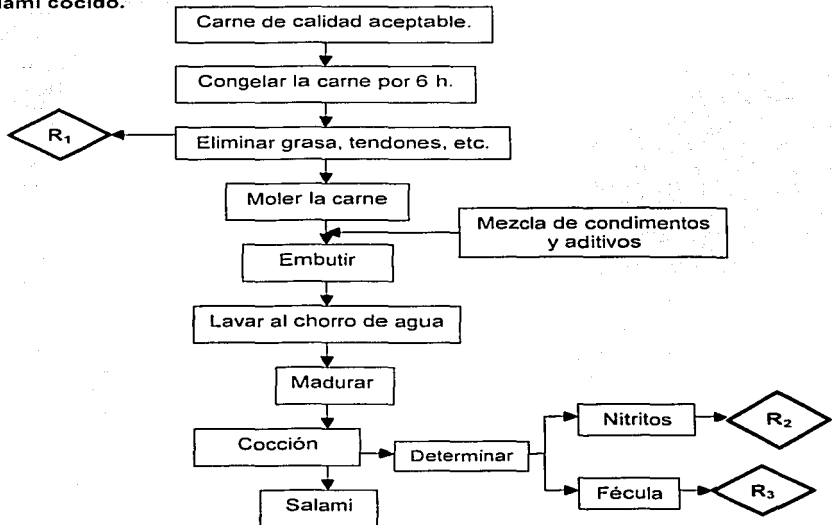
R₂ y R_{2.1}: Solución de determinación. Desechar neutra al drenaje.

R₃: Determinación de nitritos. Tratar como lo indica el diagrama ecológico Núm. PC-M-1 ó PC-M-1/2

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm.

PC-04-B

Salami cocido. Productos curados madurados y encurtidos.



R₁: Restos de carne. Enviar a incineración o preferentemente, a composteo.

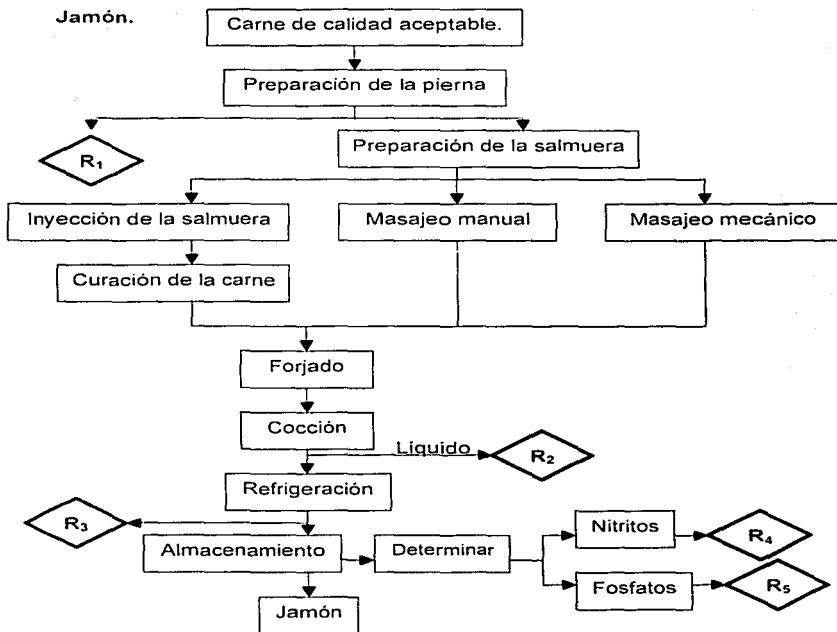
R₂: Determinación de nitritos. Tratar como lo indica el diagrama ecológico Núm. PC-M-1 ó PC-M-1/2

R₃: Determinación de fécula. Tratar como lo indica el diagrama ecológico Núm. PC-M-2

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm.

PC-04-C

Productos curados madurados y encurtidos.



R₁: Restos de carne. Enviar a incineración o preferentemente, a composteo.

R₂: Líquido. Desechar al drenaje con abundante agua.

R₃: Gasa. Tirar a la basura.

R₄: Determinación de nitritos. Tratar como lo indica el diagrama ecológico Núm. PC-M-1 ó PC-M-1/2

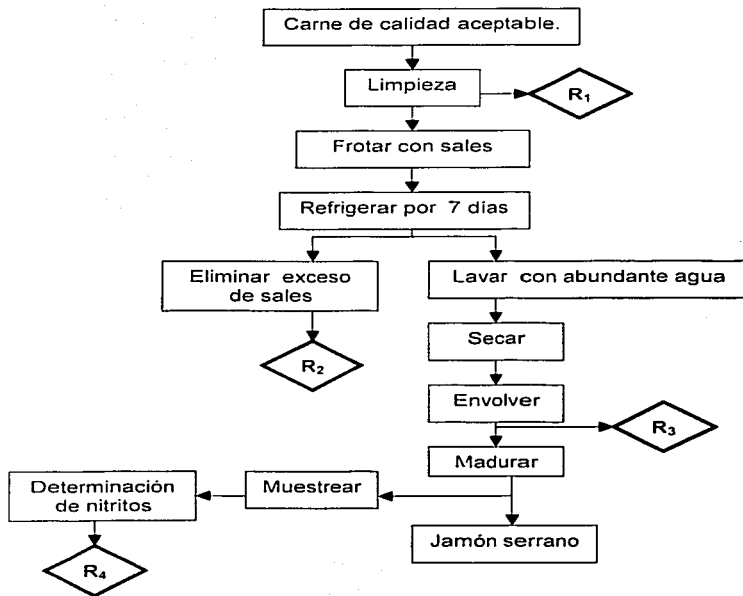
R₅: Determinación de fosfatos. Tratar como lo indica el diagrama ecológico Núm. PC-M-3

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm.

PC-04-D

Productos curados madurados y encurtidos.

Jamón Serrano



R_{1,n}: Restos de carne. Enviar a incineración o preferentemente, a composteo.

R₂: Sales. Disolver y desechar neutro al drenaje con abundante agua.

R₃: Fundas. Enviar a incineración.

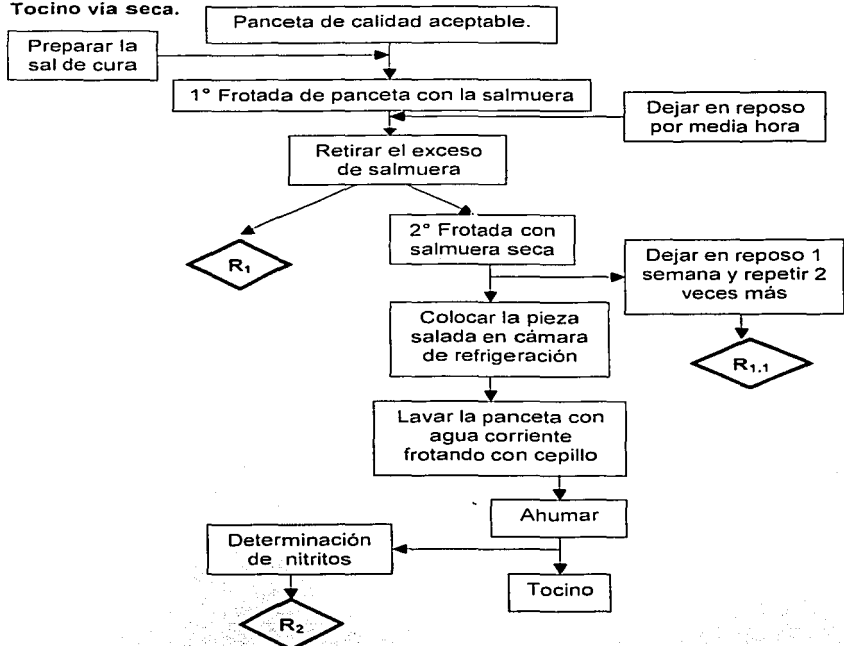
R₄: Determinación de nitritos. Tratar como lo indica el diagrama ecológico Núm. PC-M-1 ó PC-M-1/2

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm.

PC-04-E

Productos curados madurados y encurtidos.

Tocino vía seca.



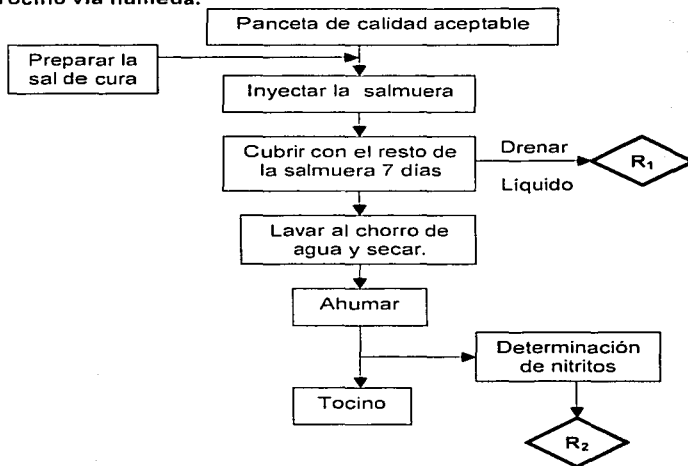
R₁ y R_{1,1}: Resto de salmuera. Desechar con abundante agua al drenaje.

R₂: Determinación de nitritos. Tratar como lo indica el diagrama ecológico Núm. PC-M-1 ó PC-M-1/2.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm. PC-04-F

Productos curados madurados y encurtidos.

Tocino vía húmeda.

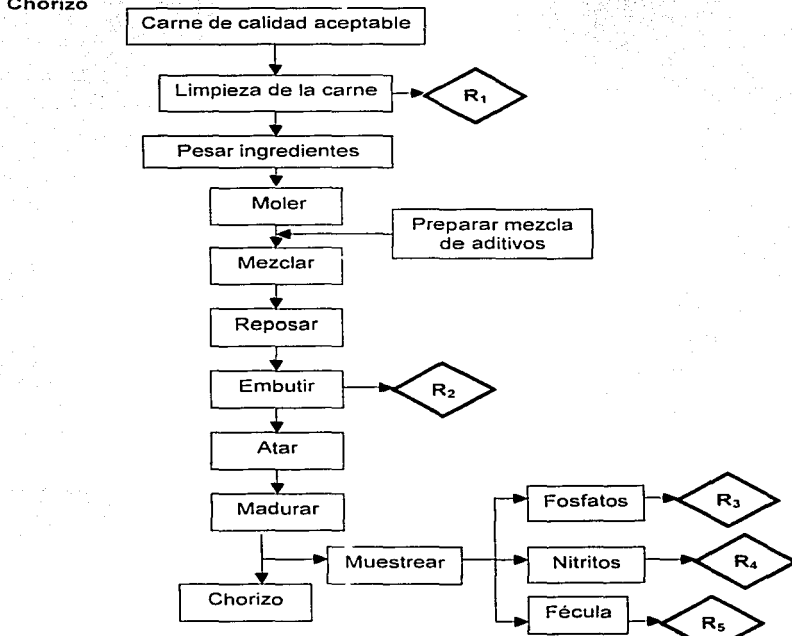


R₁: Restos de salmuera. Desechar con abundante agua al drenaje.

R₂: Determinación de nitritos. Tratar como lo indica el diagrama ecológico Núm. PC-M-1 ó PC-M-1/2.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm. PC-04-G

Chorizo Productos curados madurados y encurtidos.



R₁ y R₂: Restos de carne. Enviar a incineración o preferentemente, a composteo.

R₃: Determinación de fosfatos. Tratar como lo indica el diagrama ecológico Núm. PC-M-3

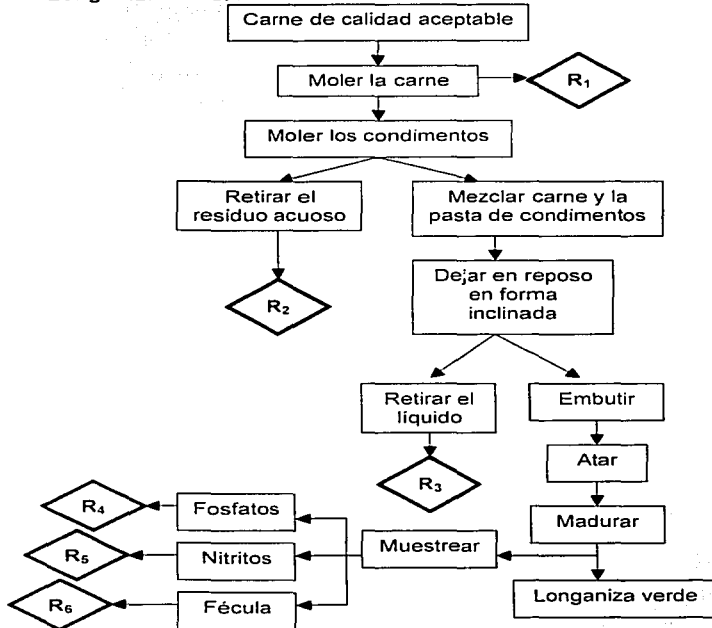
R₄: Determinación de nitritos. Tratar como lo indica el diagrama ecológico Núm. PC-M-1 ó PC-M-1/2.

R₅: Determinación de fécula. Tratar como lo indica el diagrama ecológico Núm. PC-M-2

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm. **PC-04-H**

Productos curados madurados y encurtidos.

Longaniza verde.



R₁: Restos de carne. Enviar a incineración o, preferentemente a composteo.

R₂ y R₃: Líquido. Desechar con abundante agua al drenaje.

R₄: Determinación de fosfatos. Tratar como lo indica el diagrama ecológico Núm. PC-M-3.

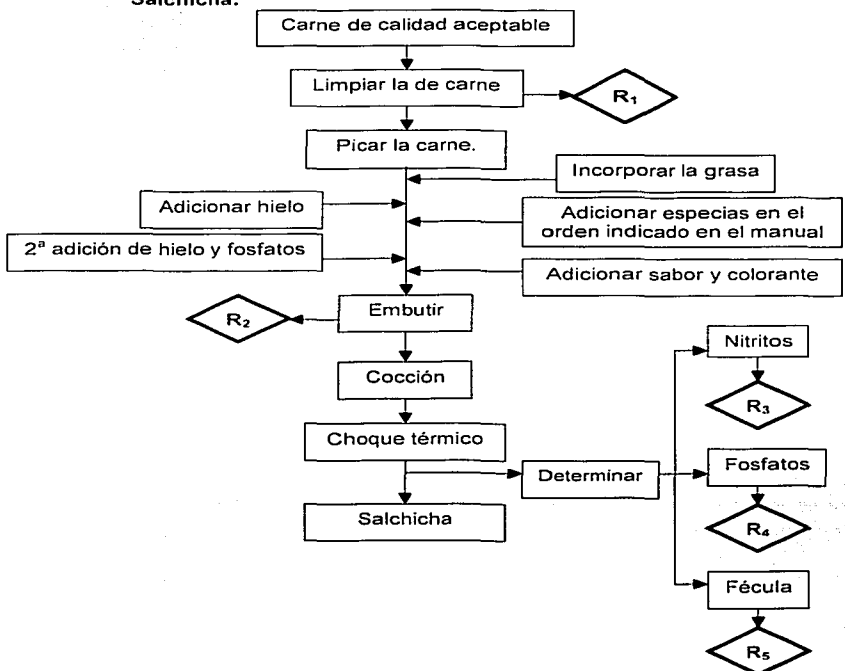
R₅: Determinación de nitritos. Tratar como lo indica el diagrama ecológico Núm. PC-M-1 ó PC-M-1/2.

R₆: Determinación de fécula. Tratar como lo indica el diagrama ecológico Núm. PC-M-2.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm. **PC-05-A**

Pastas y emulsiones cárnicas.

Salchicha.



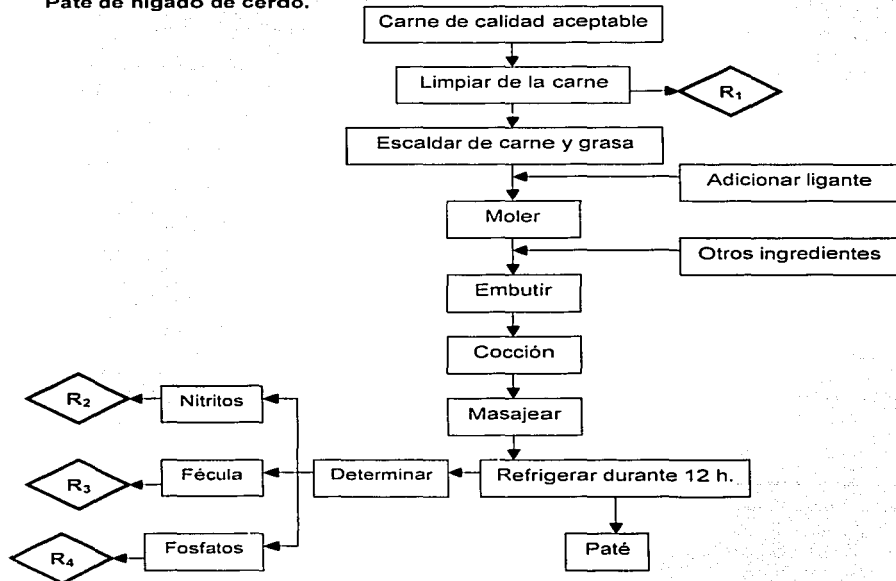
- R₁ y R₂: Restos de carne. Enviar a incineración o, preferentemente a composteo.
- R₃: Determinación de nitritos. Tratar como lo indica el diagrama ecológico Núm. PC-M-1 ó 1/2
- R₄: Determinación de fosfatos. Tratar como lo indica el diagrama ecológico Núm. PC-M-3
- R₅: Determinación de fécula. Tratar como lo indica el diagrama ecológico Núm. PC-M-2

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm.

PC-05-B

Paté de hígado de cerdo.

Pastas y emulsiones cárnicas.



R₁: Restos de carne. Enviar a incineración o, preferentemente a composteo.

R₂: Determinación de nitritos. Tratar como se indica en el diagrama ecológico Núm. PC-M-1 ó 1/2.

R₃: Determinación de fécula. Tratar como se indica en el diagrama ecológico Núm. PC-M-2

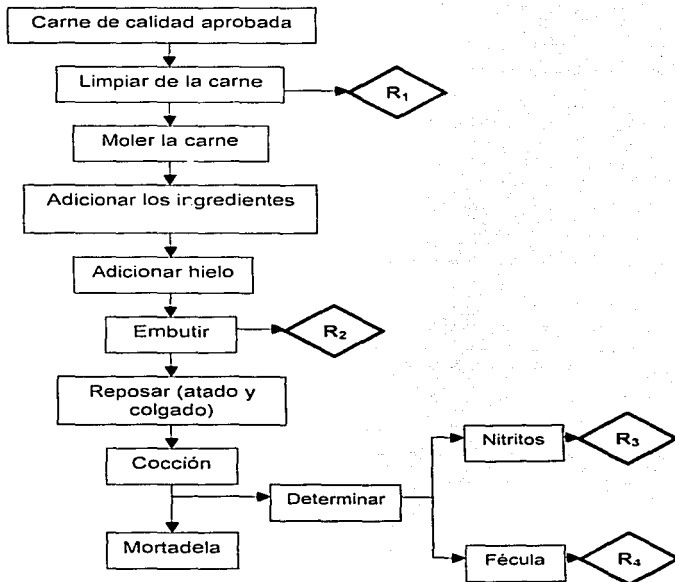
R₄: Determinación de fosfatos. Tratar como se indica en el diagrama ecológico Núm. PC-M-3

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm.

PC-05-C

Pastas y emulsiones cárnicas.

Mortadela.



R₁ y R₂: Restos de carne. Enviar a incineración o preferentemente a composteo.

R₃: Determinación de nitritos. Tratar como lo indica el diagrama ecológico Núm. PC-M-1 ó 1/2.

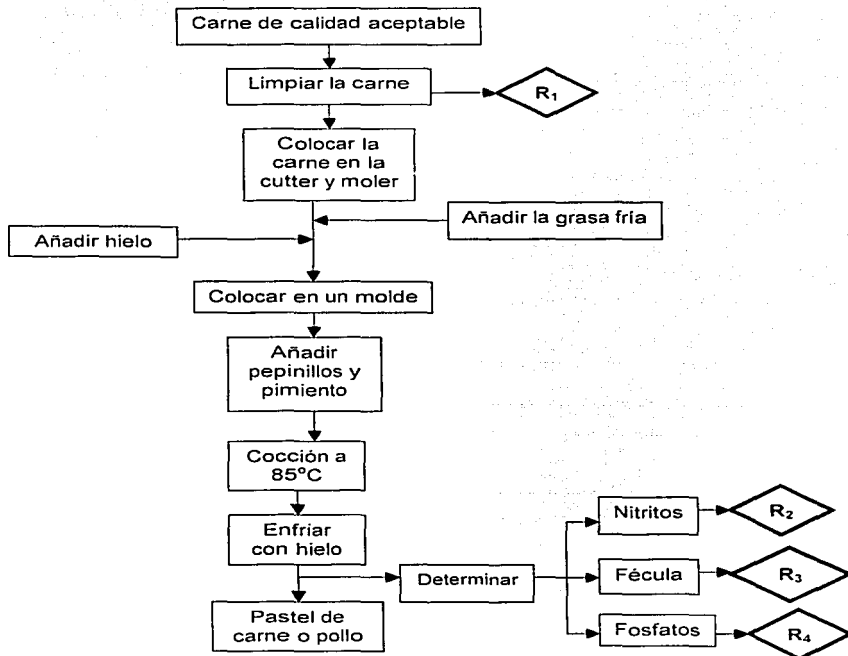
R₄: Determinación de fécula. Tratar como lo indica el diagrama ecológico Núm. PC-M-2

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm.

PC-05-D

Pastas y emulsiones cárnicas.

Pastel de carne o pollo.



R_{1n}: Restos de carne. Enviar a incineración o, preferentemente a composteo.

R₂: Determinación de nitritos. Tratar como lo indica el diagrama ecológico Núm. PC-M-1 ó 1/2

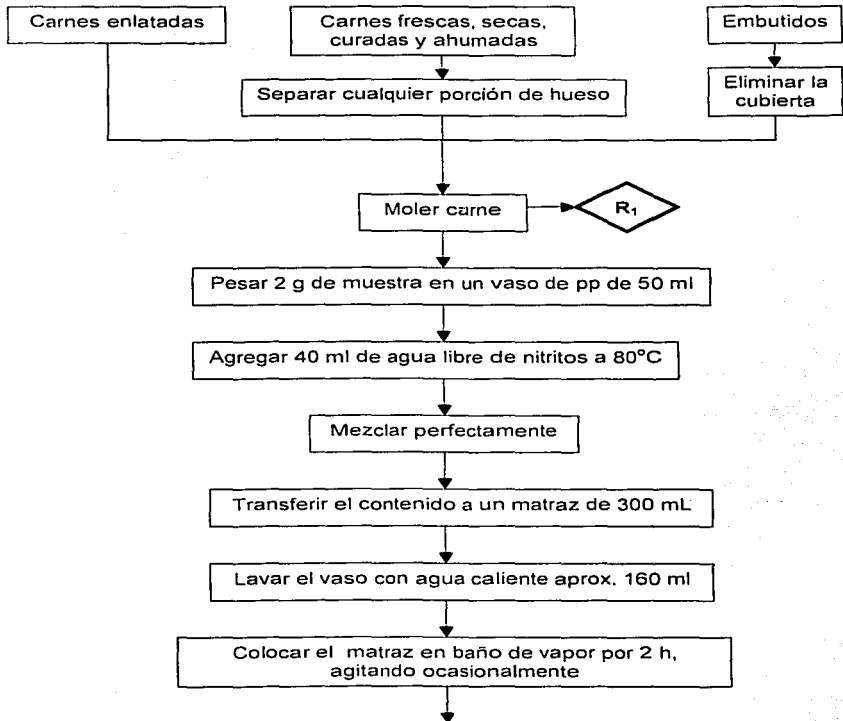
R₃: Determinación de fécula. Tratar como se indica en el diagrama ecológico Núm. PC-M-2.

R₄: Determinación de fosfatos. Tratar como se indica en el diagrama ecológico Núm. PC-M-3.

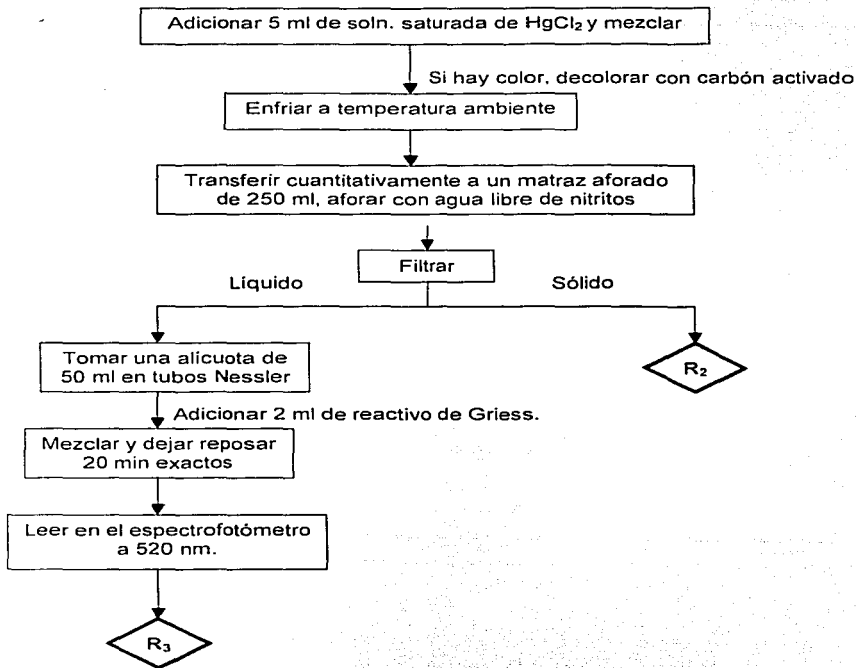
DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm.

PC-M-1

Determinación de nitritos. Método colorimétrico de Griess.
Método No. 13.- Lab. Nacionales de Salud Pública (1989).



Continúa...



R₁: Restos de carne. Mandar a incineración o preferentemente a composteo.

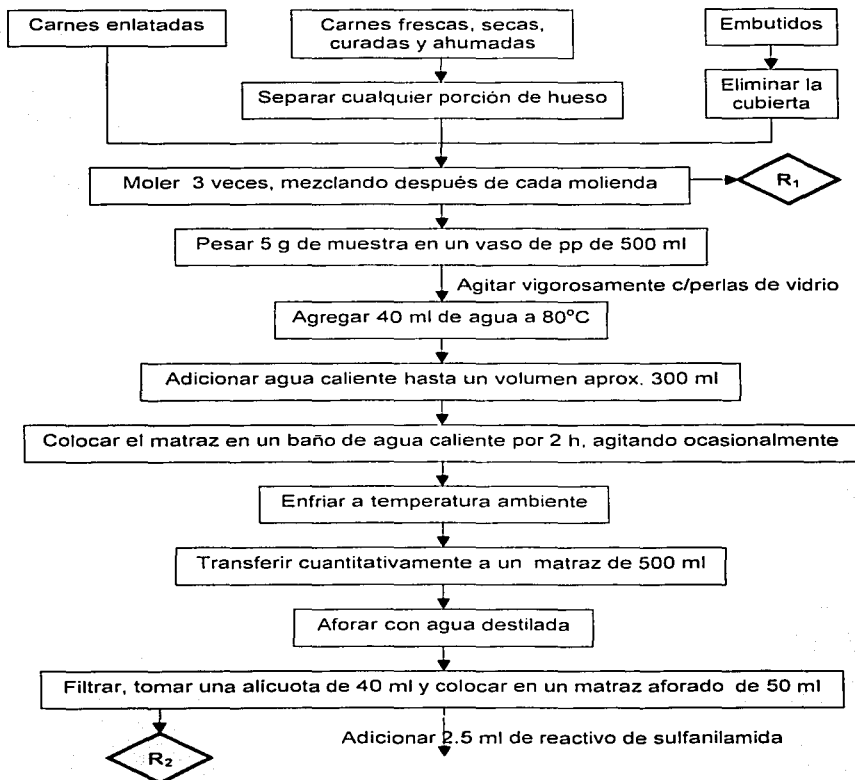
R₂: Sólidos. Mandar a incineración o preferentemente a composteo.

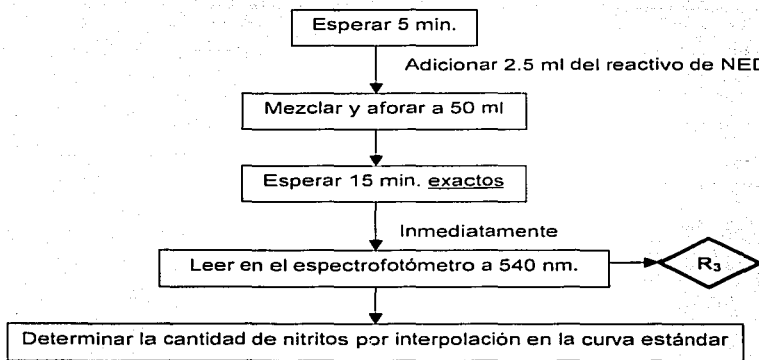
R₃: Líquido de lectura. Adsorber en carbón activado y desechar neutro al drenaje con abundante agua.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm.

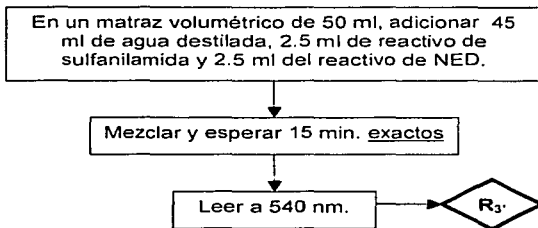
PC-M-1/2

Determinación de nitritos. Método AOAC 973.31





Preparación del blanco

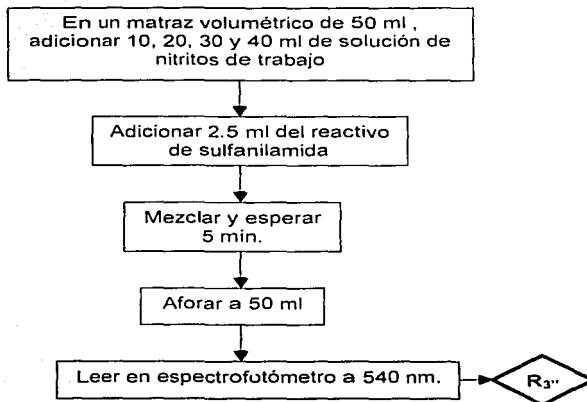


R₁: Restos de carne. Mandar a incineración o preferentemente a composteo

R₂: Sólidos. Mandar a incineración o preferentemente a composteo.

R₃, R₃' : Líquido de lectura. Recolectar, adsorber en carbón activado y desechar neutro al drenaje.

Curva estándar para determinación de nitritos. Método AOAC.



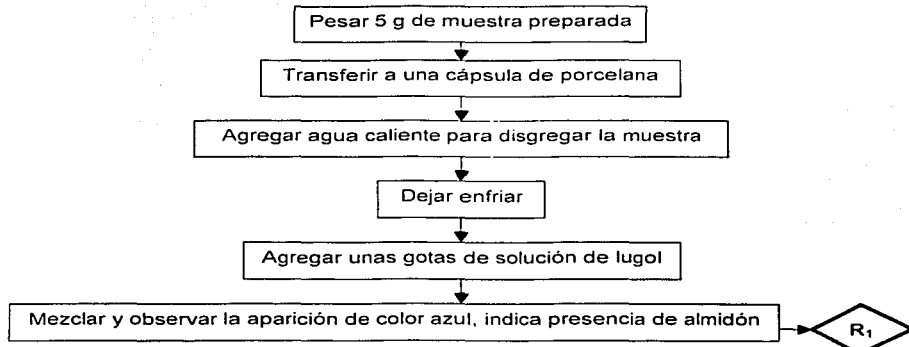
R₃'': Líquido de lectura. Recolectar, adsorber en carbón activado y desechar neutro al drenaje.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm.

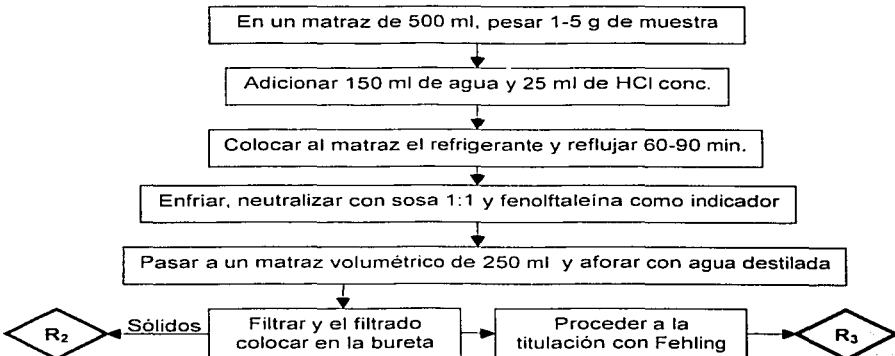
PC-M-2

Determinación de fécula en productos cárnicos.

Prueba cualitativa.



Prueba cuantitativa. (Método de Lane y Eynon)

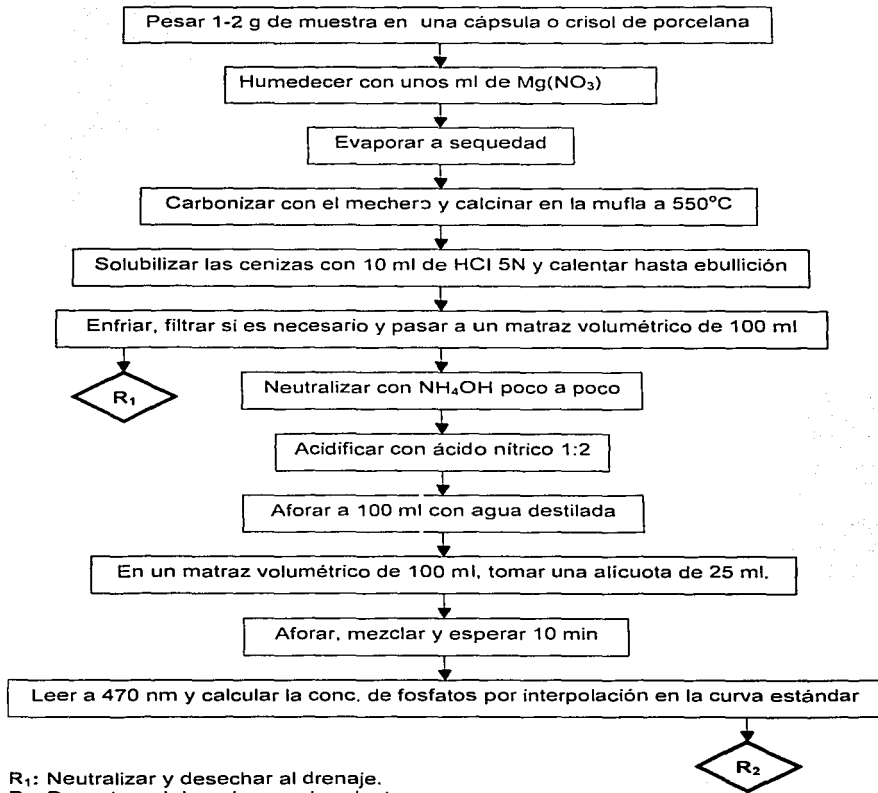


R₁ y R₂: Sólidos. Mandar a incineración.

R₃: Residuo de Fehling. Precipitar el Cu con solución de glucosa en caliente; separar y mandar a confinamiento el precipitado. El líquido neutro se desecha por drenaje.

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm.

PC-M-3

Determinación de fosfatos. Método de Misson's
Método colorimétrico.

Diagramas Ecológicos de Biotecnología.

DE No.	Práctica
BT-01	Evaluación de crecimiento y pureza de cultivos microbianos. Cultivo de <i>Leuconostoc mesenteroides</i> y <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .
BT-02	Efecto de la concentración de la fuente de carbono sobre el crecimiento de <i>Kluyveromyces fragilis</i> .
BT-03	Efecto de la naturaleza de la fuente de carbono sobre el crecimiento de <i>Kluyveromyces fragilis</i> o <i>Escherichia coli</i> .
BT-04	Efecto de la naturaleza de la fuente de carbono sobre la producción de la enzima β -galactosidasa de <i>Kluyveromyces fragilis</i> o <i>Escherichia coli</i> .
BT-M-1	Determinación de la actividad de la enzima β -galactosidasa

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm.

BT - 01

Evaluación de crecimiento y pureza de cultivos microbianos:
Leuconostoc mesenteroides y *Saccharomyces cerevisiae*.

Por grupo

Preparar 50 mL de medio de cultivo líquido, ajustar pH y esterilizar

Inocular el medio con 1 ó 2 mL de cultivo activado

Fermentación:
Incubar a 29°C con agitación de 200 rpm de 6 a 8 h.

Tomar 1.5 mL de muestra cada hora y a partir de 3 h, tomar muestra cada 30 min

R₁

Congelar cada muestra al tomarla

Al finalizar la incubación, descongelar las muestras

Determinar D.O. a 600 nm; si es necesario, hacer diluciones

R₂

Por equipo

Preparar 200 mL de medio de cultivo, de acuerdo con el protocolo y repartir en cajas Petri y refrigerarlas

A las 4 h de fermentación, tomar una asada del cultivo y sembrar en medio sólido por estria, para aislar colonias y determinar la pureza del cultivo

Incubar a 29°C por 24 h

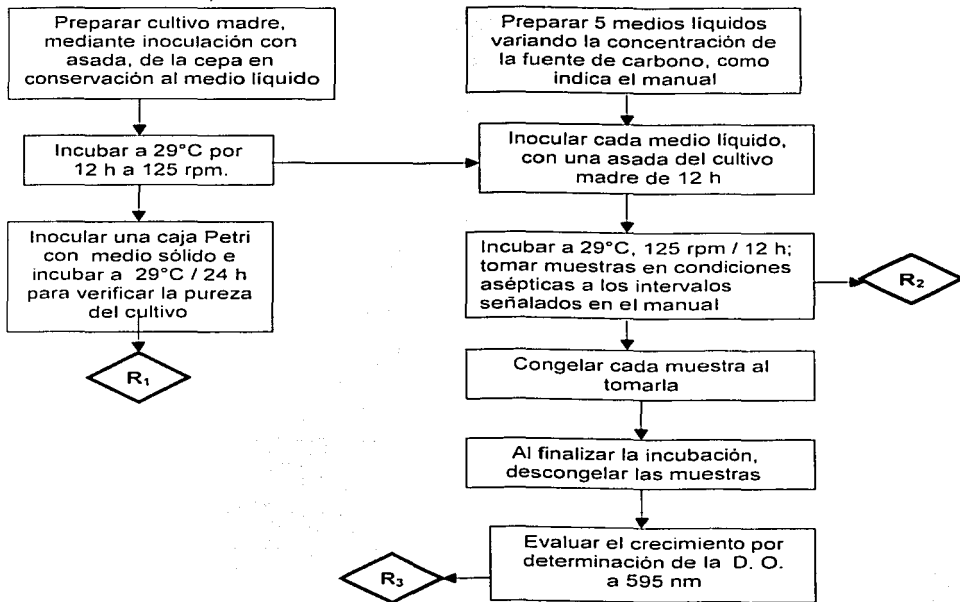
Examinar las características de cultivo del microorganismo y determinar la pureza

R₃R₁, R₂: Colectar en un recipiente de vidrio, esterilizar en autoclave y llevar a incineración de biológico - infecciosos.R₃: Cerrar las cajas con masking tape para que no se abran en el transporte y enviar a incineración de biológico - infecciosos.

Diagrama Ecológico Núm. BT - 2

Efecto de la concentración de la fuente de carbono sobre el crecimiento de *Kluyveromyces fragilis* ó *Escherichia coli*.

Activación de la cepa



R₁, R₂: Se esteriliza el recipiente completo; el residuo esterilizados sólidos y líquidos se envían a incineración de biológico - infecciosos.

R₃: Colectar en un recipiente de vidrio, esterilizar en autoclave y llevar a incineración de biológico - infecciosos.

Diagrama Ecológico Núm.

BT - 03

Efecto de la naturaleza de la fuente de carbono sobre el crecimiento de *Kluyveromyces fragilis* ó *Escherichia coli*.

Reactivación de la cepa

Preparar cultivo madre, mediante inoculación con asada, de la cepa en conservación al medio líquido

Incubar a 29°C y 125 rpm por 12 h

R₁

Preparar 6 medios líquidos, variando la fuente de carbono como indica el manual

Inocular cada medio líquido con una asada del cultivo madre

Incubar a 29°C y 125 rpm por 24 h. Tomar muestras en condiciones asépticas a los intervalos indicados en el manual

R₂

Congelar cada muestra al tomarla

Al finalizar la incubación, descongelar las muestras

R₃

Evaluar el crecimiento por determinación de la D. O. a 595 nm

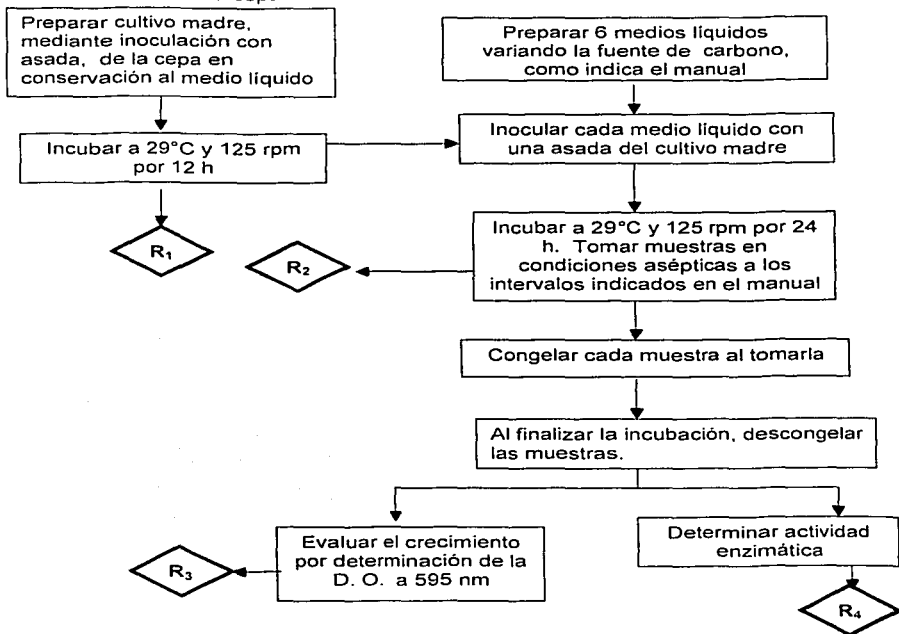
R₁, R₂: Esterilizar el recipiente completo; el residuo esterilizado, sólido o líquido se envía a incineración de biológico - infecciosos.

R₃: Colectar en un recipiente de vidrio, esterilizar en autoclave y llevar a incineración de biológico-infecciosos.

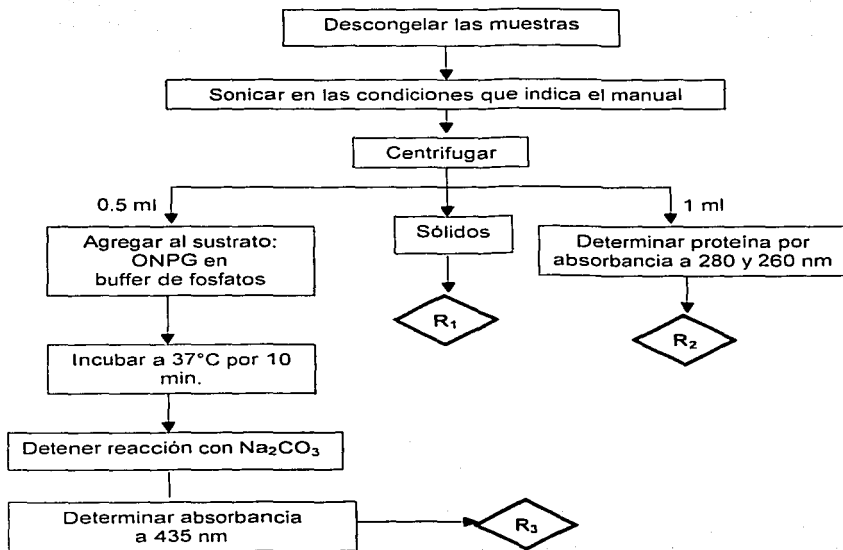
DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm. BT - 04

Efecto de la naturaleza de la fuente de carbono sobre la producción de la enzima β -galactosidasa de *Kluiveromyces fragilis* ó *Escherichia coli*.

Reactivación de la cepa



- R₁, R₂: Esterilizar el recipiente completo; el residuo esterilizado se envía a incineración de biológico - infecciosos.
 R₃: Colectar en un recipiente de vidrio, esterilizar en autoclave y llevar a incineración de biológico - infecciosos.
 R₄: Determinación de actividad enzimática. Tratar como lo indica el DE Núm. BT-M-1

DIAGRAMA ECOLÓGICO Núm. **BT - M - 1**Determinación de actividad de la enzima β -galactosidasa

R₁: Sólidos. Esterilizar el recipiente completo; los sólidos esterilizados se envían a incineración de biológico - infecciosos.

R₂ y R₃: Colectar en un recipiente de vidrio, esterilizar en autoclave y llevar a incineración de biológico-infecciosos.

7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

El primer resultado satisfactorio es que a la fecha se tienen 79 diagramas que permiten a los alumnos de las asignaturas de Productos de Cereales y Leguminosas, Productos Lácteos, Productos Vegetales, Productos Cárnicos y Biotecnología tratar adecuadamente sus residuos, con el consecuente efecto formativo tan importante para los estudiantes.

En general los residuos generados son poco peligrosos y poco contaminantes, debido a que se generan en procesos para la producción de alimentos.

La mayoría de los tratamientos se encontraron en la literatura, pero hubo algunos que se tuvieron que adaptar y probar hasta que dieran resultados satisfactorios. Tal es el caso del residuo de ácido pírico que no se encontró información acerca del tratamiento como residuo, lo que llevó a probar el tratamiento para la destrucción de una solución de ácido pírico en el residuo.

La primera variable que se probó fue el tiempo, se empezó probando el tratamiento a los 7 días, luego a los 12 días y finalmente a los 14 días; la cantidad de estaño que se utilizó no varió, lo que se probó fue la forma en la que se encontraba el estaño; probamos estaño granular y en polvo, lo que llevó a concluir que es mejor adicionar estaño en forma de polvo debido a que hay mayor superficie de contacto.

El mayor inconveniente de este tratamiento, es que el tiempo es demasiado largo (14 días) considerando que lo van a realizar los estudiantes.

Para el residuo de Fehling, hubo que probar diferentes sustancias que nos ayudara a precipitar el metal que nos interesaba eliminar.

En primer lugar se probó la precipitación con hidróxido de sodio (NaOH), con el conocimiento de que el cobre (Cu) no es soluble a pH alcalino, sólo que la solución de Fehling contiene tartrato de sodio que funciona como quelante, es decir, forma un complejo con el Cu que no permite que se precipite fácilmente de la solución.

El sulfuro de sodio (Na₂S) fue otra sustancia que se probó para precipitar el Cu, este tratamiento tuvo el inconveniente que genera como subproducto ácido sulfhídrico (H₂S), que es una sustancia tóxica, además que el Na₂S tiene un fuerte y desagradable olor, por lo que se descartó este tratamiento para que se realizara por los estudiantes.

La sustancia que se eligió fue la sacarosa, que es precisamente el analito para el cual se utiliza ese reactivo. Se vio que no genera subproductos dañinos para el ambiente ni para el ser humano. La temperatura alta a la que se lleva a cabo el tratamiento ayuda a que el complejo formado por el tartrato y el Cu se disocie, favoreciendo así la precipitación del Cu.

Por otra parte, el residuo generado en la determinación de peróxido de hidrógeno en leche, fue otro que es muy importante tratarlo adecuadamente por su toxicidad. El tratamiento consiste en una precipitación del vanadio (Va) con hidróxido de amonio, controlando la temperatura de la reacción.

Hubo otros residuos que aunque el tratamiento fue la neutralización, era importante señalar y recalcar algunos pasos por seguridad de los mismos estudiantes al momento de realizar el tratamiento, por ejemplo el residuo generado en la práctica de Nixtamalización, nejayote, que es una solución altamente alcalina o el residuo generado en la determinación de grasa por el método de Gerber que es muy ácido, este tipo de neutralización requieren de mucho cuidado por la reacción exotérmica que se lleva a cabo.

La mayor parte de los residuos generados en las asignaturas del Departamento de Alimentos y Biotecnología son: sólidos, restos de fruta, restos de carne, cáscaras; que es importante disponerlos adecuadamente, aunque no son peligrosos ni directamente contaminantes pueden provocar muchos problemas al ambiente, debido a son una fuente rica de nutrientes para la fauna nociva o para microorganismos no deseados.

Los resultados obtenidos, a partir de que se tienen completos los diagramas de las asignaturas de Productos Lácteos y Productos de Cereales y Leguminosas, son muy satisfactorios y eso se refleja en los volúmenes y cantidades de residuos tratados en cada semestre y cuantitativamente en datos como los del cobre, vanadio y ácido pícrico enviados a alguna forma de disposición final, que evita que queden contaminando el ambiente.

En algunos semestres, el número de alumnos es menor en los grupos, por lo que la cantidad de residuos es menor.

Es importante hacer ver a los profesores y alumnos, que por pequeño o inofensivo que parezca el residuo, los alumnos están en una etapa de formación, por lo que hay que aprovecharla para generar la cultura del cuidado del medio ambiente.

Esto nos llevará a concientizar a los alumnos, que muy pronto estarán laborando en la industria, sobre la importancia que tienen el cuidado y la conservación del ambiente, echando mano de los conocimientos adquiridos en su formación como químicos.

Algunas veces es necesario hacer una evaluación costo-beneficio, para justificar el tratamiento, por ejemplo en la recuperación de algún metal como la plata, ya que en este tipo de residuos la cantidad del metal puede ser tan pequeña que no valga la pena hacer el tratamiento para recuperarlo; en estos casos se adsorbe el

metal en carbón activado y se manda a confinamiento con todo y metal. En ocasiones, cuando el volumen es muy grande o cuando se puede juntar con un residuo semejante de otro departamento, si se hace la recuperación del metal, pero este trabajo no lo hacen los estudiantes; como todos los tratamientos especializados, se lleva a cabo con el apoyo de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) de la Facultad de Química.

Los diagramas ecológicos utilizados pueden servir también para orientar a los maestros de cada asignatura para seleccionar el método para alguna determinación; por ejemplo, la cuantificación de azúcares se puede hacer por el método de Fehling o por el método colorimétrico utilizando DNS, otro caso es la determinación de lactosa que puede hacerse por el método del ácido pícrico o por el método de HPLC. La diferencia puede estar en los reactivos utilizados y sus características CRETIB, en la precisión, la disponibilidad de material y en los residuos generados; considerando todos estos puntos se puede tomar la decisión de hacerlo por un método o por otro.

En el desarrollo de este trabajo hubo varios aspectos que provocaron que de una u otra forma se retrasara, uno de ellos fue que los protocolos de las asignaturas eran diferentes en los dos grupos o que se estaban cambiando las prácticas como en el caso de Biotecnología, lo que se hizo fue tomar el manual de prácticas en las asignaturas que tuvieran, a partir de este material se elaboraron los DE, si uno de los grupos no lo seguía o tenía algunos cambios, se le pidieron esos cambios, correcciones, observaciones o protocolos si la práctica era diferente.

Por otra parte, para las asignaturas que no cuentan con manual de prácticas se pidió a los profesores los protocolos de los dos grupos de cada asignatura y se hicieron para los DE para ambos grupos.

La revisión de los DE y de los tratamientos fue hecha primero por la responsable del tratamiento de residuos del Departamento de Alimentos y Biotecnología, luego

por la jefa de la Unidad de Gestión Ambiental de la Facultad de Química y por último, por los profesores de cada asignatura.

Es necesario que se esté actualizando continuamente este trabajo, por las modificaciones que puedan ocurrir, desde procedimientos hasta cambios en el plan de estudios de la licenciatura de Química de Alimentos, que afecte a las asignaturas estudiadas en este trabajo.

El desarrollo de nuevas tecnologías, también provocará cambios hacia este trabajo. En el caso de los residuos sólidos en los que el tratamiento conveniente es la incineración, también se estuvo viendo la posibilidad de mandar todos estos sólidos a composta que es un tratamiento biológico, que aún no se tiene bien estudiado y ni con la infraestructura para este tipo de tratamientos.

8. CONCLUSIONES.

A partir de la metodología aplicada, se logró identificar cada uno de los residuos generados en los experimentos realizados en cada asignatura tecnológica que se imparten en el Departamento de Alimentos y Biotecnología.

Se diseñaron los tratamientos más adecuados para cada residuo identificado, tomando en cuenta que los mismos alumnos realizan dichos tratamientos, por lo que se buscó que fueran lo más prácticos posibles. Se tomaron en cuenta los reactivos con que se cuenta en el laboratorio y el costo del tratamiento.

Se probó cada uno de los tratamientos en el volumen real que se generan con el fin de asegurarse que los resultados fueran satisfactorios, controlando el procedimiento y el producto final, analizando los resultados por medio de absorción atómica en caso de ser algún metal pesado, por cromatografía o alguna otra prueba adecuada para el o los contaminante(s) en tratamiento.

Se elaboraron los Diagramas Ecológicos, integrándolos a los 5 manuales respectivos; este material fue puesto a disposición de todos los profesores de prácticas de las asignaturas tecnológicas y se exhibe permanentemente en los laboratorios donde se imparten estas asignaturas, para que los estudiantes siempre puedan consultarlos. Además se ha propuesto a los profesores que los diagramas ecológicos (DE) se incorporen directamente a los manuales de prácticas de cada asignatura, propuesta que ya se hizo realidad en la asignatura de Productos de Cereales y Leguminosas. Los profesores de las asignaturas de Productos Lácteos y Productos Vegetales están revisando su material didáctico, que incluirán en la próxima edición de los manuales, incluyendo los DE en cada práctica.

Es muy importante que cada asignatura tenga su propio manual de prácticas y que este contenga los DE correspondientes, para así, poder aplicar al máximo los tratamientos diseñados para cada experimento.

El cambio en algún procedimiento o método para realizar alguna práctica, experimento o hasta el cambio de alguna asignatura, provocará que este trabajo quede en parte obsoleto, por lo que es importante seguir trabajando y no olvidar actualizar este trabajo. Así mismo, el desarrollo de nuevas tecnologías para el tratamiento de residuos es muy importante y esto provocará algún cambio en los tratamientos propuestos en este momento.

La actualización de este trabajo será realizada por el equipo de trabajo preocupado por el cuidado del medio ambiente del Departamento de Alimentos y Biotecnología.

Este tipo de trabajo contribuye a la formación de los estudiantes en el aspecto del cuidado del ambiente; dada la importancia que éste tiene para la vida y para la actividad profesional del Químico de Alimentos. Es muy importante que la cultura ecológica sea una característica distintiva de los egresados y que les permita incidir de manera efectiva y constante en la conservación de los ecosistemas.

El esfuerzo por el cuidado del medio ambiente es constante y este trabajo es parte importante en el proceso, que es continuo y eterno.

Hoy en día, es muy importante que cada uno de nosotros nos preocupemos por el cuidado del medio ambiente, ya que es el lugar donde habitamos los seres vivos y a partir de él obtenemos nuestra fuente de energía y si no la cuidamos llegará algún día en que ni los procesos más sofisticados podrán otorgarnos alimentos de calidad.

10. BIBLIOGRAFÍA.

1. Cortinas de N., C. y G. C. Mosler. 2002. Gestión de Residuos Peligrosos. Programa Universitario del Medio Ambiente (PUMA). UNAM. México D. F.
2. Goyer R. A., C. D. Klaassen and M. P. Waalkes. 1995. Metal Toxicology I. National Academic Press. USA.
3. <http://infonew.sigma-aldrich.com>
4. Lunn G. and E. B. Sansone. 1990. Destruction of Hazardous Chemicals in the Laboratory. Editorial A Wiley – Interscience. John. Wiley and Sons. Inc. USA.
5. Mayo, D. W., R. M. Pine and S. S. Butcher. 1996. Microscale Organic Laboratory. John Wiley & Sons, New York. N. Y.
6. National Academic Press, 1983. Prudent Practices for Disposal of Chemicals from Laboratory. , Washington, D. C., USA.
7. National Academy Press, 1983. Prudent Practices for Handling Hazardous Chemicals in Laboratories., Washington, D. C., EUA.
8. Nieto V. Z. y M. E. Cañizo S. 1999. Laboratorio de productos lácteos. Prácticas de laboratorio. Departamento de Alimentos y Biotecnología. Facultad de Química. UNAM. México, D. F.
9. Ortiz, M. F. 1987. Manejo de los desechos industriales peligrosos en México. Universo veintiuno. México.
10. Pitt, M. J. and E. Pitt. 1987. Handbook of Laboratory. Waste Disposal, Ed. John Wiley & Sons, New York, N. Y.
11. Secretaría de Desarrollo Social. 1993. NOM-052-ECOL-1993. Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2 de julio de 1993. México.
12. Secretaría de Desarrollo Social. 1996. NOM-002-ECOL-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. Publicada en le Diario Oficial de la Federación el 3 de junio de 1998. México D. F.
13. Secretaría de desarrollo urbano y ecología. 1984. Curso sobre manejo, tratamiento y disposición final de residuos sólidos industriales. Subsecretaría

de ecología. Dirección general de prevención y control de la contaminación ambiental, México.

14. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), 1988. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988. México D. F.
15. Shriner, R. L., R. C. Fuson, D. Y. Curtin and T. C. Morrill, T. C. 1980. The Systematic Identification of Organic Compounds. A Laboratory Manual, pp. 78-80. 6th edition. John Wiley & Sons, New York, N. Y.
16. Velázquez M. O., E. Santos S., e I. C. Gavián G. 2000. Nuevo enfoque para la enseñanza experimental limpia en el Departamento de Alimentos. Departamento de Alimentos y Biotecnología y Unidad de Gestión Ambiental. Facultad de Química. UNAM. México, D. F.