

CAPITULO I

- Resumen
- Informe final de los estudios sobre el Aprovechamiento de Residuos Agroforestales y la Industrialización de Hortalizas

1er INDICE

(no está incluido)

Nota: incluye pág. con título después de cartulina

Número de Páginas

CAPITULO I

- RESUMEN

~~17~~ 18

- Informe final de los estudios sobre el Aprovechamiento de Residuos Agroforestales y la Industrialización de Hortalizas

ESTUDIO DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS AGROFORESTALES

✓ **CAPITULO II**

- Residuos de Granjas Avícolas

~~8~~ 9

- Residuos de Granjas Porcinas

~~7~~ 8

- Selección de Tecnologías

22 22

- Cartilla Tecnologías para el Aprovechamiento de Residuos de Granjas Avícolas y Porcinas

~~26~~ 27

66

CAPITULO III

- Residuos de Mataderos

~~46~~ 47

- Cartilla: Aprovechamiento de la Sangre

15 16

- Cartilla: Aprovechamiento del Páncreas, Hígados y Pulmones

3 4

- Cartilla: Aprovechamiento de las Astas y Pezuñas de Bovinos

2 3

- Cartilla: Aprovechamiento de los Canales Decomisados

2 3

73

CAPITULO IV

- Residuos de la Industria Avícola

~~4~~ 5

CAPITULO V

- Residuos de la industria Pesquera y Tecnologías para su Utilización

~~21~~ 22

✓ **CAPITULO VI**

- Residuos de la Producción de Cereales y Leguminosas y Tecnologías para su Utilización

~~20~~ 21

✓ **CAPITULO VII**

- Residuos de la Industria del Azúcar

~~10~~ 11

✓ **CAPITULO VIII**

- Residuos de la Producción Frutícola y Tecnologías para su Utilización

~~9~~ 10

✓ **CAPITULO IX**

- Residuos de la Producción Vinícola

~~36~~ 37

(263)

| | | |
|--|--|--|
| - | Cartilla: Industrialización de Sub Productos de la Industria Vinícola | 22 23 |
| ✓ CAPITULO X | | |
| - | Residuos Forestales y Tecnologías para su Utilización | 60 63 |
| ✓ CAPITULO XI | | |
| - | Residuos de la Industria de Alimentos | |
| - | Industria de Jugos Concentrados | 8 9 |
| - | Industria de Cecinas | 14 15 |
| - | Industria de Encurtidos y Condimentos | 7 8 |
| - | Industria Aceitera | 5 6 |
| - | Congelación de Productos Hortofrutícolas | 10 11 |
| - | Producción de Café Soluble | 4 5 |
| - | Industria Deshidratadora de Frutas y Hortalizas | 6 7 |
| - | Residuos de la Producción de Platos Preparados en Conserva | 3 3 |
| - | Residuos de la Industria Conservera | 4 6 |
| | | <hr style="width: 50%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/> 70 |
| ✓ CAPITULO XII | | |
| - | Aprovechamiento de Residuos de la Industria Lechera | 17 19 |
| CAPITULO XIII | | |
| - | Tecnología General para el Aprovechamiento a Nivel Casero de Excedentes de Producción de Hortalizas | |
| - | Cartillas de Tecnología específica de: Aji, Ajo, Alcachofa, Arveja Verde, Betarraga, Cebolla, Coliflor, Choclo, Espárragos, Melón, Pimentón, Poroto Verde, Repollo, Tomate, Zana - horia, Zapallo. | 14 15 |
| | | 36 37 |
| | | <hr style="width: 50%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/> 52 |
| CAPITULO XIV | | |
| - | Plantas Acuáticas | 17 18 |
| <u>ESTUDIO DE INDUSTRIALIZACION DE HORTALIZAS</u> | | |
| CAPITULO XV | | |
| - | Procesamiento de Hortalizas por Deshidratación | 47 48 |
| - | Cartilla: Procesamiento de Hortalizas por Deshidratación | 27 28 |
| | | <hr style="width: 50%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/> 76 |
| CAPITULO XVI | | |
| - | Cartilla de Industrialización de Hortalizas: Conservas de Hortalizas por Esterilización Térmica | 11 12 |

Número de Páginas

CAPITULO XVII

- Cartilla de Industrialización de Hortalizas: Procesamiento de Hortalizas por Congelación 17 18

CAPITULO XVIII

- Industrialización de Hortalizas: Fabricación de Encurtidos 26 27
- Cartilla de Industrialización de Hortalizas a Nivel Industrial. Fabricación de Encurtidos 24 25
52

CAPITULO XIX

- Oleoresinas y Aceites Esenciales 19 20
- Cartilla: Producción de Aceite Esenciales 15 16
36

CAPITULO XX

- Cartilla de Industrialización de Hortalizas. Hortalizas Pre Preparadas y Pre Fritura 5 6
(112)

TOTAL : 708 págs.

(sin incluir 1er índice)

RESUMEN



ESTUDIOS SOBRE EL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS AGROFORESTALES

Y LA INDUSTRIALIZACION DE HORTALIZAS

Estos estudios fueron realizados conjuntamente por FUNDACION CHILE e INTEC-CHILE con un aporte financiero proveniente del Fondo de Investigaciones Agropecuarias (FIA), Ministerio de Agricultura.

Los objetivos fueron los siguientes:

- Identificar y cuantificar los residuos de la producción e industrialización primaria, agropecuaria y forestal.
- Describir las tecnologías aplicables en el país para la utilización de estos residuos.
- Describir los principales sistemas de procesamiento de hortalizas a nivel industrial que se pueden aplicar en el país.
- Los principales resultados de este estudio que se realizó durante 1983, se resumen a continuación:

Una variedad de tecnologías fueron analizadas y descritas para permitir la utilización de los residuos de la producción de los siguientes sub-sectores o industrias: avícola, porcina, mataderos, cereales y leguminosas, pesquera, vinícola, azucarera, frutícola, láctea, forestal, excedentes de hortalizas, industrias varias de alimentos y plantas acuáticas.

Los residuos totales que se producen anualmente en estas industrias en el país ascienden a más de 6 millones de toneladas. Con la aplicación de estas tecnologías, una parte de estos residuos podrían utilizarse como materias primas para la producción de energía, alimentos para consumo humano y animal, fertilizantes y productos químicos.

Se describió además el procesamiento de hortalizas por medio de los siguientes sistemas: deshidratación, congelamiento, conservación, encurtidos, aceites esenciales y oleorresinas y prefritura.

INFORME FINAL DE LOS ESTUDIOS SOBRE EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS

AGROFORESTALES Y LA INDUSTRIALIZACION DE HORTALIZAS.



1. INTRODUCCION

Este informe presenta una visión global y las conclusiones de los estudios que realizó la Fundación Chile, en asociación con INTEC-CHILE, para analizar en forma sistemática las posibilidades tecnológicas de utilizar los diversos residuos de la producción agropecuaria, forestal y agroindustrial del país. Adicionalmente se estudiaron las tecnologías de industrialización de hortalizas con posibilidades de aplicación en el país.

Este estudio fue licitado por FIA, y su ejecución fue asignada a la propuesta preparada en forma conjunta por Fundación Chile e INTEC-CHILE. Se recibió un aporte financiero para su realización proveniente del Fondo de Investigaciones Agropecuarias (FIA), del Ministerio de Agricultura. La intención del FIA es difundir los resultados al sector de productores e industrias agroforestales, con el fin de que se analicen las posibilidades de aplicación de estas tecnologías y sean implementadas por las empresas que las estiman viables.

2. OBJETIVOS Y METODOLOGIA

2.1 Estudio sobre el aprovechamiento de residuos agroforestales

2.1.1 Objetivo

Realizar una revisión general de la situación sobre la generación de residuos de origen animal y vegetal en Chile e identificar y describir las tecnologías disponibles con un potencial promisorio de aplicación en el país para utilizar estos residuos en nutrición animal, fertilización o energía.

2.1.2 Metodología

En este estudio se definieron los residuos como aquellas materias resultantes de la producción y elaboración primaria de productos agropecuarios y forestales, que no se utilizan actualmente. El valor económico para las empresas que los generan es nulo, cercano a cero, o bien negativo ya que hay un costo de eliminación.

Los residuos deben distinguirse de los subproductos, que son las materias resultantes de la producción y elaboración primaria que tienen un valor económico apreciable y normalmente tienen una utilización bien definida en las empresas comerciales.

No se incluyeron en el estudio los residuos resultantes de la elaboración secundaria, la distribución y el consumo. Esta inclusión hubiera significado un tiempo y recursos más allá de lo disponible.

La metodología consistió en desarrollar los siguientes análisis para cada uno de los sub-sectores o áreas industriales consideradas:

- Identificación de los tipos de residuos generados.
- Estimación de las cantidades totales producidas anualmente en el país y de la distribución por regiones de por lo menos un 80% de los residuos.
- Para los principales tipos de residuos, se identificaron las principales formas de eliminación o utilización en empresas representativas.
- Análisis de aplicabilidad de las tecnologías disponibles y selección de aquellas que se estimaron promisorias.
- Descripción de las tecnologías promisorias.

2.2 Estudio de la Industrialización de Hortalizas

2.2.1 Objetivos

A nivel industrial

- Identificación de sistemas de industrialización de hortalizas susceptible de aplicarse en el país.
- Descripción de las características técnicas más relevantes de las hortalizas para industrializar y de los rendimientos agronómicos.
- Descripción general de los procesos de industrialización aplicables en el país y de sus principales parámetros técnicos.
- Elaboración de cartillas descriptivas sobre procesamiento.

A nivel casero

- Identificación de excedentes de hortalizas y descripción de tecnologías de procesamiento de nivel casero o artesanal susceptibles de aplicarse para su aprovechamiento.

2.2.2 Metodología

Se consideraron las siguientes hortalizas:

| | |
|------------|----------------|
| Ajo | Pepinillos |
| Alcachofa | Porotos verdes |
| Arveja | Puerro |
| Apio | Pimentón |
| Cebolla | Papas |
| Cebollines | Tomate |
| Choclo | Zanahoria |
| Coliflor | Espárrago |

Espinaca

Se consideraron las siguientes alternativas de procesamiento a nivel industrial:

- Deshidratación
- Congelación
- Conservería
- Encurtidos
- Oleoresinas y aceites esenciales
- Acondicionamientos que simplifiquen las operaciones culinarias (pre-fritura).

En cada tipo de proceso, se analizaron sólo aquellos productos hortícolas a los que se les pueda aplicar con éxito esa tecnología. Esta selección de productos se hizo en base a apreciaciones sobre:

- Factibilidad tecnológica
- Hábitos de consumo en el país
- Las ventajas de una forma de proceso sobre otra para un mismo producto hortícola. Por ejemplo, papa en conserva versus deshidratada o fresca.
- Posibilidad de exportación.

En cada proceso, se recurrió a la experiencia que tanto la Fundación Chile como INTEC-CHILE han tenido en trabajos directos con empresas nacionales. Además se revisó información tecnológica nueva del exterior aplicable a los productos y tipos de procesos considerados.

De esta forma, se prepararon informes para cada tipo de proceso que concluyen con una cartilla o descripción de la o las tecnologías que se consideran aplicables en el país, para las diferentes especies hortícolas.

3. CONTENIDO

Los estudios se han dividido en los 20 capítulos que se enumeran más abajo. Estos se presentaron en forma separada para facilitar su lectura y distribución, debido a lo extenso que resultó el estudio completo, más de 650 páginas.

A continuación se enumeran los diferentes capítulos y el número de páginas que contiene cada uno.



CAPITULO I

- RESUMEN

17

- Informe final de los estudios sobre el Aprovechamiento de Residuos Agroforestales y la Industrialización de Hortalizas

ESTUDIO DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS AGROFORESTALES

CAPITULO II

- Residuos de Granjas Avícolas 8
- Residuos de Granjas Porcinas 7
- Selección de Tecnologías 22
- Cartilla Tecnologías para el Aprovechamiento de Residuos de Granjas Avícolas y Porcinas 26

CAPITULO III

- Residuos de Mataderos 46
- Cartilla: Aprovechamiento de la Sangre 15
- Cartilla: Aprovechamiento del Páncreas, Hígados y Pulmones 3
- Cartilla: Aprovechamiento de las Aastas y Pezuñas de Bovinos 2
- Cartilla: Aprovechamiento de los Canales Decomisados 2

CAPITULO IV

- Residuos de la Industria Avícola 4

CAPITULO V

- Residuos de la industria Pesquera y Tecnologías para su Utilización 21

CAPITULO VI

- Residuos de la Producción de Cereales y Leguminosas y Tecnologías para su Utilización 20

CAPITULO VII

- Residuos de la Industria del Azúcar 10

CAPITULO VIII

- Residuos de la Producción Frutícola y Tecnologías para su Utilización 9

CAPITULO IX

- Residuos de la Producción Vinícola 36



| | | |
|---|---|----|
| - | Cartilla: Industrialización de Sub Productos de la Industria Vinícola | 22 |
| CAPITULO X | | |
| - | Residuos Forestales y Tecnologías para su Utilización | 60 |
| CAPITULO XI | | |
| - | Residuos de la Industria de Alimentos | |
| - | Industria de Jugos Concentrados | 8 |
| - | Industria de Cecinas | 14 |
| - | Industria de Encurtidos y Condimentos | 7 |
| - | Industria Aceitera | 5 |
| - | Congelación de Productos Hortofrutícolas | 10 |
| - | Producción de Café Soluble | 4 |
| - | Industria Deshidratadora de Frutas y Hortalizas | 6 |
| - | Residuos de la Producción de Platos Preparados en Conserva | 3 |
| - | Residuos de la Industria Conservera | 4 |
| CAPITULO XII | | |
| - | Aprovechamiento de Residuos de la Industria Lechera | 17 |
| CAPITULO XIII | | |
| - | Tecnología General para el Aprovechamiento a Nivel Casero de Excedentes de Producción de Hortalizas | 14 |
| - | Cartillas de Tecnología Específica de: Aji, Ajo, Alcachofa, Arveja Verde, Betarraga, Cebolla, Coliflor, Choclo, Espárragos, Melón, Pimentón, Poroto Verde, Repollo, Tomate, Zana - horia, Zapallo | 36 |
| CAPITULO XIV | | |
| - | Plantas Acuáticas | 17 |
| <u>ESTUDIO DE INDUSTRIALIZACION DE HORTALIZAS</u> | | |
| CAPITULO XV | | |
| - | Procesamiento de Hortalizas por Deshidratación | 47 |
| - | Cartilla: Procesamiento de Hortalizas por Deshidratación | 27 |
| CAPITULO XVI | | |
| - | Cartilla de Industrialización de Hortalizas: Conservas de Hortalizas por Esterilización Térmica | 11 |
| CAPITULO XVII | | |
| - | Cartilla de Industrialización de Hortalizas: Procesamiento de Hortalizas por Congelación | 17 |

CAPITULO XVIII

| | | |
|---|---|----|
| - | Industrialización de Hortalizas: Fabricación de Encurtidos | 26 |
| - | Cartilla de Industrialización de Hortalizas a Nivel Industrial. Fabricación de Encurtidos | 24 |

CAPITULO XIX

| | | |
|---|---|----|
| - | Oleoresinas y Aceites Esenciales | 19 |
| - | Cartilla: Producción de Aceite Esenciales | 15 |

CAPITULO XX

| | | |
|---|--|---|
| - | Cartilla de Industrialización de Hortalizas. Hortalizas Pre Preparadas y Pre Fritura | 5 |
|---|--|---|

4. RECURSOS TECNICOS

La dirección general de este estudio estuvo a cargo de Juan Pablo Torrealba M., Gerente de Proyectos de la Fundación Chile.

La dirección de los trabajos realizados por INTEC-CHILE fue responsabilidad de Franco Rossi, Director del Area de Alimentos.

Participaron además los siguientes profesionales:

Fundación Chile

Pablo Espinoza
Patricio Galeb
Pablo Herrera
Mauricio Meyer
Hernán Monardes
Ricardo Poblete
Fernando Sánchez
Alfredo Vial

INTEC-CHILE

Luis Guardamagna
Germán Johannsen
Jean M. Olhagaray
Santiago Rubio
María Elena Torres

Consultores

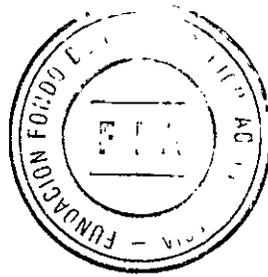
Barros Asenjo Consultores
Patricio Asenjo y otros
Esteban Veghazi y otros

GENERACION DE RESIDUOS EN EL SECTOR AGROPECUARIO Y RUSTICAL

TIPOS Y CANTIDADES, FORMAS DE USO ACTUAL Y TECNOLOGIAS PROPUESTAS PARA SU APROVECHAMIENTO

RESIDUOS

| <u>Sub-Sector o Area</u> | <u>Tipo</u> | <u>Cantidad Anual</u> | <u>Usos Actual % y Forma Aprovechamiento</u> | <u>TECNOLOGIAS PROPUESTAS</u> | |
|--------------------------|-------------------|-----------------------|--|--|---|
| | | | | <u>Tecnologías Aplicables</u> | <u>Producto Resultante</u> |
| <u>Granjas Avícolas</u> | Estiércol | 816.249 t | parcial-fertilizante | | |
| | porcinas | 1.042.440 t | " " | digestión anaeróbica fermentación aeróbica Ensilaje | biogás y fertilizante compost alimento animal |
| <u>Industria Avícola</u> | varios | | 100% - alimento animal | - | - |
| <u>Mataderos</u> | sangre | 11.352 m ³ | 10,6% para APH | Aislado Proteico Hemínico plasma en polvo harina de sangre | alimént. humana " alimént. animal |
| | páncreas | 289 t | reducido-exportación | exportación congelado | enzimas e insulina |
| | astas, pezuñas | 749 t | 22% exportación | fabricación harina | harina |
| | pulmones, hígados | 6.641 t | 14% exportación | digestión anaeróbica | biogás |
| | cont. numinal | 58.206 t | nulo | " " | " |
| | estiércol | 44.593 t | nulo | harina de carne y huesos | alimento animal |

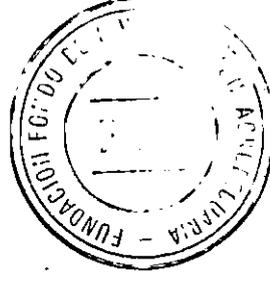


Industria Vinícola

| | | | | |
|--------|----------|--|---|---|
| orujo | 82.457 t | 14% - combustible y y aceite pepas resto - abono orgánico y alimento animal | destilación | alcohol aceite pepas combustible |
| borras | 29.399 t | - abono orgánico y alimento animal | Precipit. tartrato destilación precipit. tartrato | tartratos ácido tartárico alcohol tartratos ácido tartárico |

Industria de Alimentos

| | | | | |
|------------------------|------------------------------|----------------------------------|------------------------|----------|
| Deshidratación | varios | 68% combustible | residuo no interesante | - |
| Encurtidos y Condim. | varios | | " | - |
| Aceitera | tierras blanqueo cáscaras | relleno 100% combustible | " | - |
| Congelación hortofrut. | varios | casi nulo | | - |
| Café soluble | torta | alimentación 100% combustible | residuo sin interés | - |
| Jugos concentrados | pomaza | 100% alimento animal | Producción pectinas | Pectinas |
| Cecinas | varios | escaso | residuo sin interés | - |
| Platos preparados | varios | | " | - |
| Conserveta | varios | parcial - aliment. animal | " | - |
| | | | " | - |
| | | | " | - |



Industria Pesquera

| | | | | |
|-------------------|----------|-----------------------|---|--|
| desecho pescado | 66.810 t | 96% harina de pescado | Ensilaje | alimento animal |
| desecho moluscos | 33.700 t | bajo - conchuela | calcinación secado-molienda | cal conchuela |
| desecho crustáceo | 21.100 t | bajo - harina común | Extracción residuo orgánico Despulpado | pasta alimenticia harina proteica, quitina y derivados |

Producción Frutícola

| | | | | |
|------------------------------------|-------------|-------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| restos de poda | 651.136 t | alto-combustible -abono orgánico | astillado densificación | astillas briquetas, pellets |
| pelón y cáscara almendra y nuez | 1.650 t | alto-combustible | residuo no interesante | - |
| uva de packing | 15.000 t | 7% -jugos y conservas | elaboración | mosto concentrado purés y jugos |
| carozos de durazno | 5.500 t | bajo - combustible | combustible | |
| paja | 2.220.097 t | bajo | hidrólisis | alimento animal |
| cáscara arroz | 20.238 t | bajo | combustión | calor secado grano |
| coronita maíz | 61.834 t | bajo combustible | combustión | calor, secado grano |
| levadura cerveza | 2.850 t | nulo | separación | concentrado proteico |
| cáscara avena | 750 t | 100% concentr | - | - |
| brote y onujo cebada | 22.368 t | 100% aliment.animal | - | - |

Cereales y Leguminosas

| | | | | |
|-------|------------------------|--|----------------------------------|----------------------|
| suero | 349.292 m ³ | 42% -suplem.nutritiv. alimentación animal | Ultrafiltración Concentración | concentrado proteico |
|-------|------------------------|--|----------------------------------|----------------------|

Industria Láctea

Forestales

| | | | | | |
|----------|---|--|--|---|-----------------------------------|
| bosque | copas, tocones trozas quebradas | 593.000 m ³ | nulo | Combustible calderas calefacción | calor calor |
| aserrío | corteza aserrín sólidos | 100.000 m ³ 285.100 m ³ 661.900 m ³ | 64% energía 11% energía bajo energía | carbón vegetal carbón activado gasificación | calor carbón activado calor |
| barracas | despantes, canos, vinta y aserrín | 100.000 m ³ | energía | | |

Industria del Azúcar

| | | | | |
|---------------------|-----------|---|--------|--------|
| hojas y coronas | 400.900 t | 65 % alimento animal 35 % abono orgánico | - - | - - |
| fango carbonatación | 51.260 t | 100% rellenos | - | - |

5. TIEMPO

El tiempo total de realización del estudio fue de un año, desde el 1º de Enero al 31 de Diciembre de 1983.

6. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS

Se presentan a continuación los resultados de los residuos que tienen un potencial interesante para su utilización, debido a sus volúmenes y a la disponibilidad de tecnologías.

6.1 Residuos Forestales

Se producen anualmente 1.640.000 m³ de residuos distribuidos así:

| | |
|---|------------------------|
| <u>Bosque</u> | |
| Copas, tocones y trozas quebradas | 593.000 m ³ |
| <u>Aserrío</u> | |
| Corteza, aserrín, tapas, lampazos y despunte | 947.000 m ³ |
| <u>Barracas</u> | |
| Despunte, cantos, virutas y aserrín | 100.000 m ³ |

Una proporción muy pequeña, de alrededor de un 6% de este residuo, se está utilizando en la generación de energía en las propias empresas que los generan, o para industrias cercanas.

Un 84% de estos residuos se generan en la VII, VIII y IX Región.

Las tecnologías aplicables probadas en el país, incluyen:

- a) Combustible para calderas industriales a un costo significativamente menor que el petróleo.
- b) Calefacción residencial e institucional.
- c) Carbón vegetal
- d) Carbón activado

Otras tecnologías no probadas aún en el país, pero de potencial interés son:

- Gasógenos
- Destilación seca o pirólisis

El mayor problema para aumentar la utilización de estos residuos es el costo de transporte.

6.2 Residuos de la Producción de Cereales y Leguminosas

Las cantidades anuales de los principales residuos identificados son los siguientes:

| | |
|------------------|---------------|
| Paja | 2.220.097 ton |
| Cáscara de arroz | 20.238 t |
| Corontas de maíz | 61.834 t |

La mayor parte de estos residuos se produce en las zonas VIII, IX y X, que también son las principales productoras de ganado vacuno. Por esto, el aumento en la digestibilidad de las pajas para alimentación animal, que se puede lograr con una simple tecnología de hidrólisis, parece muy apropiada para aplicarse en las condiciones de los fundos ganaderos.

A su vez, la cáscara de arroz, que tiene un uso limitado, podría utilizarse más como combustible.

6.3 Residuos de Granjas Avícolas y Porcinas

La cantidad anual de estiércol que se produce en estas granjas es de 1,86 millones de toneladas. Una pequeña proporción se utiliza en fertilización y alimentación animal. También es una fuente de contaminación ambiental.

Para el caso de empresas con cierto volumen, se proponen tecnologías de:

- a) Generación de biogás para producir calor, electricidad, fertilizante y descontaminación ambiental.
- b) Producción de Compost
- c) Producción de alimento animal.

6.4 Producción Frutícola

El volumen anual de residuos identificados es el siguiente:

| | |
|-------------------------|-----------|
| Poda | 651.136 t |
| Desecho uva exportación | 15.000 t |
| Cáscara de Almendra | 1.650 t |

El residuo de poda de frutales se usa en gran parte como combustible para cocinar y calefaccionar casas en las mismas zonas de producción. Una tecnología aplicable para industrializar este residuo es la densificación para producir pellets o briquetas.

Actualmente se aprovechan sólo 1.000 t de residuo de uva de packing. El saldo puede utilizarse para producir lo siguiente:

- a) Mosto concentrado
- b) Purées
- c) Jugo de uva

6.5 Industria Láctea

Anualmente se producen 365.721 m³ de suero en plantas lecheras y fundos principalmente en las regiones VIII, IX y X. Alrededor de un 47% de este recurso se evapora para producir suplementos nutritivos, o bien se usa directamente para alimentación animal.

Se propone el uso de la tecnología de ultrafiltración para producir concentrados proteícos en escalas industriales.

6.6 Industria Pesquera

Alrededor de un 91% de los residuos orgánicos de pescado se utilizan para producir harina de pescado. Sólo 3.890 t por año de este residuo no se utilizan en la X Región por falta de una planta reductora. Se propone la aplicación de tecnología de ensilaje acidificado para producir alimentos para animales de alto valor nutritivo.

En el país se producen 21.100 t de residuos de crustáceos, localizados principalmente en la VIII Región, que se usan principalmente para producir harina para alimentación animal. Se proponen tecnologías para producir pastas para ingredientes de alimentación humana, para elaborar harina de alimentación animal de calidad y para producir quitina.

Los residuos de moluscos alcanzan a 33.700 ton/año, compuestos principalmente por conchas calcáreas. Se propone la producción de carbonato de calcio y cal.

6.7 Residuos de Matadero

Los volúmenes de residuos de mataderos que se aprovechan son muy pocos en la actualidad y alcanzan a un 11% de la sangre, 22% de las astas y pezuñas y un 31% de los pulmones e hígados decomisados, además de pequeñas cantidades de otras glándulas.

El grueso de estos aprovechamientos de residuos se realizan en Lo Valledor y unos pocos mataderos grandes.

Se proponen tecnologías para:

- a) Producir plasma en polvo, aislado proteico hemínico y harina a partir de la sangre.
- b) Exportación de páncreas.
- c) Producción de harina de astas y pezuñas.
- d) Producción de biogás a partir del contenido ruminal y estiércol.
- e) Producir harina de carne y huesos a partir de canales decomisados.

6.8 Excedentes de Hortalizas

Un alto porcentaje de las hortalizas producidas constituyen excedentes y no se comercializan, quedando en el predio.

Se proponen tecnologías de nivel casero o artesanal para utilizarlas en la producción de conservas, jugos, deshidratación, encurtidos y otros.

6.9 Industria Vinícola

Sus residuos son orujo y borras con 82.457 t/año y 29.399 t/año, respectivamente. La utilización es muy baja, sólo un 14% del orujo, para producir combustible y aceite de pepas. Varias

industrias que antes procesaban estos residuos tienen sus instalaciones sin operar, debido a problemas económicos derivados de la competencia de productos importados. Se propone la aplicación de tecnología de destilación, precipitación de tartratos y producción de ácido tartárico y argoles.

7. RESULTADOS INDUSTRIALIZACION DE HORTALIZAS

Se presentan informes de las tecnologías de procesamiento de hortalizas más aplicables en el país:

- a) Deshidratación: ajo, apio, cebolla, puerro, pimentón, espárrago, papa, maíz dulce, espinaca, zanahoria.
- b) Congelación: maíz dulce, arveja, poroto granado, poroto verde.
- c) Conservería: arveja, tomate, espárrago.
- d) Aceites Esenciales de ajo y apio y Oleorresina de pimentón.
- e) Encurtidos: pepinos, repollo, cebolla, coliflor, zanahoria, ajf.
- f) Pre-preparados: papas

8. CONCLUSIONES

- 1) Hay una gran cantidad de residuos no utilizados en el país, que con la aplicación de las tecnologías propuestas podrían convertirse en materias primas útiles para producir energía, alimentos para animales, fertilizantes, alimentos para humanos y productos químicos. El potencial teórico de aplicación de estas tecnologías a los residuos identificados, generarían anualmente las siguientes cantidades de materias primas (en miles de toneladas):

| | |
|-----------|--|
| 2.765.300 | t para uso energético |
| 2.448.400 | t para alimentación animal |
| 36.000 | t para alimentos para humanos |
| 720.000 | t para fertilizantes |
| 49.000 | t para productos químicos y otros usos |

- 2) La posibilidad real de utilización de estos residuos depende de las condiciones específicas de cada empresa, en especial de su nivel tecnológico, su ubicación y factores económicos y financieros. Por esto, la aplicabilidad de las tecnologías propuestas debe analizarse más a fondo en relación a condiciones particulares de una empresa o grupo de empresas similares.

- 3) El uso de residuos es muy variable entre sub sectores e industrias. Su rango de utilización es desde el 100% (casos de la industria avícola, pomaza de manzana y otros) a cifras insignificantes. En general el porcentaje de aprovechamiento de residuos es bajo (Ver Cuadro en página 16).

Los factores que más inciden en el uso de los residuos parecen ser los siguientes:

- a) El volumen de generación de residuos de una empresa y la dispersión temporal y espacial en la producción de los mismos.

Un ejemplo de esto son los mataderos de aves que aprovechan todos los residuos debido a que deben concentrar en unos pocos lugares una gran producción en una forma relativamente constante a través de todo el año. Esta operación en gran volumen y continua justifica la inversión en tecnologías y equipos para aprovechar todos los residuos.

- b) El desconocimiento de las tecnologías aplicables para aprovechar un residuo, y el valor que puede llegar a tener el producto resultante.

Un ejemplo de este tipo de situación es el escaso aprovechamiento de la uva de desecho de packing, la que, a pesar de estar concentrada en unos pocos lugares con volúmenes apreciables, sólo utilizó un 7% de este residuo.

- c) Bajo valor del residuo o del producto elaborado con el residuo, en relación al valor de la producción final.

Un buen ejemplo de esto es la producción de paja de cereales, que sólo representa para un agricultor alrededor de un 1,5% del valor de la producción del trigo (precios 1983). Si las cantidades producidas no son importantes, el valor del residuo resulta ser despreciable.

- d) El desconocimiento de la posibilidad de utilizar residuos de varias empresas cercanas, o bien, la falta de interés por hacerlo debido a la preocupación central en la operación del proceso de producción principal.

NIVELES DE USO DE ALGUNOS RESIDUOS

(Porcentaje de utilización del total producido en el país)

| | |
|-----------------------------------|-----------|
| Cáscara de avena | 100 |
| Brote y orujo de cebada | 100 |
| Industria avícola | 100 |
| Hojas y corona de remolacha | 100 |
| Torta de café soluble | 100 |
| Pomaza de manzana | 100 |
| Almendra de damasco | 100 |
| Orgánicos de pescado | 91 |
| Deshidratación | 69 |
| Corteza | 64 |
| Suero | 48 |
| Pulmones e hígados | 31 |
| Astas y pezuñas | 22 |
| Cáscara de arroz | 15 |
| Orujos de uva | 14 |
| Aserrín | 11 |
| Sangre | 11 |
| Packing de uva | 7 |
| Borras de vino | casi nulo |
| Residuos del bosque | casi nulo |
| Residuos de moluscos y crustáceos | casi nulo |

- 4) Algunas de las causas que hacen que el aprovechamiento de los residuos sean bajos no son modificables en el corto o mediano plazo (tamaño de la producción de la empresa, localización, dispersión espacial y temporal de la producción y otras). Sin embargo, en el corto y mediano plazo se puede afectar la utilización de residuos mediante la dedicación de mayor esfuerzos a:
- La investigación aplicada a aquellos casos de residuos con mayor potencial de aprovechamiento.
 - El análisis económico y de balance energético de la viabilidad de estas tecnologías en situaciones de empresas representativas.
 - La difusión de estas tecnologías mediante ensayos o pruebas piloto en empresas representativas, y mediante medios apropiados de comunicación.
- 5) Las áreas en las cuales estos mayores esfuerzos de investigación aplicada, de análisis económico y de ensayos demostrativos tendrían mayores impactos parecen ser los siguientes tipos de residuos:
- Forestales
 - Producción de cereales y leguminosas
 - Granjas avícolas y porcinas
 - Mataderos
 - Crustáceos y orgánicos de pescado
 - Industria láctea
- 6) Los informes de industrialización de hortalizas muestran que es posible aplicar tecnologías adecuadas para procesar una gran cantidad de estos productos. Sin embargo, en muchos casos es necesario introducir variedades especiales y además elevar los rendimientos agrícolas significativamente.

CAPITULO II

- Residuos de Granjas Avícolas
- Residuos de Granjas Porcinas
- Selección de Tecnologías
- Cartilla: Tecnologías para el Aprovechamiento de Residuos de Granjas Avícolas y Porcinas

CAPITULO II

II.1. RESIDUOS DE GRANJAS AVICOLAS





1.1. RESIDUOS DE GRANJAS AVÍCOLAS

1. Identificación de residuos

Los residuos detectados a nivel de granjas avícolas son aquellos provenientes de la producción de huevos y las excretas de las aves.

1.1. Residuos de la producción de huevos

Los desechos obtenidos en la producción de huevos no serán considerados, ya que éstos son reciclados, incorporándose a la dieta de las mismas aves.

1.2. Excretas animales

El residuo importante en granjas avícolas, es sin lugar a dudas el estiércol producido por las aves. Este desecho a veces es comercializado como abono (en muy pequeña escala), siendo la mayoría de las veces utilizado como fertilizante a nivel de predios adyacentes. En caso de existir un excedente, normalmente este es quemado.

2. Estimación de la cantidad de residuos

2.1. Crianza nacional de pollos y gallinas

La estimación del estiércol producido en granjas avícolas se hace en base a la existencia de los diferentes tipos de aves en criaderos avícolas, estos son: gallinas de postura, gallinas reproductoras, gallinas de desecho y broilers. La gran masa de los criaderos la forman los broilers y gallinas de postura;

para la estimación del estiércol producido se considerará el promedio de aves existentes en un momento del año, ya que existe un renovar continuo en la población del ciclo polluelo-broilers, manteniéndose obviamente en los criaderos un número más o menos constante de ellos.

En el cuadro N°1 se indica la existencia total nacional de aves de criadero. Las cifras indicadas son a Diciembre de cada año. Se puede observar un incremento bastante pronunciado en cuanto a la población de broilers hasta el año 80, bajando ostensiblemente los años 81 y 82. El número de pollos y polluelos no clasificados oscila muy poco y se ve un pequeño incremento en el número de las gallinas de postura durante el año 80, bajando también un poco posteriormente.

Las cifras de los años 81 y 82 no son totales nacionales puesto que el Instituto Nacional de Estadísticas sólo entrega cifras de la V a VIII Región en su Encuesta Nacional de Criaderos Avícolas. A modo de información del Cuadro N°2 se desprende que la existencia de aves Broilers y de postura de la I a la IV Región alcanza a la suma de 1.052.600 aves.

CUADRO N°1 . EXISTENCIA DE AVES EN CRIADEROS. TOTALES NACIONALES (Unidad: Miles)

| DETALLE | 1977(1) | 1978(1) | 1979(1) | 1980(1) | 1981(1,2) | 1982(1) |
|--------------------------|---------|---------|---------|---------|-----------|----------|
| Polluelos/Pollas/Pollos | | | | | | |
| - Broilers | 5.261 | 6.148 | 9.366 | 13.089 | 11.249 | 9.456 |
| - Otros | 2.142 | 1.876 | 1.969 | 1.963 | 1.869 | 1.917 |
| Gallinas postura | 4.416 | 4.539 | 4.692 | 5.438 | 4.457 | 4.749 |
| Gallinas reproductoras | 516 | 463 | - | - | 170 | 127 |
| Gallinas de desecho | 16 | 26 | 57 | 33 | 40 | 0,7 |
| TOTALES | 12.351 | 13.052 | 16.084 | 20.523 | 17.785 | 16.249,7 |
| Criaderos en explotación | 349 | 854 | 723 | 596 | s.i.(3) | s.i.(3) |

(1) Cifras a Diciembre de cada año

(2) Cifras de Regiones V a VIII y Metropolitana

(3) Sin información del total nacional

FUENTE: INE.

CHILE: ECOMANAGER (Actualización 1981)

En el Cuadro N°2 se entrega la existencia de broilers y gallinas de postura por totales regionales hasta el primer semestre del año 1981. No se consideró necesario proyectar las cifras informadas al segundo semestre del año 82, porque la explotación de este tipo de residuos no sería una labor integrada, ni cooperativa, sino que totalmente individual y particular, ya que el costo del transporte hacía esta operación no rentable.

CUADRO N°2. EXISTENCIA DE AVES EN CRIADEROS. TOTALES POR REGION
(Unidad: Miles) AÑO 1981 (Primer Semestre)

| Región | Broilers | Gallinas Postura | Totales |
|------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| I | 260,5 | 159,1 | 419,6 |
| II | 126,0 | 169,2 | 295,2 |
| III | 7,8 | 17,3 | 25,1 |
| IV | 5,9 | 306,8 | 312,7 |
| V | 1.016,7 | 1.012,0 | 2.028,7 |
| R.M. | 6.077,7 | 2.988,9 | 9.066,6 |
| VI | 6.372,3 | 294,9 | 6.667,2 |
| VII | 2,5 | 440,5 | 443,0 |
| VIII | 41,6 | 290,9 | 332,5 |
| IX | 9,2 | 65,0 | 74,2 |
| X | 33,7 | 32,8 | 66,5 |
| XI | 7,2 | 0,2 | 7,4 |
| XII | - | 54,9 | 54,9 |
| T O T A L | 13.961,1 | 5.832,5 | 19.793,6 |

FUENTE : ODEPA. Chile Estadísticas Agropecuarias 1980-1981

2.2. Estimación de cantidad de excretas

La estimación de la cantidad de residuos producidos por las aves se ha realizado de acuerdo a promedios de datos obtenidos de referencias bibliográficas (3,4) y encuestas directas realizadas a algunos establecimientos avícolas.

La cantidad de excretas (base húmeda) producida al día por un ave de entre 1,8 y 2,5 kg es 0,113 kilogramos. En base a esta estimación se resume en el Cuadro N°3 la cantidad total de excretas de aves producidas a nivel nacional.

CUADRO N°3. ESTIMACION DE CANTIDAD DE ESTIERCOL DE AVES.
TOTALES NACIONALES 1982

| Detalle | Estiércol diario (ton) |
|------------------------|------------------------|
| Follos/Pollas/Pollucos | |
| - Broilers | 1.068,5 |
| - Otros | 216,6 |
| Gallinas | 536,6 |
| TOTALES | 1.821,7 |

FUENTE : INTEC/CHILE, sobre la base de antecedentes del Cuadro N°1.

3. DISTRIBUCION ESPACIAL DE LOS RESIDUOS

Tal como se hiciera notar anteriormente, no parece necesario clasificar en mayor detalle por provincias la cantidad de establecimientos avícolas, ya que de explotar el estiércol producido en esos planteles, sería realizado en forma individual y particular. Por esta razón sólo se clasifica la cantidad de estiércol producido a nivel regional, en cifras proyectadas al año 1982 (a Diciembre), ya que la información regionalizada de la I a IV Región no es entregada en las estadísticas.

CUADRO N°4. ESTIERCOL DE AVES PRODUCIDO POR REGION (Cantidad diaria para aves de criadero) 1981, Primer Semestre.

| REGION | Excretas (ton) | % Total Nacional | N°planteles/Región |
|--------|----------------|------------------|--------------------|
| I | 47,4 | 2,1 | 2 |
| II | 33,4 | 1,5 | 2 |
| III | 2,8 | 0,13 | 1 |
| IV | 35,3 | 1,6 | 5 |
| V | 229,2 | 10,2 | 45 |
| R.M. | 1.024,5 | 45,8 | 91 |
| VI | 753,4 | 33,7 | 11 |
| VII | 50,1 | 2,2 | 12 |
| VIII | 37,6 | 1,7 | 9 |
| IX | 8,4 | 0,4 | 1 |
| X | 7,5 | 0,3 | 2 |
| XI | 0,8 | 0,04 | - |
| XII | 6,2 | 0,28 | - |
| TOTAL | 2.236,6 | | |

FUENTE: INTEC/CHILE, basado en Cuadro N° 2.

En los cuadros N°5 y 6 se presentan los establecimientos avícolas clasificados de acuerdo a tamaño por cantidad de aves en existencia, separados en gallinas de postura y broilers.

CUADRO N° 5. CLASIFICACION DE CRIADEROS AVICOLAS CON EXISTENCIA DE AVES SOBRE 10.000 UNIDADES. AÑO 1979 (Octubre)

GALLINAS DE POSTURA

| Existencia de Aves | N°criaderos | Total Gallinas Postura | Porcentaje del total |
|--------------------|-------------|------------------------|----------------------|
| 10.000 - 50.000 | 123 | 2.663.502 | 72,8 |
| 50.000 - 100.000 | 10 | 714.479 | 19,6 |
| sobre 100.000 | 2 | 279.029 | 7,6 |
| T O T A L | 138 | 3.657.010 | 100,00 |

FUENTE: INTEC/CHILE, con datos del INE.

CUADRO N° 6. CLASIFICACION DE CRIADEROS AVICOLAS CON EXISTENCIA DE AVES SOBRE 10.000 UNIDADES. AÑO 1979 (Octubre)

BROILERS

| Existencia de aves | N°criaderos | Total Broilers | Porcentaje del total |
|--------------------|-------------|------------------|----------------------|
| 10.000 - 50.000 | 32 | 782.091 | 8,5 |
| 50.000 - 100.000 | 4 | 275.322 | 3,0 |
| 100.000 - 200.000 | 5 | 608.850 | 6,6 |
| 200.000 - 400.000 | 2 | 535.773 | 5,8 |
| sobre 400.000 | 4 | 7.016.728 | 76,1 |
| T O T A L | 47 | 9.218.764 | 100,0 |

FUENTE: INTEC-CHILE, con datos del INE.

4. RESIDUOS DE INTENCIONES, FORMAS DE UTILIZACIÓN O ELIMINACIÓN EN EL PAÍS

En Chile las fecas de aves, aparte de la utilización como fertilizante para predios adyacentes a los plantales, se utilizan sólo en un criadero agrícola de la zona central para alimentar un biodigestor. Es el único caso que se conoce, donde se les está dando una utilización tecnológicamente superior.

Normalmente su utilización se limita a servir de fertilizante sin mayor tratamiento. También se han usado con éxito en alimentación de vacunos. Excedentes de estiércol son quemados.

El precio de las fecas se limita, en general, a cubrir el costo de transporte de las fecas fuera del plantal. O sea, en la mayoría de los casos los agricultores van a buscar, con flete propio, las fecas a los diferentes criaderos sin pagar por ellas.

REFERENCIAS

1. INE. Encuesta Nacional de Criaderos Avícolas. 1981.
2. ODEPA. Chile. Estadísticas Agropecuarias. 1980-1981
3. Taqanides, E.P. and Hazen T.E. 1966. Properties of farm animal excreta. Trans. Am. Soc. Agric. Engno. 374-376.
4. Barnett, A, Pyle, L. and Subramanian, S.K. Biogas Technology in the Third World: A multidisciplinary Review. Ed. IDRC. Canadá 1978.

CAPITULO II

11.2. RESIDUOS DE GRANJAS PORCINAS





11.2. RESIDUOS DE GRANJAS PORCINAS

1. IDENTIFICACION DE LOS RESIDUOS

El único desperdicio detectado a nivel de granjas porcinas es el estiércol de los animales, el cual no se acostumbra a comercializar, como sucede a veces con el estiércol de aves. Este sólo se aprovecha algunas veces como fertilizante para árboles, en predios adyacentes al criadero.

El problema existente para el caso específico de la comercialización del estiércol de porcinos es su textura y el sistema de limpieza utilizado en chancheras. Normalmente se diluyen las excretas de los animales al lavar los pisos, por lo que se haría necesario recolectarlas en un estanque para luego utilizarlas en riego de tierras adyacentes al plantel.

2. ESTIMACION DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS

2.1. Crianza nacional de cerdos

La estimación de la cantidad de excretas producidas en planteles porcinos se realizará en base a la existencia de animales, de acuerdo a estadísticas del INE y ODEPA. En el cuadro N°1 se presenta la existencia de porcinos a nivel nacional.

CUADRO N° 1. EXISTENCIA DE CERDOS. TOTAL NACIONAL.

| AÑO | Existencia N° cabezas | Beneficio N° cabezas |
|------|--------------------------|-------------------------|
| 1970 | 1.025.279 | 671.646 |
| 1971 | 1.026.015 | 700.950 |
| 1972 | 1.026.752 | 760.263 |
| 1973 | 967.761 | 762.594 |
| 1974 | 866.148 | 757.178 |
| 1975 | 734.410 | 462.681 |
| 1976 | 895.055 | 376.206 |
| 1977 | 923.766 | 415.695 |
| 1978 | 979.192 | 485.116 |
| 1979 | 1.036.756 | 623.920 |
| 1980 | 1.068.000 | 697.497 |

FUENTE: INE
ODEPA

En el cuadro N°2 se presenta la existencia de cerdos en planteles, entre la V y IX Región, para el año 1982.

En el cuadro N°3 se presentan las cifras de la población porcina del país, según regiones, para el año agrícola 1975-76.

CUADRO N°2. EXISTENCIA DE CERDOS EN CRIADEROS PARA LA V A IX REGION, AL 31 DE DICIEMBRE DE 1982

| Región | Total | Machos en servicio | Machos en crianza | Hembras reproduct. | Hembras en crianza | Cerdos en engorda |
|--------|---------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| V | 44.843 | 228 | 6 | 4.352 | 621 | 39.636 |
| R.M. | 159.645 | 676 | 145 | 13.910 | 2.961 | 141.953 |
| VI | 87.911 | 349 | 50 | 7.540 | 1.941 | 78.031 |
| VII | 42.889 | 212 | 51 | 3.997 | 1.284 | 37.345 |
| VIII | 27.299 | 113 | 80 | 3.410 | 3.701 | 19.995 |
| IX | 11.733 | 98 | 41 | 1.248 | 375 | 9.971 |
| TOTAL | 374.320 | 1.676 | 373 | 34.457 | 10.883 | 326.931 |

FUENTE : INE

CUADRO N°3. EXISTENCIA DE CERDOS, TOTALES POR REGION, (AÑO 1975-76)

| Región | N° total de cabezas |
|----------------|---------------------|
| I | 4.243 |
| II | 4.661 |
| III | 3.925 |
| IV | 11.078 |
| V | 29.667 |
| VI | 88.330 |
| VII | 107.072 |
| VIII | 174.393 |
| IX | 196.799 |
| X | 180.551 |
| XI | 7.089 |
| XII | 5.129 |
| R.M. | 79.584 |
| En el Distrito | 2.534 |
| TOTAL | 895.055 |

FUENTE: Censo Agrop. 75/76, INE.

FUENTE: Censo Agrop. 75/76, INE

2.2. Estimación de la cantidad de excretas

La estimación de la cantidad de excretas producidas en los criaderos porcinos se ha hecho de acuerdo a datos aparecidos en la literatura (3 y 4) y a encuestas directas realizadas a algunos productores, de donde se desprende el siguiente coeficiente, un cerdo de alrededor de 45 kg produce alrededor de 3,2 kg de excretas diarias.

Se consideran cerdos de 45 kg, ya que es el peso promedio de la población total de los cerdos de engorda, los que constituyen alrededor del 70% de la población total del ganado porcino del país.

En el cuadro N°4 se presenta el potencial total de excretas, por región. El cálculo se hizo en base a los datos del año 1975-76, pero se puede considerar actualizado, por la escasa fluctuación de las cifras históricas.

CUADRO N° 4. ESTIMACION DE CANTIDADES DE EXCRETAS DE CERDOS
(TONIFLADAS DIARIAS)

| <u>Región</u> | <u>Ton. de excretas/día</u> |
|---------------|-----------------------------|
| I | 13,6 |
| II | 14,9 |
| III | 12,6 |
| IV | 35,4 |
| V | 94,9 |
| VI | 282,7 |
| VII | 342,6 |
| VIII | 558,1 |
| IX | 629,8 |
| X | 577,8 |
| XI | 22,7 |
| XII | 16,4 |
| R.M. | <u>254,7</u> |
| TOTAL | 2.856,2 |

FUENTE: INTEC/HILE

Del cuadro N°4 se desprende que entre la V y la X Región se encuentra el 96% del potencial de residuos de porcinos.

3. DISTRIBUCION ESPACIAL DE LOS RESIDUOS

De acuerdo a la información existente se agrupan por Región el número de establecimientos productores de cerdos y la cantidad de excretas producidas. El objeto de la agrupación regional se hace para estimar la facilidad de recolección de los residuos generados, con el fin de proceder posteriormente a su aprovechamiento. Sin embargo, ésto no sería muy válido, ya que esta actividad se realizaría en forma individual y no colectiva.

CUADRO N°5. EXCRETAS DE CERDOS PRODUCIDAS EN CRIADEROS POR REGIÓN
AÑO 1982

| Región | Cantidad de excretas (miles de ton.) | % del total Regional | N°planteles en explotación por Región |
|--------|---|-------------------------|---|
| V | 52,4 | 12,0 | 64 |
| VI | 102,7 | 23,5 | 68 |
| VII | 50,1 | 11,5 | 39 |
| VIII | 31,9 | 7,3 | 49 |
| IX | 13,7 | 3,1 | 55 |
| R.M. | 186,5 | 42,6 | 119 |
| TOTAL | 437,3 | 100,0 | 394 |

FUENTE: INTEC/CHILE, sobre la base del Cuadro N° 2.

NOTA: El INE contempló en el año 1982, solo datos de las regiones V a IX y R.M.
Se incluyen datos del INE correspondientes a Encuesta 75/76, dado que contempla todas las Regiones.

4. RESIDUOS DE INTERÉS, FORMAS DE UTILIZACIÓN O ELIMINACIÓN EN EL PAÍS

Las excretas, que son el único residuo de las granjas porcinas, son de un volumen realmente interesante de considerar.

Actualmente su eliminación depende de las facilidades cercanas que posean los planteles. Es así, como en algunos casos se botan a canales o ríos, en otros se van vaciando en hoyos, hechos para tal propósito, hasta que estos se llenan. También en algunos casos se aprovechan como fertilizantes de predios adyacentes.

El mayor nivel tecnológico de aplicación ocurre en la zona de Illapel, donde se instaló un biodigestor con el objeto de producir gas metano a partir de fecas de cerdos. Al parecer está funcionando en perfectas condiciones.

REFERENCIAS

1. Encuesta Nacional de Mataderos y Ferias de Animales. Instituto Nacional de Estadísticas.
2. ODEPA-CHILE. Estadísticas Agropecuarias. 1980-1981
3. Taiganides, E.P. and Hazen T.E., 1966. Properties of farm animal excreta. Trans. Am. Soc. Agric. Engno. 374-376.
4. Barnett A., Pyle, L. and Subramanien, S.K. Biogas Technology in the Third World: A Multidisciplinary Review. Ed. IDRC, Canadá. 1978.

5. SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS (COMPRENDE 11.1, y 11.2.)

5.1. Introducción

En general, la utilización de residuos de granjas avícolas y porcinas, se canaliza a través de las mismas tecnologías, por la cual dichos residuos serán analizados en forma conjunta.

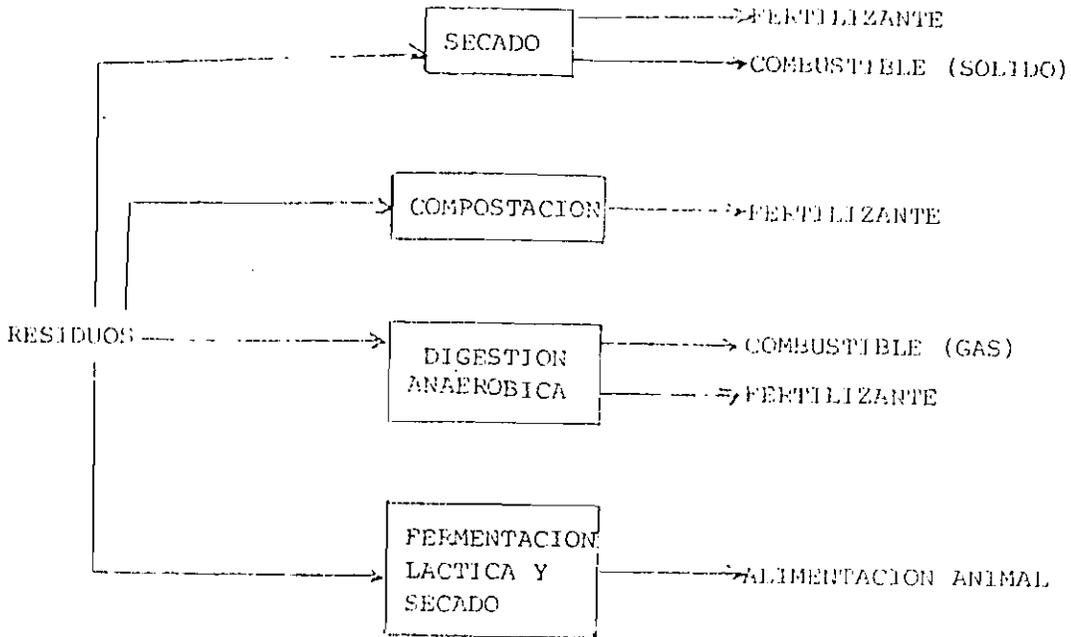
Las tecnologías que aparecen más factibles y promisorias para utilizar para aprovechar residuos orgánicos de animales de granja avícolas y porcinas son:

- . Compostación
- . Producción de Biogas
- . Producción de alimento animal

Todas las tecnologías indicadas se basan en la acción de microorganismos, a través de diferentes tipos de fermentaciones.

Los sistemas de aprovechamiento de residuos pueden contener una o más de las tecnologías mencionadas utilizadas en forma secuencial como se ilustra en la figura siguiente:

FIGURA. ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE GRANJAS AVICOLAS Y PORCINAS



En general todas las tecnologías mencionadas tienen la posibilidad de aplicarse en diferentes niveles de complejidad, lo cual las hace bastante atractivas para ser utilizadas en medios rurales y/o de baja tecnificación

5.2. Descripción de tecnologías disponibles

5.2.1. Compostación

El proceso de compostación es un proceso biológico, mediante el cual los residuos orgánicos sufren una fermentación aeróbica y son convertidos a "humus". El proceso en si es muy complejo y ocurre naturalmente gracias a la interacción de muy diversos or-

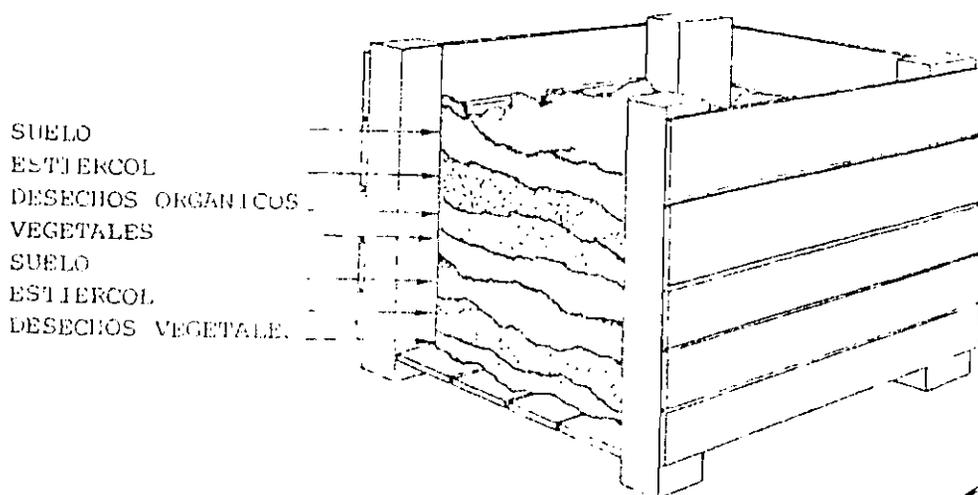
ganismos presentes en suelos, entre ellos: bacterias, hongos, protozoos, insectos, nemátodos, etc.

Si en el proceso se controla adecuadamente la aceleración del crecimiento y el metabolismo microbiano, se puede obtener un excelente producto final muy útil en la agricultura como fertilizante.

Esta tecnología es utilizada desde la antigüedad, siendo bastante conocida; puede realizarse a diferentes escalas, de acuerdo a las necesidades.

Esencialmente, el proceso de compostación consiste en formar una pila con los residuos, asegurando una aireación razonable. La figura siguiente ilustra en forma general un sistema simple de compostación por capas, utilizando una estructura o cajón de madera.

FIGURA SISTEMA SIMPLE DE COMPOSTACION



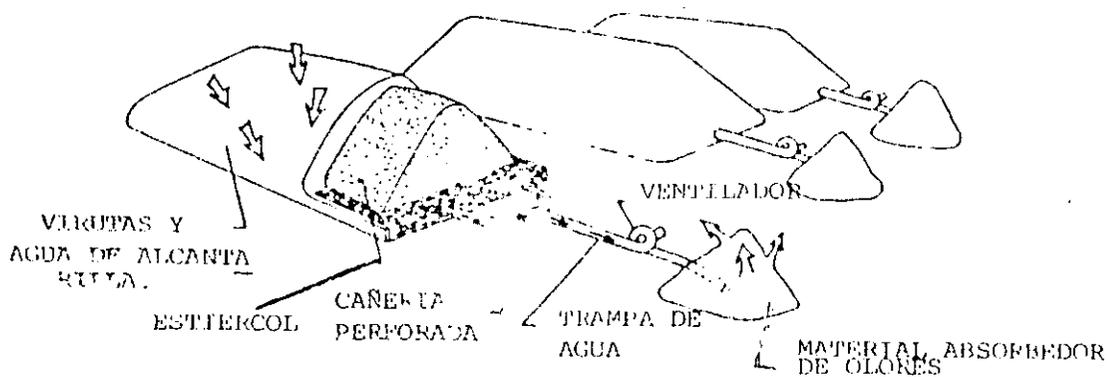
La digestión aeróbica que ocurre en el interior del sistema bajo compostación libera una cantidad de calor por lo cual, la pila aumenta su temperatura, factor que es muy importante para la eliminación de microorganismos patógenos del material.

El proceso, correctamente practicado, puede durar entre 4 a 12 semanas; un aspecto importante a observar es la humedad del material de la pila, así como la homogenización del mismo, la cual para pequeños volúmenes puede practicarse en forma manual o con pala.

El sistema descrito se utiliza mucho en diferentes países del mundo, en pequeña escala, por los agricultores y en áreas esencialmente rurales.

Sistemas de compostación a escala mayor, se practican también en el mundo; un ejemplo de lo anterior es el sistema de compostación comunitaria desarrollado y aplicado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, en Beltsville (Maryland). La figura siguiente ilustra los aspectos más relevantes del sistema.

FIGURA. SISTEMA DE COMPOSTACION DE PILA ATREADA (ESTADOS UNIDOS)



Se utilizó pequeños trozos de leña, agua de alcantarilla y esta mezcla se recubrió con excretas animales parcialmente fermentadas. Todo el sistema se aireó continuamente por medio de una cañería perforada, instalada en la base de la pila(*). Muchos de estos sistemas han sido instalados en forma experimental en diversos lugares de Estados Unidos.

Una variación de la compostación es el uso de gusanos de tierra en el mejoramiento de los residuos orgánicos, tanto de excretas animales, como desechos de alcantarillado y desechos agroindustriales (vermicompostación); el sistema se basa en agregar los gusanos a las pilas de compostación o bien a bandejas con las mezclas de desechos orgánicos. La ventaja de esta variación radica en que las excretas de los gusanos, por sus características físicas diferentes mejoran la textura del suelo, además de mantener la calidad nutritiva de los residuos orgánicos.

La vermicompostación se estableció ya comercialmente en Canadá, en la década del 70 y procesa en la actualidad, alrededor de 75 toneladas por semana de desechos orgánicos.

En Japón existe un sistema semejante desde 1975 y en Ontario, California se montó un sistema de demostración hace unos años atrás.

5.2.2. Fermentación anaeróbica de residuos. Producción de gas (biogas) y fertilizante

La conversión microbiológica de materias orgánicas a metano (biogas) es un proceso natural.

(*) Nótese que en la figura anterior el ventilador succiona el aire a través de las fecas y la trampa de agua es para la eliminación de este elemento.

Biogas se produce en muchos ecosistemas microbianos naturales, como en los sedimentos orgánicos de sistemas acuáticos, pantanos y suelos, en el rumen e intestino delgado, especialmente de animales herbívoros y en sustratos tales como excretas animales. La producción de biogas la realizan una compleja mezcla de bacterias aeróbicas y anaeróbicas, las cuales convierten hasta un 90% de la energía combustible de los materiales orgánicos a metano y dióxido de carbono.

Se consideran tres etapas en la digestión anaeróbica de esta mezcla compleja de sustancias orgánicas. En la primera etapa un grupo de microorganismos facultativos actúan sobre las sustancias orgánicas celulósicas. Estas sustancias se solubilizan por medio de una hidrólisis enzimática y sirven de sustrato a los microorganismos de la segunda etapa. En esta etapa las sustancias solubles se convierten en ácidos orgánicos. Los ácidos (principalmente acético) sirven como sustrato para la etapa final de descomposición, donde actúan las bacterias metanogénicas.

Estas bacterias producen metano, ya sea convirtiendo el ácido acético a metano más CO_2 o por la reducción del CO_2 a metano, utilizando hidrógeno o formiato producidos por otra bacteria. Solamente alrededor de un 10% de la energía se utiliza para el crecimiento de masa celular durante la digestión total.

Las sustancias con valor económico, como el nitrógeno amoniacal, fosfatos y masa celular, se retienen en el efluente del reactor y en el residuo, obteniéndose de esta forma un fertilizante de buena calidad o bien se puede utilizar como suplemento a la alimentación animal con un tratamiento previo. Estos residuos tienen la ventaja de no tener prácticamente el olor típico a excretas animales, lo que evita también la atracción de insectos.

La tecnología de producción de biogas está desarrollada y se puede aplicar a varios sustratos orgánicos, dependiendo en su biodegradabilidad, sus usos alternativos, la posibilidad económica de los subproductos, el uso competitivo del petróleo y también de la disponibilidad de personal entrenado.

El metano del biogas, se puede separar del CO_2 y del ácido sulfídrico que lo contaminan y ser quemado para generar electricidad y calor. El biogas también se puede adicionar al gas de cañería, ser guardado en estanques, ya sea a presión atmosférica o comprimido.

El intento de utilización del estiércol producido en granjas avícolas y porcinas es bastante antiguo y se ha desarrollado en muy diferentes países, persiguiendo objetivos diversos, puesto que en unos usos se enfatiza el aspecto energético y en otros el aspecto contaminación, o el aspecto social.

El uso del biogas ha sido bastante conocido en Europa; ya en 1895 en Exeter, Inglaterra, se utilizó el biogas en el alumbrado público.

En Francia se ha desarrollado desde hace muchos años un sistema de digestión aeróbica previa al proceso anaeróbico, cuya principal ventaja es la de aprovechar el calor de la digestión aeróbica para calentar las fecas, que se alimentan a la etapa anaeróbica; a la fecha en general se utiliza este sistema sólo en procesos batch a nivel de granjas.

Alemania produjo en 1949 un digester "Allerhop", que era bastante eficiente; su objetivo era producir un fertilizante con alto conte-

nido de Nitrógeno sin interesar mayormente el gas producido. En 1978 existía uno en uso en Alemania.

Diferentes empresas alemanas ofrecen actualmente instalaciones comerciales de producción de biogas, pero por su alta inversión inicial no han sido muy popularizadas. En Europa Oriental también se ha investigado con interés respecto a la producción de biogas. En Estados Unidos se está investigando hace muchos años a nivel de aplicación comercial y hay varias plantas funcionando, entre ellas el digestor del grupo ECOTOPE de Monroe, Washington, (2 digestores de 190 m³ cada uno), el de "Kaplan Industries" en Bartow, Florida que opera con un digestor alimentado por las excretas de 10.000 cabezas de ganado.

Es interesante hacer notar que la empresa norteamericana Hamilton Standard considera que el tamaño mínimo económico para un digestor anaeróbico absorbe las excretas de alrededor de 4.000 cabezas de ganado para las condiciones de los EE.UU.

En Asia hay una gran cantidad de digestores funcionando; éstos en general son muy rudimentarios, y poco eficientes. India y China han estado a la cabeza en el uso de esta tecnología; en estos países se utilizan digestores sin calefacción y sin agitación; lo anterior disminuye considerablemente la producción de gas particularmente en el Invierno por la disminución de temperatura ambiental.

Actualmente existen numerosas empresas, que ofrecen la tecnología tradicional del biogas, tanto en equipos como en know-how; entre ellas Barth, de Alemania Occidental, y numerosas empresas de ingeniería tanto en el exterior como en Chile.

En los últimos años, la investigación sobre Biogas apunta hacia el aumento de la productividad del digestor.

Un ejemplo de lo anterior es el sistema desarrollado en Canadá, por el "National Research Council", mediante el cual se opera con microorganismos adsorbidos en un soporte sólido estacionario. Lo anterior ha permitido aumentar hasta 8 veces la velocidad de producción de metano por unidad de volumen de digestor, esto en equipos pilotos de 20 y 30 litros de capacidad.

Este mismo sistema ha permitido operar con el proceso de digestión a temperaturas más bajas que las utilizadas en digestores clásicos, con lo cual podría mejorar considerablemente la factibilidad económica del proceso.

En Chile se han llevado a cabo diversas experiencias relacionadas con la generación de biogas, tanto a nivel piloto como industrial. Entre los ensayos cabe mencionar los realizados por la Escuela de Ingeniería Bioquímica de la Universidad Católica de Valparaíso, Universidad Técnica Federico Santa María, CIDERE Bío-Bío, INTEC/CHILE, etc.

En la actualidad se encuentran funcionando a nivel industrial, un número limitado de digestores, en Illapel, Yumbal y Viluco, por nombrar los más conocidos.

5.2.3. Utilización de residuos de granjas avícolas y porcinas, para alimentación animal. Ensilaje

Sobre la base de consideraciones económicas, se acepta hoy día que el valor de las excretas animales recicladas como alimentación supera largamente al valor como fertilizante.

El sistema utilizado para convertir las excretas en un producto exento de contaminación y adecuado para alimento animal es el ensilaje. Durante el período de ensilaje se produce en las excretas una fermentación láctica que elimina prácticamente la totalidad de los microorganismos patógenos, nemátodos y coccidia.

El ensilaje es una tecnología bastante simple desde el punto de vista del equipamiento ya que no requiere de grandes inversiones; cualquier material que permita almacenar en forma hermética las excretas podría ser utilizado (silo de concreto, metálico, recubrimiento de material plástico, madera, etc.).

La conversión de excretas animales a alimento puede ser realizada también en forma aeróbica a través de tratamientos en pozos aireados en los cuales mediante procesos biológicos naturales se produce proteína, la que puede ser adicionada al agua de los animales.

5.3. Aplicabilidad de las tecnologías de aprovechamiento de residuos

5.3.1. Compostación

En Chile se podría llevar a cabo la compostación como una vía de aprovechamiento de las excretas animales, en cualquiera de las granjas porcinas o avícolas que existen, ya que al trabajar con

animales en confinamiento, se debe programar una limpieza rutinaria y secuencial y por ello el costo o trabajo del traslado de los residuos estaría contemplado dentro de las faenas normales del establecimiento.

El volumen de la instalación estaría dado por el volumen de excretas que sea necesario desechar diariamente, y el costo de ellas.

En el caso específico de las granjas porcinas debiera adicionarse un estanque para drenar el exceso de líquido, ya que normalmente las chancheras se lavan con abundante agua corriente, lo que diluye las excretas y dificulta el proceso de compostación.

Cabe hacer notar que el uso del abono producido por este proceso, debiera ser aplicado dentro de un radio limitado del lugar de origen de las excretas, ya que el costo del transporte podría hacer no rentable la explotación de este recurso.

5.3.2. Producción de biogas y fertilizante a través de fermentación anaeróbica

El requisito fundamental que condiciona la factibilidad técnico-económica, de la producción de biogas a partir de estiércol de granjas porcinas y avícola es el carácter de confinamiento de la explotación de los animales. Lo anterior, debido al costo que representaría la recolección de las excretas.

En cuanto al biogas y el fertilizante generado, deberían poder utilizarse en la misma granja o en su cercanía, debido a las siguientes razones:

- el biogas debe necesariamente transportarse comprimido, lo cual significa un costo adicional y una complejidad técnica, que en muchos casos no es compatible con la economía, ni la tecnología del proceso.
- el biofertilizante posee un alto contenido de humedad, por lo tanto el costo de transporte en distancias largas resulta elevado.

En lo que se refiere al volumen de la instalación, hay que distinguir claramente dos niveles de complejidad de la tecnología.

- aquel en que se opera con un sistema sofisticado que permite operar y mantener una temperatura óptima durante todo el año. Para este caso, se ha encontrado que el número mínimo de animales para una operación rentable es de dos mil cerdos ó 50.000 aves.
- aquel en que se opera con un sistema muy primitivo, sin calentamiento de ninguna especie y sin agitación; para este caso, puede considerarse que no existe una cota mínima en número de animales para una operación económicamente rentable. Hay que hacer notar, sin embargo que la producción de gas de este sistema, en relación a aquellos calefaccionados artificialmente, es notablemente más baja, dependiendo además fuertemente de la temperatura ambiental, por lo que hay gran fluctuación en su volumen.

5.3.3. Producción de alimento animal por fermentación láctica

En Chile la técnica de ensilaje de forrajes es bastante conocida especialmente en zonas de alta concentración ganadera; se presume

por lo tanto que la aplicación de dicha técnica al caso de excretas animales no debería presentar problemas de gran importancia. Se visualiza que los criaderos de ave serían los primeros que deberían aplicar sistemas de ensilaje para sus excretas; en cuanto a las fecas de cerdo, la literatura es escasa en información por lo cual se presume que existen limitaciones prácticas para ensilar dicho producto.

5.4. Características y restricciones en la aplicación de tecnologías a residuos de granjas

5.4.1. Compostación

Los factores que afectan y caracterizan al proceso de compostación, son los mismos que afectan normalmente a los procesos biológicos, entre ellos humedad, aireación, temperatura, pH, nutrientes como fósforo, nitrógeno, carbono, potasio y otros elementos minerales.

Humedad y Aireación

La humedad juega un papel importante en el proceso de compostación, los organismos vivos que interactúan en ella, requieren una humedad entre el 50 y el 70%; ésto implica un contenido de agua que asegure un ambiente húmedo pero sin ser excesivo. Si el agua cubriera el material a compostar, estaría llenando todos los poros de la pila y podría producir una extracción de nutrientes, además de promover al desarrollo de un proceso anaeróbico por la inadecuada oxigenación de los poros de la pila.

La aireación se puede incrementar por medio del movimiento de las pilas, ya sea manual, con palas o mecánicamente.

Temperatura

La temperatura del proceso comienza a niveles normales para microorganismos mesófilos (25 a 35°C) y luego aumenta a niveles apropiados al desarrollo de microorganismos termófilos (45 - 70°C). Debido a las altas temperaturas alcanzadas en el centro de la pila de compostación, la mayoría de los microorganismos patógenos y parásitos presentes en las excretas animales, son destruidos o por lo menos su número es reducido notablemente.

pH

El pH óptimo para el desarrollo de una buena compostación va entre 6 y 8. Por el proceso propio de descomposición de sustancias podría producirse excesiva acidez, por lo que se hace deseable controlar el pH de la pila. Para neutralizarlo y alcanzar los rangos óptimos se puede alcalinizar mediante la adición de compuestos calcáreos naturales como creta, cáscaras de huevos, conchas de mariscos, cenizas alcalinas, etc.

Nutrientes

El carbono y Nitrógeno, esenciales para promover el desarrollo de una flora viva, debieran estar en una razón C:N adecuada para evitar pérdidas de Nitrógeno. Se recomienda normalmente una relación C:N de 15 a 30 partes de carbono por una parte de nitrógeno. Si durante la compostación se puede detectar amonio, significa que se está perdiendo el N por volatilización, y para evitarlo se puede agregar un desecho orgánico vegetal como hojas, paja, etc.

El fósforo y potasio son esenciales para el desarrollo microbiano, el fósforo es vital en los procesos energéticos de las células y el potasio interviene regulando presiones osmóticas celulares. Estos elementos químicos están presentes normalmente en las excretas, por lo tanto no serían factores limitantes del proceso.

Entre las restricciones o limitaciones del proceso de compostación estaría el manejo de grandes volúmenes de excretas, ya que es recomendable su aireación para hacerlo más eficiente. Otra limitación es el tiempo: se le debe permitir un apilamiento de un año, antes de su aplicación para asegurarse la total destrucción de gérmenes patógenos, propios de las excretas animales.

Se conoce que el proceso ha finalizado, cuando la temperatura de la pila es la misma que la del ambiente.

5.4.2. Digestión anaeróbica de residuos de granjas porcinas y avícolas

Los factores a considerar en la concepción y operación de un sistema de digestión anaeróbica de excretas, se indican a continuación:

5.4.2.1. Factores de construcción

Existe una gama muy variada de diseños de equipos de generación de biogas a partir de excretas, de distintos niveles de sofisticación. En esencia el sistema consiste en un estanque hermético en donde se realiza la digestión y un dispositivo acumulador de gas. La figura siguiente muestra 2 diferentes diseños de digestores utilizados a nivel comercial y casero.

(a) Tipo mezcla vertical

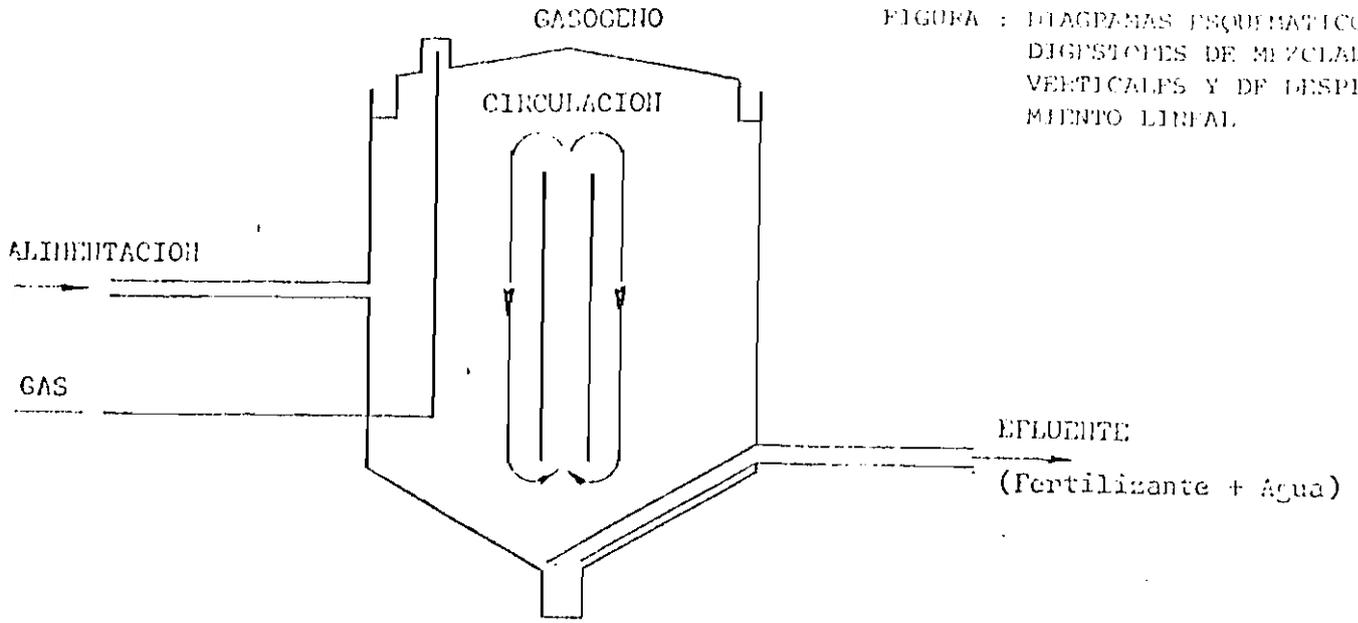
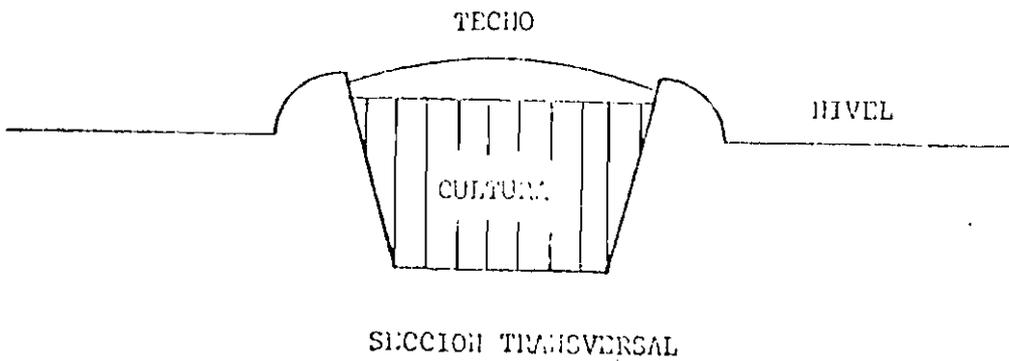
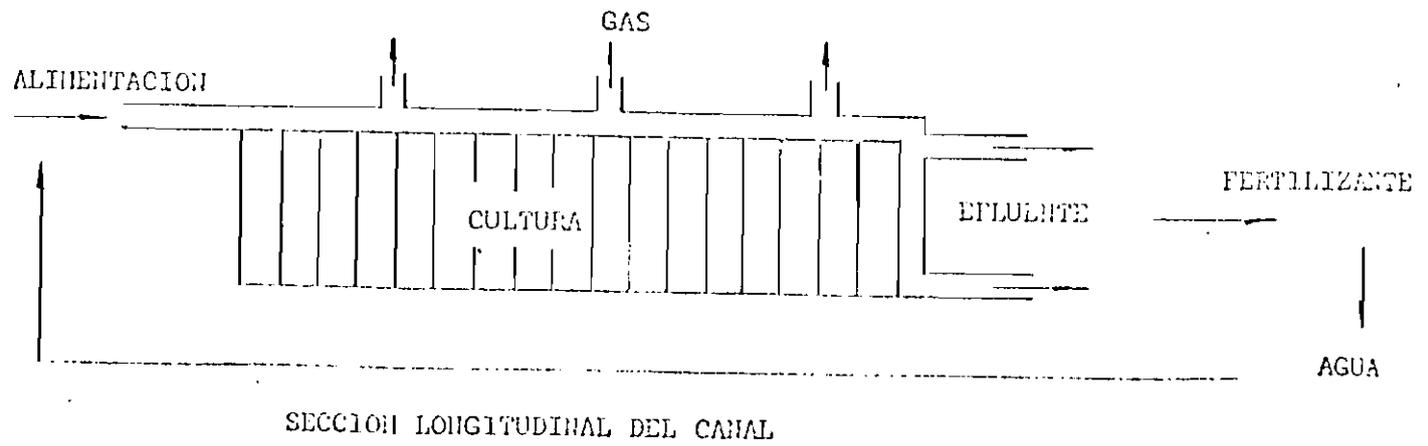


FIGURA : DIAGRAMAS ESQUEMATICOS DE DIGESTORES DE MEZCLADORS VERTICALES Y DE DESPLAZAMIENTO LINEAL.

(b) Tipo de desplazamiento lineal



Una importante variable en el diseño de estos equipos es lo relativo a los costos, particularmente los asociados con la conversión de los desechos a gas y el almacenamiento del gas. La capacidad de almacenamiento de gas es necesaria debido a la amplia fluctuación entre la producción y el consumo horario a través de las estaciones.

Se debe remarcar que en general los costos del equipo varían con el exponente $2/3$ del volumen del mismo, esto significa la conveniencia de aumentar al máximo la capacidad de digestión de equipo a condición de poder evacuar los fertilizantes y mantener tasas razonables de eficiencia de gas generado por material ingresado.

Una forma de disminuir los costos es mediante la utilización de materiales baratos, como estanques inutilizados o pozos abandonados como medios de almacenamiento de gas, o utilizar diseños económicos en el cual uno de los más ventajosos es el diseño lineal horizontal.

Junto a la gran variedad de diseños adaptados a las condiciones locales de uso, se debe además remarcar la importancia de la alimentación y dosificación de la carga que se entrega al aparato digestor para obtener cantidades abundantes de gas. En efecto, a través de las experiencias realizadas se ha demostrado que dependiendo de las características de la excretas, se debe establecer un cierto equilibrio entre las proporciones de éstas, agua y residuos vegetales, pudiendo degenerar el proceso a putrefacción, o bien a un equilibrio gaseoso negativo en el cual el poder calorífico de la mezcla será muy bajo por la carencia de metano. Una vez establecida esta dosificación y el ritmo de carga del equipo, la operación es totalmente rutinaria.

5.4.2.2. Factores de operación

Temperatura

La velocidad de fermentación decrece rápidamente bajo los 20°C, obteniéndose las mayores velocidades alrededor de los 40°C (temperatura óptima para muchas bacterias mesófilas). La temperatura óptima de operación económica para un determinado digestor depende de varios factores como aislación, clima, velocidad de descomposición de los sustratos y concentración de nutrientes y otras sustancias formadas durante la descomposición de las sustancias orgánicas.

pH

Otro factor importante en el rendimiento de biogas es el pH, el cual se debe mantener en un rango neutro de 6,8 - 7,8 para operar con las velocidades óptimas. El pH varía de acuerdo a la concentración de ácidos o amoníaco en el reactor. El porcentaje de sólidos y la biodegradabilidad de los sustratos de la alimentación es también importante.

Microorganismos

Las bacterias son sensibles a cambios bruscos en las velocidades de alimentación y tiempo de retención, perdiendo potencial de actividad rápida cuanto tienen períodos largos de inactividad por falta de alimentación del reactor. Un sistema rápido y eficiente de producción de metano requiere una alimentación continua o semi-continua, sin cambios drásticos en las condiciones de operación. Debido a esto y a la necesidad de calefaccionar el reactor, diges-

tores de volúmenes grandes resultan más económicos. Por otra parte, la condición de anaerobiosis estricta es esencial para la buena marcha del proceso, lo cual implica una buena estanqueidad del digestor.

Ya sea a nivel de granjas o de comunidades, la efectiva producción de biogás requiere de un manejo competente y entrenado; sin embargo, ésto no sería problema con capacitación y extensión de las tecnologías y de la operación del digestor.

5.5. Utilización de los productos obtenidos de los residuos

5.5.1. Compostación

El producto resultante del proceso de compostación puede utilizarse como fertilizante; como mejorador de suelos, debido a la estructura física que posee y la excelente capacidad de retención de aguas; como "humus" o tierra de hojas para macetas en jardines y viveros.

La aplicación del proceso llamado vermicompostación, reseñado al comienzo del informe, presenta la ventaja adicional de poder "cosechar" los gusanos, los que podrían ser una fuente proteica adicional para la alimentación de peces y aves.

5.5.2. Digestión anaeróbica

Los productos obtenidos de la digestión anaeróbica de excretas animales son gas (biogás) con un contenido de aproximadamente 60% v/v de metano, y fertilizante en forma líquida.

En términos generales un criadero de aves o cerdos requiere de energía para calefacción de una parte del plantel (maternidades, etc.). La producción de biogás resulta por tanto adecuada, a dicha situa-

ción, aún cuando la factibilidad económica debe ser evaluada en cada caso particular.

Cabe la posibilidad de utilizar el biogas producido para la generación de energía eléctrica, en caso que esto fuese requerido; al respecto se puede mencionar que la Compañía FIAT Italia desarrolló un motor especialmente adaptado para ser usado con biogas; el sistema denominado TOTEM produce energía y agua caliente (agua de enfriamiento del motor).

Por otra parte, el fertilizante líquido producido en forma diaria como efluente del proceso, puede ser utilizado directamente en cultivos agrícolas puesto que sus propiedades de fertilización resultan mejoradas por el proceso de digestión a la vez que los microorganismos patógenos son eliminados.

Debe indicarse sí que la utilización del fertilizante se debe plantear a distancias razonables del punto de generación puesto que por el alto contenido de agua, la incidencia del flete por unidad de fertilizante seco es bastante alta.

5.5.3. Uso de residuos de granjas avícolas y porcinas en alimentación animal

En el ensilaje de excretas, particularmente de granjas avícolas, debe considerarse la mezcla de las mismas con material vegetal fermentable de tal manera de llegar a un porcentaje de sólidos en el producto entre 50 y 60%.

Un ejemplo de proporción de mezcla de excretas de ave y paja es : 60 partes de excretas y 40 de paja, o bien, 60 partes de excretas

20 de pajas y 20 de heno, residuos vegetales o grano molido.

La mezcla anterior, convenientemente fermentada puede constituir una ración completa de ganado, por ejemplo, haciendo notar sin embargo la deficiencia de vitamina A, la cual debe ser adicionada.

En Chile existe a lo menos un usuario en la zona Central, que alimenta ganado usando guano de gallina, en mezcla con otros productos, de modo tal que prácticamente la casi totalidad de la producción de guano en sus criaderos de ave se utiliza para este objeto.

También se está utilizando el estiércol de cerdo en la alimentación de vacas, en dos o tres criaderos en Chile. En el caso específico de las excretas de cerdos se aplica un tratamiento patentado por Alfa-Laval, basado en una aireación de las excretas, con el cual se acelera la velocidad de fermentación de las mismas, destruyendo a la vez gérmenes patógenos. Este producto se seca al aire, hasta disminuir la humedad a un 60% y luego se mezcla con afrechillo, heno y harina de pescado.

El producto puede utilizarse tanto como fertilizante, como parte de la dieta de alimentación de ganado.

El riego con excretas animales sin tratar, no es aconsejable por el riesgo que implica el alto contenido de gérmenes patógenos que poseen naturalmente estos residuos.

5.6. Conclusiones finales sobre el uso de los productos obtenidos a partir de los residuos de granjas avícolas y porcícolas

La aplicación de las tecnologías de compostación, producción de biogás y producción de alimento animal para el aprovechamiento de ex-

cretas de porcinos y aves, deben plantearse con miras a una utilización del producto obtenido en el mismo lugar de generación de los residuos.

En el caso de criaderos de cerdos y de aves, los requerimientos energéticos del plantel son sólo una fracción del total teórico de la energía que se puede llegar a producir por medio del biogás, de allí la necesidad de contar con un sistema mixto, de aprovechamiento de los residuos; podría ser mediante parte del uso de las excretas en compostación, parte destinarlo a producción de alimento para vacunos y otra parte en la obtención de energía a través del biogás.

En las alternativas de obtención de fertilizante, tanto por digestión anaeróbica como por compostación, el factor transporte implica un costo relativamente alto, lo que limitaría su aplicación a:

- utilizar el fertilizante en un radio cercano al criadero que lo genera, o
- secarlo, lo que debiera realizarse en forma natural, al aire, por ejemplo en canchas.

La aplicación de estas tecnologías en la utilización de excretas de animales, son altamente recomendables, por el impacto que causa en el entorno una disminución de la contaminación de gérmenes patógenos fecales.

CARTILLA : TECNOLOGIAS PARA EL APROVECHAMIENTO DE
RESIDUOS DE GRANJAS AVICOLAS Y PORCINAS

INTEC - CHILE





CARPILLA : TECNOLOGÍAS PARA EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE GRANJAS AVICOLAS Y PORCINAS

1. INTRODUCCIÓN

Las técnicas para el tratamiento de residuos de granjas avícolas y porcinas se pueden catalogar enteramente dentro de los procesos que involucran acción de microorganismos.

Dichos procesos por otra parte son conocidos (y aplicados en algunos casos) desde hace bastante tiempo; la tecnología moderna ha logrado sin embargo, diseñar herramientas y sistemas para mejor utilizar la actividad de los microorganismos involucrados.

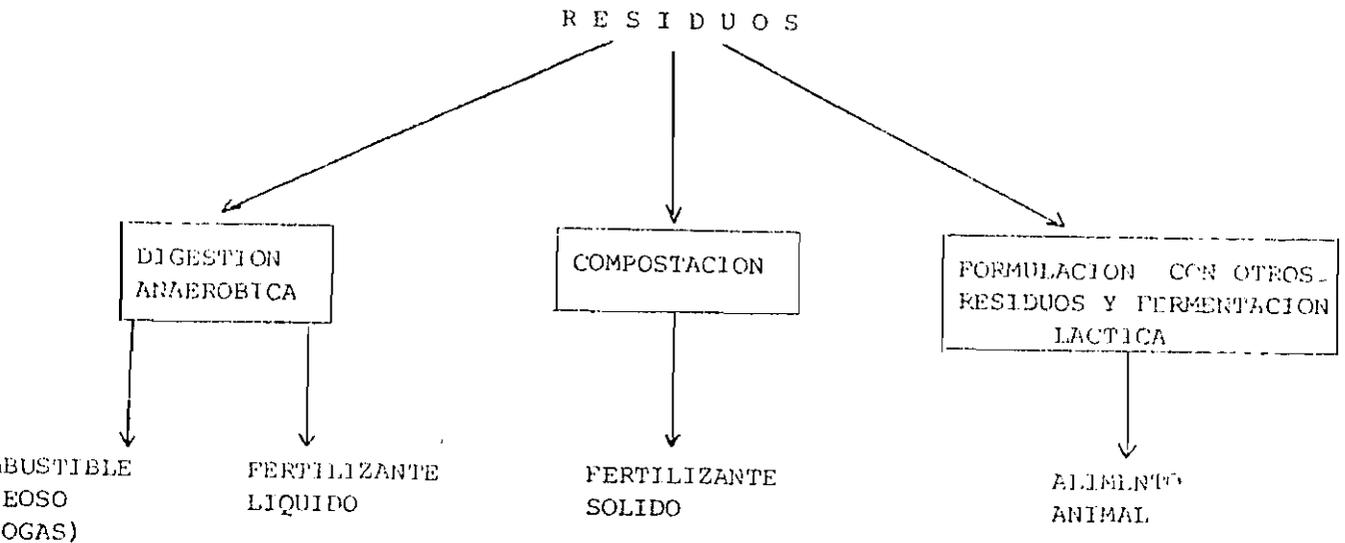
2. TECNOLOGÍAS PARA APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE GRANJAS AVICOLAS Y PORCINAS

Se ha considerado tres aplicaciones para aprovechar las excretas y camas de criaderos de aves y granjas porcinas.

- Digestión anaeróbica
- Compostación
- Elaboración de alimento animal

Sin duda que, aparte de las citadas tecnologías, existen otras que son practicadas a partir de los residuos indicados; sin embargo, sobre la base de consideraciones de simplicidad de manejo y de economía de los procesos, se han seleccionado las referidas tecnologías. La Figura siguiente indica los productos finales obtenidos mediante la aplicación de cada una de las tecnologías seleccionadas.

FIGURA : APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE GRANJAS PORCINAS Y AVICOLAS



El aprovechamiento integral de los residuos en una situación dada, probablemente exigirá utilizar más de un sistema; cada caso deberá ser estudiado en forma particular por cuanto las restricciones en cuanto a la utilización de los productos (biogas, fertilizantes, etc.) determinarán la conveniencia del o los sistemas a usar.

Se considera que la tecnología de digestión anaeróbica para producir biogas está suficientemente probada en el mundo y en Chile, en tanto que, el aprovechamiento de residuos de granjas a través de la compostación y ensilaje no han sido desarrolladas en forma masiva en nuestro país.

Cada una de las tecnologías será discutida por separado, poniéndose én fasis en la digestión anaeróbica, en razón a la experiencia e información que se tiene en este tema.

3. IDENTIFICACION DE RESIDUOS

Los residuos considerados de interés en granjas o planteles de crianza de cerdos y aves se indican en el siguiente cuadro:

RESIDUOS DE INTERES

| PLANTELES PORCINOS (*) | PLANTELES AVICOLAS (*) |
|------------------------|---|
| Excretas o deyecciones | Excretas y/o "camas" (mezcla de excretas, plumas y restos de alimentos) |

(*) Sin incluir residuos de faenamiento

4. CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS

Las características más relevantes de los residuos de granjas avícolas y porcinas se muestran en los cuadros siguientes:

ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE CAMAS Y EXCRETAS DE AVES EN CRIADEROS CHILENOS (base materia seca)

| | Materia seca (%) | Cenizas (%) | Proteína cruda (%) | Extracto etéreo (%) | Fibra cruda (%) |
|-------------------------|------------------|-------------|--------------------|---------------------|-----------------|
| <u>CAMAS DE BROILER</u> | | | | | |
| Piso de tierra | 60,7±11 | 29,3±3,9 | 22,4±0,7 | 2,4±0,7 | 30,3±10,8 |
| Piso de cemento | 60,9±11 | 13,6±4,6 | 28,7±4,5 | 2,7±1,4 | 29,6±9,5 |
| <u>AVES DE POSTURA</u> | | | | | |
| Excretas | 39,4±14,3 | 45±3 | 20,2±5,3 | 2,5±0,9 | 16±4,2 |
| Camas | 74,4±10,5 | 33±0,4 | 14,6±4,4 | 1,2±0,5 | 26,9±13,5 |

FUENTE : Sociedad Chilena de Producción Animal. Utilización de Subproductos en la Alimentación de Ganado. Claudio Wernli. Editor; Santiago 1982.

CARACTERIZACION ENERGETICA DE EXCRETAS ANIMALES (Base : 1 día)

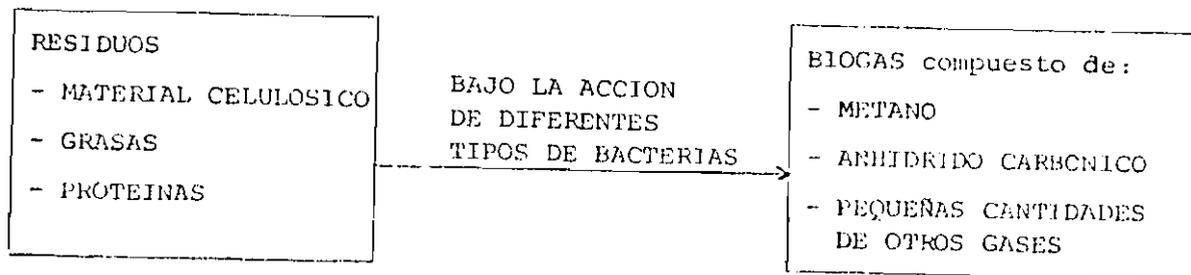
| ANIMAL | Peso (kg) | Residuo Total (kg) | Sólidos volátiles (kg) | Metano producido (m ³) |
|-------------------------|-----------|--------------------|------------------------|------------------------------------|
| Cerdo en engorda | 91 | 7,7 | 0,8 | 0,28 |
| Hembras en reproducción | 125 | 7,7 | 0,8 | 0,23 |
| Ponedora | 1,8 | 0,1 | 0,02 | 0,01 |
| Broiler | 0,9 | 0,06 | 0,01 | 0,004 |

5. DIGESTION ANAEROBICA DE RESIDUOS DE GRANJAS AVICOLAS Y PLANTELES PORCINOS

5.1. CONSIDERACIONES GENERALES

La conversión de material orgánico a biogas es un proceso natural, del cual se puede extraer energía en forma limpia; el proceso de transformación de residuos orgánicos a biogas es muy complejo, pero puede resumirse en la forma que se muestra en la figura siguiente:

GENERACION DE BIOGAS A PARTIR DE RESIDUOS ORGANICOS



La digestión de los residuos debe realizarse en condiciones de ausencia de aire para así asegurar la acción de las bacterias metanogénicas; lo

anterior significa cerrar en forma hermética el recipiente en donde se realiza la digestión.

Otras condiciones del proceso que deben preferentemente cumplirse a fin de obtener el máximo flujo de biogas del digestor son:

- Temperatura en el rango 35 - 40°C
- Un moderado grado de agitación
- El pH del material en el digestor en el rango 6,8 a 7,8
- Una alimentación diaria con un volumen fijo de residuos a fin de establecer un tiempo de residencia lo más constante posible de los residuos en el digestor.
- Evitar hasta donde sea posible los cambios bruscos de cualquier variable en el digestor.

5.2. EQUIPOS E INSTALACIONES

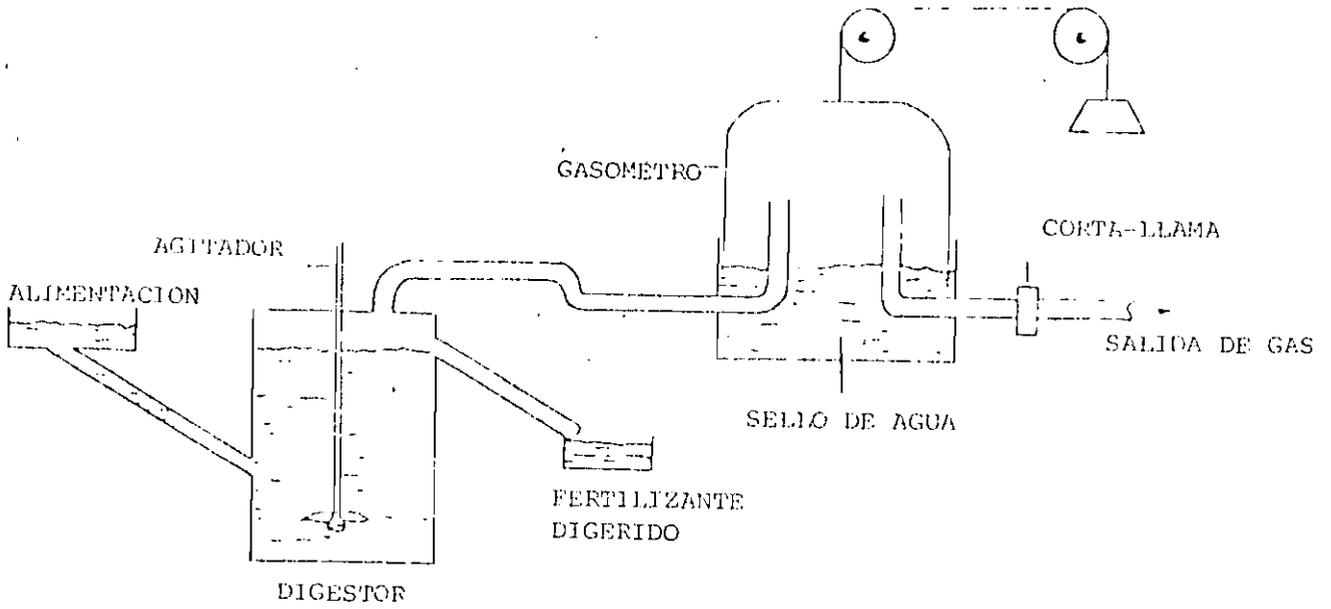
En su parte básica un sistema de obtención de biogas consta de:

- a. Un recipiente hermético en donde se realiza la digestión. Dicho recipiente puede tener forma muy variada y los materiales de construcción son concreto, metal, plástico flexible, etc. o una combinación de los anteriores. Se recomienda que el digestor esté aislado térmicamente, a fin de disminuir las pérdidas de calor.
- b. Un adecuado sistema de ductos de alimentación y evacuación del material bajo fermentación.
- c. Un recipiente para acopio del gas producido (gasómetro) que puede construirse separado del digestor o formar parte integrante de él; para el gasómetro se prefiere materiales completamente impermeables a los gases como metales o plástico.

Los elementos anteriores forman la configuración básica de un digestor; adicionalmente y con el objeto de mejorar la eficiencia de producción de gas, debería dotarse el digestor de:

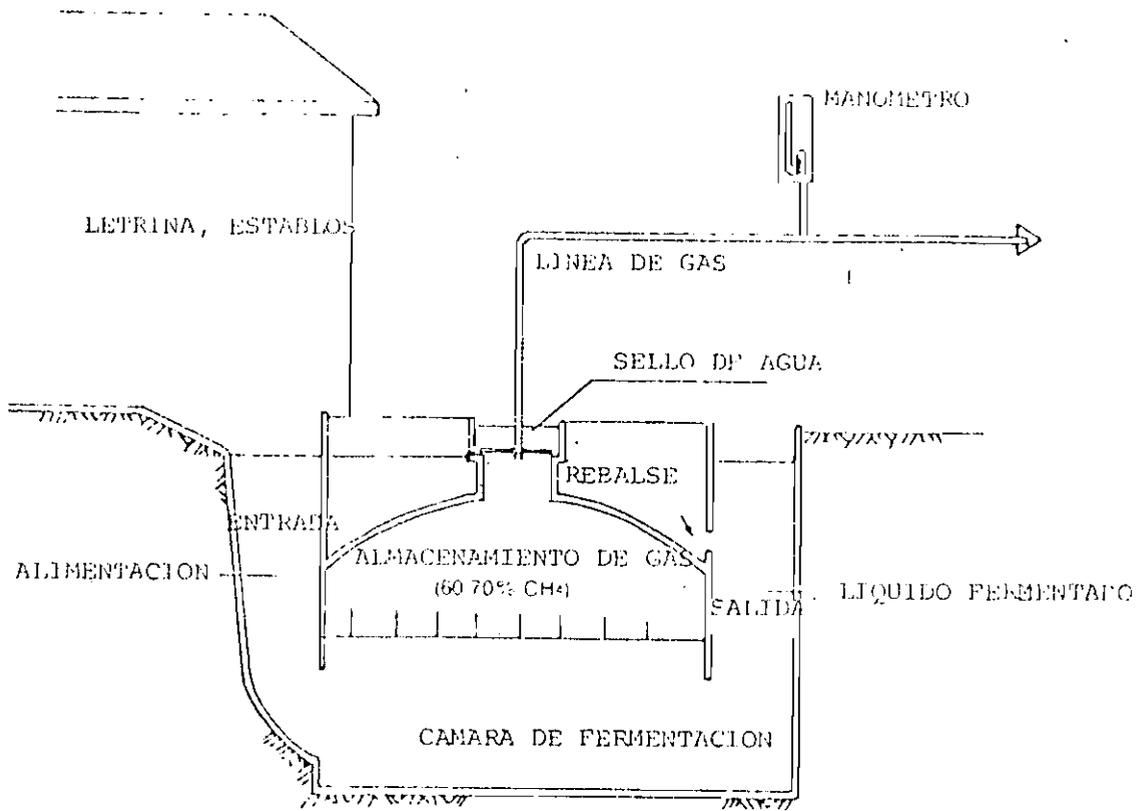
- d. Elementos para agitar el contenido del digestor, en forma continua o eventual.
- e. Elementos de calefacción para el contenido, particularmente el producto que entra al digestor cada día; debe proveerse además de algún sistema de seguridad para no sobrepasar un límite de temperatura en el digestor.

Existe una gran diversidad de diseños de sistemas de digestión anaeróbica de residuos; las figuras siguientes ilustran en forma esquemática la construcción de algunos diseños ampliamente difundidos en el mundo como por ejemplo el diseño chino y el diseño hindú. Se muestra, además, en forma muy simplificada, la idea de algunos sistemas más sofisticados con elementos térmicos y mecánicos cuya inclusión persigue un aumento en la eficiencia de generación de biogas.

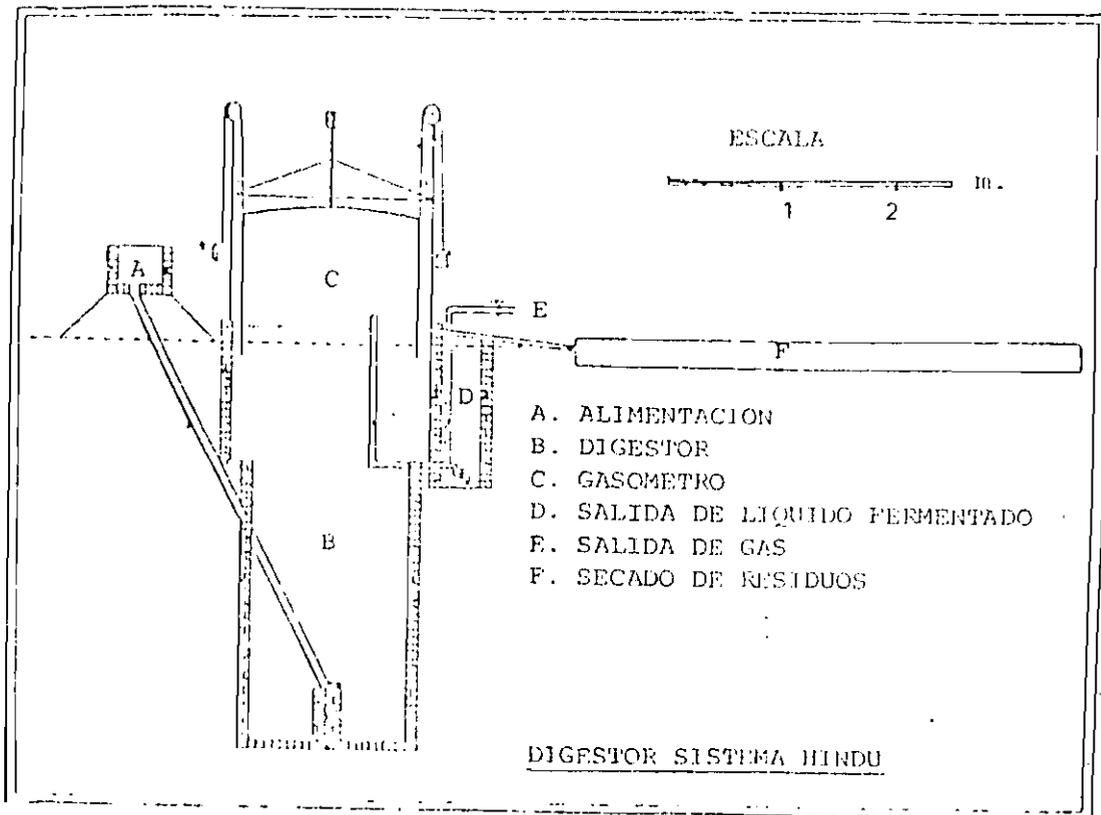


ESQUEMA GENERAL DE UN DIGESTOR DE BIOGAS



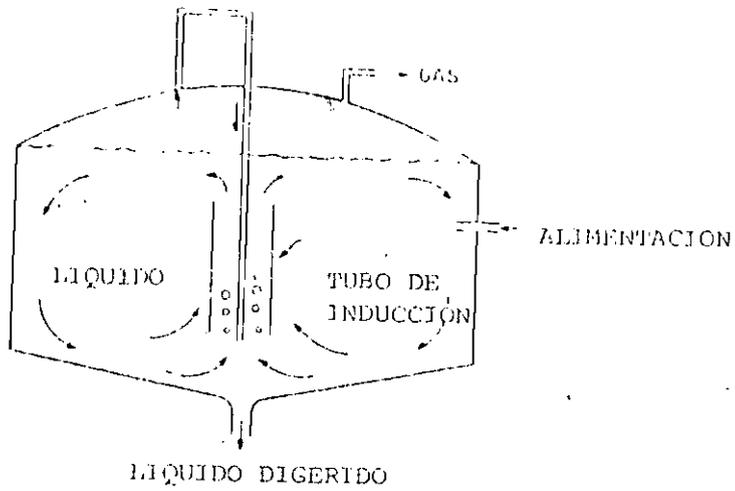


DIGESTOR SISTEMA CHINO

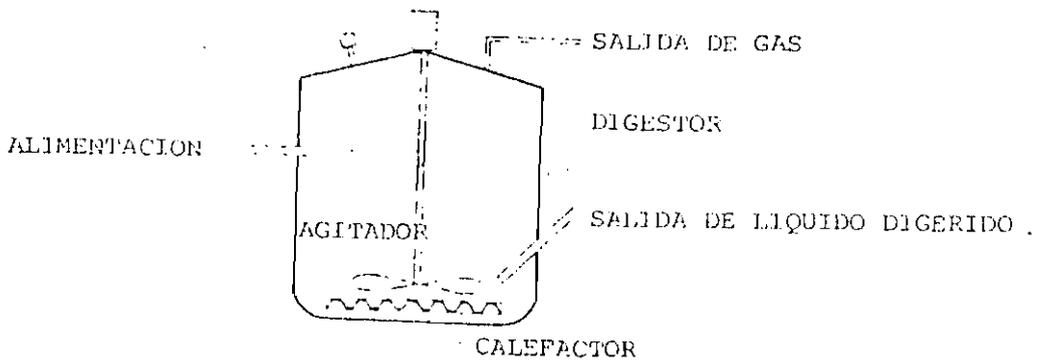


DIGESTOR SISTEMA HINDU

CIRCULACION DE GAS



DIGESTOR CON AGITACION POR MOVIMIENTO DEL LIQUIDO



DIGESTOR CON CALFACCION Y AGITACION MECANICA

ESQUEMA DE DIGESTORES MAS SOFISTICADOS



5.3. INFORMACION TECNICA BASICA SOBRE EL SISTEMA DE DUCTACION ANAEROBICA DE RESIDUOS

5.3.1. Velocidad de producción de biogas

La forma más simple de expresar la velocidad de producción de biogas es basándose en el volumen del digestor; así, una cifra conservadora considera la generación de una vez el volumen total del digestor cada 24 horas; por ejemplo, un digestor de 3 m³ generaría 3 m³ por día de biogas con aproximadamente 65% de metano, ésto para el caso específico de pollos.

El valor anterior considera que el digestor se mantiene calefaccionado a una temperatura entre 35 y 40°C y con una adecuada alimentación diaria de residuos; a temperatura menor, la velocidad de producción de biogas disminuye sustancialmente.

La literatura indica que en algunos casos de digestores altamente sofisticados, se obtienen rendimientos mayores que el indicado anteriormente.

5.3.2. Eficiencia de producción de biogas de diferentes residuos

A modo indicativo se consigna en el cuadro siguiente la eficiencia de producción de biogas de diferentes excretas, expresada en forma relativa y considerando el peso seco de las mismas, ya que la humedad suele ser extremadamente variable.

EFICIENCIA DE PRODUCCION DE BIOGAS DE DIFERENTES EXCRETAS. VALORES RELATIVOS, EXPRESADOS POR UNIDAD DE EXCRETA SECA

| ANIMAL | EFICIENCIA |
|---------|------------|
| Caballo | 21 |
| Vaca | 34 |
| Cerdo | 85 |
| Oveja | 93 |
| Pollo | 100 |

5.3.3. Relación entre número de animales y volumen de digestor

Para una situación dada, el volumen del digestor estará determinado por el número de animales cuyas excretas se requiere procesar; puede ocurrir también, que se desea calcular el requerimiento de animales para producir cierta cantidad de biogas.

El cuadro siguiente indica en forma aproximada la relación entre volumen de digestor (y por lo tanto producción de biogas) y animales.

| Volumen digestor (m3) | 5 | 10 | 50 | 100 | 200 |
|---------------------------|------|------|-------|-------|-------|
| <u>Número de animales</u> | | | | | |
| Cerdos | 42 | 84 | 417 | 834 | 1670 |
| o Aves | 1040 | 2080 | 10400 | 20800 | 41600 |

5.3.4. Volúmenes de biogas requeridos para aplicaciones específicas

Entre los diversos usos del biogas se cuenta: alumbrado, generación de potencia, calefacción, etc. Se indica en el cuadro siguiente los requerimientos horarios de biogas para aplicaciones específicas.

REQUERIMIENTOS DE BIOGAS PARA ALGUNAS APLICACIONES ESPECIFICAS

| APLICACION | ESPECIFICACION | CONSUMO m ³ /hr |
|----------------------------|---|----------------------------|
| Cocción | Cocina con quemador de 2" | 0,33 |
| | Cocina con quemador de 4" | 0,47 |
| | Cocina con quemador de 6" | 0,64 |
| | Promedio por persona-día | 0,40 |
| Alumbrado | Por lámpara de 100 candelas | 0,13 |
| Motor de gasolina o diesel | Adaptado a uso con biogas, por HP, considerando eficiencia de 25% | 0,45 - 0,51 |
| Refrigerador | Por cada pie cúbico de capacidad | 0,030 |
| Incubadora | Por cada pie cúbico de capacidad | 0,015 |

5.3.5. Insumos y servicios requeridos para digestión anaeróbica

En general el nivel de servicios requeridos (electricidad, básicamente) dependerá del grado de tecnificación del digestor; así para sistemas rudimentarios como el chino o el hindú no se requiere de energía eléctrica para alimentar motores o bombas. En caso de digestores con un mayor grado de sofisticación se requerirá de energía eléctrica. A modo

de ejemplo, un digestor con sistema de agitación mediante bomba de recirculación, calentamiento con un serpentín de agua con temperatura controlada automáticamente, presenta los siguientes requerimientos energéticos indicados en el cuadro siguiente.

REQUERIMIENTO ENERGETICO DE DIGESTORES CON AGITADOR Y CALENTAMIENTO

| | | | | |
|---------------------------------------|------|------|------|------|
| Volumen m ³ | 50 | 100 | 250 | 500 |
| KWH/día x m ³ capacidad | 1,06 | 0,94 | 0,67 | 0,66 |

En cuanto a requerimientos de agua, el consumo principal corresponde a la alimentación del digestor, vale decir para diluir las excretas que se introducen cada día al aparato; dicha dilución es variable dependiendo del grado de humedad de las excretas, a veces en proporción 1 a 1; por otra parte debe considerarse un tiempo de residencia de las excretas en el digestor de aproximadamente 25 días, lo cual significa cargar cada día el digestor con 1/25 avo de su volumen; lo anterior significa un consumo de agua de una vez el volumen del digestor cada 50 días de operación aproximadamente.

En lo que se refiere a calentamiento del digestor la práctica habitual recomienda utilizar una parte del mismo gas generado para este efecto (entre 20 - 30% dependiendo de la temperatura ambiente). Dicho volumen debe restarse a la cantidad generada, quedando el remanente disponible para consumo.

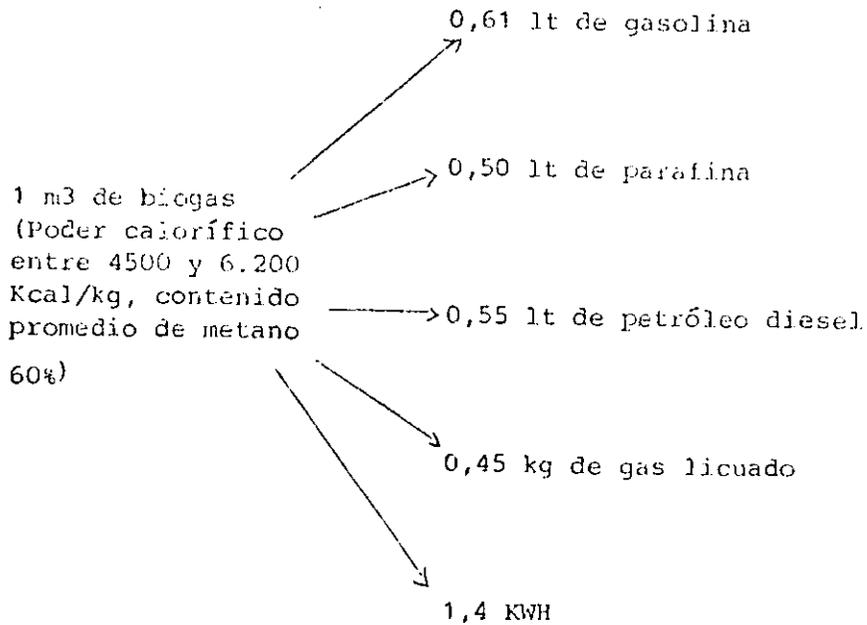
5.4. CARACTERISTICAS Y USOS DE LOS PRODUCTOS OBTENIDOS

5.4.1. Biogas

Combustible gaseoso formado fundamentalmente por metano (CH_4) y anhídrido carbónico utilizable en cualquiera de las siguientes aplicaciones:

- Cocinas
- Alumbrado
- Refrigeradores a gas
- Calefactores
- Generación de energía eléctrica

El equivalente de 1 m³ de biogas en términos de otros energéticos es el siguiente:



5.4.2. Fertilizante resultante de la digestión anaeróbica de residuos

La práctica de digestión anaeróbica de residuos ha mostrado que las características del efluente líquido resultan mejoradas por el proceso en particular para su uso como fertilizante.

- El olor resulta bastante disminuído
- Los microorganismos patógenos se destruyen completamente
- La disponibilidad de algunos nutrientes resulta aumentada

El cuadro siguiente indica un análisis químico típico del efluente de una digestión anaeróbica de excretas de ave.

ANALISIS DEL EFLUENTE LIQUIDO DE UNA FERMENTACION ANAEROBICA DE EXCRETAS DE AVE

| PARAMETRO | RANGO |
|---|--------------|
| Sólidos totales (%) | 5,0 - 7,2 |
| Sólidos volátiles como % de sólidos totales | 52 - 62 |
| pH | 7,7 - 8,0 |
| Nitrógeno total mg/lt | 8000 - 10300 |
| Nitrógeno amoniacal mg/lt | 6500 - 8100 |
| Fósforo mg/lt | 2000 - 2800 |
| Potasio mg/lt | 2600 - 5100 |

5.5. Aplicación en Chile de la tecnología de producción de Biogas y sus riesgos y limitaciones

La tecnología de producción de biogas es totalmente factible desde el punto de vista tecnológico; actualmente existen en el país algunos digestores en funcionamiento; entre ellos el de la parcela "La Colonia" en Illapel. Este digestor de 300 m³ de capacidad, funciona calefaccionado a 35°C, utilizando parte del biogas para este objeto. El fertilizante producido se utiliza en la misma parcela, y el excedente energético, en la forma de biogas será utilizado en el futuro para una planta deshidratadora.

Otros digestores han funcionado en Chile en forma esporádica, debido a que no poseen, o poseen sistemas muy rudimentarios de mantención de las fecas a temperaturas promedio de sobre 30°C, que es la temperatura adecuada de fermentación.

Una limitación fundamental que va a condicionar la factibilidad técnico-económica de la producción de biogas a partir de excretas, es el carácter de confinamiento de la explotación de los animales, por el costo que significaría la recolección de las excretas. Otra indicación de importancia, es la de la utilización de todo el biogas generado y el fertilizante, en la misma granja o en la cercanía del plantel porcino o granja avícola, por el costo de transporte tanto del fertilizante como del gas y por la complejidad técnica y el costo de comprimir el biogas producido para que su transporte sea compatible con la economía.

6. COMPOSTACION

6.1. Descripción del Proceso

El proceso de compostación, es un proceso biológico por el cual los residuos orgánicos sufren una fermentación aeróbica y son convertidos a "humus". El proceso en sí es muy complejo y ocurre naturalmente debido a la interacción de muy diversos organismos presentes en los suelos, entre ellos bacterias, hongos, protozoos, insectos, nemátodos, etc.

El tratamiento de las excretas para la compostación debe realizarse con la adición de material vegetal, con alto contenido de celulosa y en presencia de aire; para lograr un buen proceso se debe por lo tanto mezclar las excretas y los restos vegetales por capas. El proceso demora alrededor de 4 a 12 semanas, conociéndose el punto final por la estabilización de la temperatura dentro de la pila, la que se equilibra con la temperatura ambiente.

Otras condiciones que se deben cumplir para asegurar un buen proceso son:

- Humedad entre el 50 y el 70%
- pH del material a compostar debe estar en el rango de 6,0 a 8,0
- Temperatura, la primera parte del proceso se desarrolla entre los 25 y 35°C (bacterias mesófilas); luego el proceso continúa a temperaturas de 45 a 70°C (bacterias termófilas)
- Nutrientes, es importante la relación C:N; ésta debiera ser 1: 15-30. Por ello es necesario agregar material vegetal como paja, hojas y aserrín e incluso trozos de madera o virutas. Fósforo y Potasio son importantes para el proceso.

A modo de información se entrega en el cuadro siguiente porcentaje de N y relación C:N de diferentes productos de desecho .

CONTENIDO DE N Y RELACION C:N DE DESECHOS ORGANICOS

| | <u>N (%)</u> | <u>C:N</u> |
|---------------------------|--------------|------------|
| <u>Desechos animales</u> | | |
| Orina | 15-18 | 0,8 |
| Sangre | 10-14 | 3,0 |
| Excretas de aves | 6,3 | 14 |
| Excretas de cerdos | 3,9 | 20 |
| Excretas de vacunos | 1,7 | 18 |
| <u>Residuos vegetales</u> | | |
| Heno | 4,0 | 12 |
| Alfalfa | 2,4 - 3,0 | 16 - 20 |
| Paja | 1,1 | 48 |
| Pajilla de trigo | 0,3 | 128 |
| Aserrin | 0,1 | 511 |
| <u>Otros desechos</u> | | |
| Basura doméstica | 2,2 | 25 |
| Algas | 1,9 | 19 |

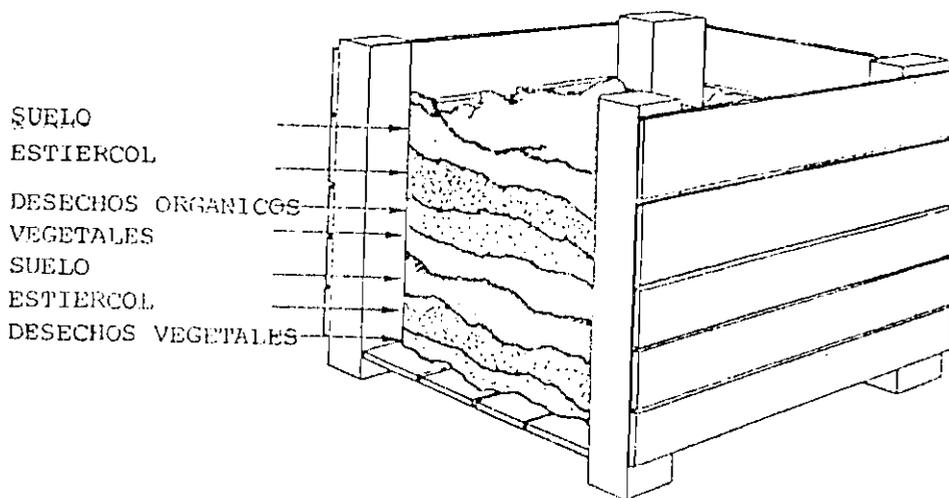
FUENTE : Methane Generation from Human, Animal, and Agriculture Wastes, National Academy of Sciences, 1977.

6.2. Instalaciones

El proceso de compostación puede llevarse a cabo en forma muy rudimentaria y a muy diferentes escalas, de acuerdo a las necesidades y a los volúmenes de excretas disponibles.

El sistema más simple de compostación, que se ilustra en la figura siguiente, puede ser realizado a nivel rural; no requiere necesariamente de un cajón de madera, también puede efectuarse por simple llenado de fosos, cavados en terrenos sin excesiva humedad.

FIGURA : COMPOSTACION - SISTEMA SIMPLE



Otro sistema, muy utilizado en China, es amarrar pilas, en que la mezcla de excretas con residuos vegetales va en la relación 1:4. La pila es generalmente elongada, a la cual se le insertan "palos" de bambú, los que sirven para ventilar la pila. Una vez terminada la preparación de la mezcla de compostación en la pila, se recubre con barro; una vez que éste se ha endurecido, se remueven los palos de ventilación. El barro actúa como un excelente material aislante, lo que ayuda a mantener la temperatura natural de compostación en forma pareja en la pila, contribuyendo así a destruir los gérmenes patógenos de las excretas, además impide la evaporación de nutrientes volátiles como Nitrógeno y evita la pérdida de humedad. Este tipo de sistemas de compostación alcanzan temperaturas de 60 a 70°C a los 4 ó 5 días de iniciado el proceso; en ese momento los orificios de ventilación deben sellarse. Al cabo de dos semanas la pila se abre, se remueve y se vuelve a sellar con barro, agregándole agua si fuese necesario.

Se conoce el punto final del proceso al estabilizarse la temperatura de la pila, igualándose a la temperatura del ambiente.

También puede aplicarse el proceso de compostación a gran escala, a nivel de comunidad. En este caso específico el sistema debe ser con aireación forzada, por medio de cañería perforada por donde se inyecta aire a presión. El recubrimiento de la pila de compostación puede hacerse en este caso con barro, aserrín, o restos leñosos finamente divididos.

La figura siguiente muestra el Sistema de Compostación utilizado en China.

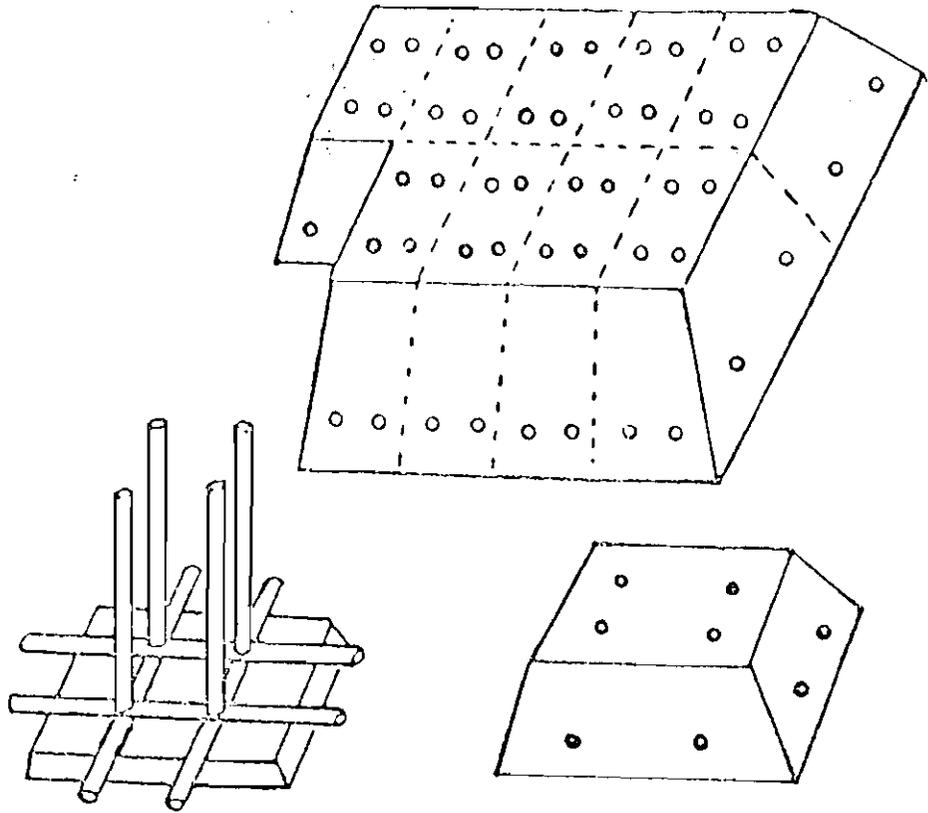


FIGURA : PILA DE COMPOSTACION (MODELO CHINO)

6.3. Usos y ventajas de la compostación

El producto obtenido por el proceso de compostación puede ser utilizado directamente como fertilizante o bien como tierra de hojas en mezcla para preparaciones de jardines, o como mejoradores de suelos. El "humus" obtenido posee una excelente capacidad de retención de agua y además presenta la ventaja de no poseer vivos los gérmenes patógenos propios del estiércol, ya que son destruidos por las altas temperaturas desarrolladas durante el proceso.

7. ENSILAJE DE MEZCLAS EXCRETAS-MATERIAL VEGETAL

7.1. Descripción del proceso

Las excretas animales tanto de vacunos, porcinos como aves pueden mezclarse en una proporción no mayor del 50%, con desechos vegetales celulósicos, y ser sometidos a un proceso fermentativo, conocido con el nombre de ensilaje.

Si se considera el aspecto económico, las excretas animales recicladas como forraje tienen muchísimo más valor que como fertilizantes.

La técnica del ensilaje produce un alimento animal excelente, en especial para ganado vacuno y además entrega un producto exento de los gérmenes patógenos propios de las excretas.

Durante el período de ensilaje se produce en la mezcla excretas-material vegetal, una fermentación láctica, lo que mejora no sólo el aspecto, y olor de la mezcla, sino que también eleva la calidad nutritiva por medio de un incremento del material proteico, debido a la proliferación de bacterias lácticas. Durante el proceso se produce además un descenso del pH lo que promueve a mejorar la conservación del producto, sin que sufra putrefacción posterior.

La proporción adecuada de la mezcla excreta-desechos vegetales va a depender de la naturaleza de las excretas y del material vegetal con que se mezclará.

Mezclas indicadas en la literatura citan 60 partes de excretas de cerdo o vacuno con 40 partes de paja u hojas o pasto; ó 60 partes de excretas de cerdo o vacuno, 20 partes de excretas de aves y 20 partes de heno u otros residuos vegetales como grano molido. Estas mezclas convenientemente fermentadas pueden constituir una ración completa de ganado, que no produce acumulación de sustancias tóxicas, pero sin embargo cabe hacer notar que esta mezcla tendría una deficiencia en vitamina A, la que debiera ser adicionada.

El material a fermentar debiera poseer un contenido de humedad en el rango de 35 a 45%; un menor contenido de humedad retarda el proceso fermentativo, no produciéndose la cantidad de ácido requerido para la conservación posterior del producto. Un exceso de humedad en cambio favorece la aglomeración del material, por lo cual la fermentación no se desarrolla en forma homogénea.

Una recomendación importante sería realizar el fraccionamiento de los residuos vegetales y una buena homogenización de la mezcla excretas-material vegetal.

El proceso de ensilaje puede ser realizado en forma parcialmente aeróbica o anaeróbica.

Si se realiza la fermentación por vía parcialmente aeróbica, va a predominar en el proceso un tipo de bacteria llamada *LACTOBACILLUS FERMENTUM* y además pueden llegar a predominar las levaduras, las que competirán por el sustrato con las bacterias lácticas fermentativas.

En el proceso fermentativo por vía anaeróbica en cambio, no existiría el proceso competitivo entre levaduras y bacterias lácticas, alcanzándose por lo tanto la fermentación total en forma más rápida. Las bacterias que predominan en el proceso anaeróbico son LACTOBACILLUS PLANTARUM y LACTOBACILLUS CASEI.

Las bacterias lácticas fermentativas no necesitan ser inoculadas, ya que existen naturalmente en excretas de vacunos y cerdos.

7.2. Instalaciones

El ensilaje es una tecnología muy simple, no requiriendo equipos muy sofisticados, ni grandes inversiones.

El silo puede ser de cualquier tipo de material, puesto que la fermentación puede proceder por vía anaeróbica o parcialmente aeróbica.

Para adaptar el tipo de silo a utilizar se deben considerar además de la materia prima, aspectos como condiciones climáticas, topografía y características del terreno, condiciones ambientales, etc.

Los diversos tipos de silos de uso más común son: Silos Parva, Canadiense, Trinchera y Torre.

Silo Parva

Es simplemente una pila con el material a ensilar colocado en capas. Es muy barato ya que no necesita instalaciones especiales, pero el producto final no es de muy buena calidad.

Silo Canadiense

Es una forma perfeccionada del silo Parva, en el cual se construye un molde de madera, que puede ser semi-enterrado o a nivel del terreno. Es importante cuidar la hermeticidad lateral del molde, para lograr la obtención de un buen ensilaje.

Silo Trinchera

Es una excavación profunda en la que se debe cuidar que el suelo no tenga un nivel alto de agua freática en invierno, y debe además tener cierta consistencia para evitar desmoronamientos.

Los silos Parva, Canadiense y Trinchera deberían recubrirse con material plástico impermeable al aire, en la superficie superior para asegurar un cierto grado de anaerobiosis durante la fermentación.

Silo Torre

Este es sin duda el mejor tipo de silos, pero su elevado costo no lo haría factible para el objetivo que se persigue, a menos de contar en el predio con uno ya construido. Este tipo de instalación permite una buena hermeticidad, lo que asegura un producto final de buena calidad y además permite una buena compactación del material, lo que es también deseable.

7.3. Usos y ventajas del ensilaje

El sistema de ensilaje permite la obtención de un forraje de excelente calidad, apto en especial para vacunos, a partir de desechos de difícil reciclaje como son excretas de animales y material vegetal de desecho.

Las ventajas que representa además del punto de vista económico son notables ya que permite recuperar las excretas animales libres de gérmenes patógenos, con mejor palatabilidad y además con un contenido nutricional adicional, representado por las proteínas de los cuerpos microbianos producidos durante la fermentación láctica.

7. FUENTES DE APOYO TECNICO

Las instituciones nacionales que poseen información tecnológica sobre estos procesos son:

- Instituto de Investigaciones Tecnológicas, INTEC/CHILE, Avda. Santa María 06500, Lo Curro, Fono 2289066, Santiago, y
- Fundación Chile, Vía Sur Parque Institucional 6651, Fono 2281446, Santiago.

CAPITULO III

- Residuos de Mataderos
- Cartilla: Aprovechamiento de la Sangre
- Cartilla: Aprovechamiento del Páncreas, Hígados y Pulmones
- Cartilla: Aprovechamiento de las Astas y Pezuñas de Bovinos
- Cartilla: Aprovechamiento de las Canales Decomisadas



CAPITULO III

RESIDUOS DE MATADEROS



RESIDUOS DE MATADEROS

1. IDENTIFICACION DE LOS RESIDUOS

Los residuos generados en las plantas faenadoras de carne (mataderos) son los siguientes:

- sangre
- contenido ruminal
- glándulas
- órganos
- fermentos
- huesos
- astas y pezuñas
- fecas
- decomisos

Todos estos residuos corresponden a la elaboración primaria de las diferentes especies de animales que se faenan en los mataderos, es decir: vacunos, ovejunos, porcinos, caballares, caprinos y auquénidos.

Sin embargo, por existir un nivel tecnológico muy distinto entre los diferentes mataderos del país, la incidencia de los residuos nombrados en el total de desperdicios de cada matadero varía enormemente. Un ejemplo de ésto es la sangre de bovino, que se produce en la Planta Faenadora de Carnes Lo Valledor, donde toda la producción es vendida para su posterior procesamiento. Aquí la sangre es claramente un sub-producto y no un residuo, a diferencia de lo que ocurre en los otros mataderos existentes, donde la sangre se bota al alcantarillado. Otros ejemplos que existen para la mayoría de los productos, se analizan en el punto 4.2.

2. ESTIMACION DE CANTIDADES DE RESIDUOS

2.1. Beneficio nacional de animales

En este punto se indican los totales nacionales, en relación al beneficio de animales según las diferentes especies, para los años 1975-1982. Esta información, que corresponde a los productos primarios que generan los residuos en estudio en este capítulo, junto con los coeficientes que se indican en el punto 2.2., dan el potencial nacional de residuos existentes.

CUADRO N°1. ANIMALES BENEFICIADOS POR ESPECIE 1975-1982

| AÑO | ANIMALES BENEFICIADOS EN LOS MATADEROS | | | | |
|------|--|-----------|----------|------------|----------|
| | VACUNOS | OVEJUNOS | PORCINOS | CABALLARES | CAPRINOS |
| 1975 | 892.926 | 1.048.035 | 462.681 | 14.963 | 22.727 |
| 1976 | 809.732 | 948.623 | 376.206 | 17.459 | 21.672 |
| 1977 | 674.359 | 932.765 | 415.695 | 24.945 | 22.870 |
| 1978 | 636.719 | 888.903 | 485.116 | 30.277 | 20.093 |
| 1979 | 659.289 | 1.064.456 | 623.920 | 45.601 | 22.794 |
| 1980 | 610.447 | 942.940 | 697.497 | 50.262 | 16.072 |
| 1981 | 690.000 | 965.997 | 797.662 | 39.220 | 10.393 |
| 1982 | 780.898 | 885.628 | 821.837 | 32.075 | 14.380 |

FUENTE : INE

En el cuadro anterior no aparecen especificados los auquénidos, debido a que su número es poco relevante, incluso para los mataderos de la I y II Regiones, que son los lugares donde existe beneficio de esta especie.

A continuación se presenta la distribución del beneficio de vacunos según clase para los años 1975 a 1982.

CUADRO N°2. ANIMALES VACUNOS BENEFICIADOS POR CLASE. 1975-1982

| AÑO | ANIMALES BENEFICIADOS EN LOS MATADEROS | | | | | | |
|------|--|----------|---------|--------|-----------------|-----------|---------------------|
| | TOTAL | NOVILLOS | VACAS | BUEYES | TOROS Y TORUNOS | VAQUILLAS | TERNEROS Y TERNERAS |
| 1975 | 892.926 | 410.524 | 365.686 | 40.434 | 21.082 | 51.318 | 3.882 |
| 1976 | 809.732 | 372.143 | 306.053 | 38.280 | 21.921 | 58.288 | 13.047 |
| 1977 | 674.359 | 325.921 | 232.992 | 32.646 | 19.816 | 52.156 | 10.828 |
| 1978 | 636.719 | 320.320 | 203.128 | 35.610 | 20.479 | 48.735 | 8.447 |
| 1979 | 659.289 | 332.599 | 215.311 | 33.301 | 19.040 | 52.063 | 6.975 |
| 1980 | 610.447 | 331.170 | 191.423 | 27.909 | 16.288 | 39.064 | 4.593 |
| 1981 | 690.000 | 426.613 | 168.759 | 32.065 | 19.517 | 38.301 | 4.745 |
| 1982 | 780.898 | 378.996 | 241.302 | 37.611 | 24.643 | 89.509 | 8.837 |

FUENTE : INE

2.2. Coefficientes residuo/producto primario

2.2.1. Sangre

El rendimiento promedio aproximado de sangre según la especie es la siguiente:

- Bovinos : 11,3 lts/bovino beneficiado
- Ovinos : 1,00 lts/ovino beneficiado
- Porcinos : 2,00 lts/porcino beneficiado

No se poseen los datos referentes al rendimiento en sangre de equinos y caprinos, pero su producción no influye en

los valores globales, ya que el número de animales de estas especies beneficiados fluctúa entre el 1,5 y el 2,9 % del total.

2.2.2. Contenido ruminal

El contenido ruminal es el alimento sin digerir que se encuentra en el primer estómago de los herbívoros.

A pesar del ayuno de los animales antes de su faenamiento y debido a que el paso de los alimentos por el sistema digestivo es extraordinariamente lento, no se produce el vaciado del rumen (panza).

Para el ganado bovino se tiene que el contenido ruminal que se obtiene por animal es de alrededor de 70 kg.

En el caso del ganado ovino el contenido ruminal es de aproximadamente 4 kg por animal.

Los porcinos no tienen contenido ruminal, por poseer distinto aparato digestivo.

2.2.3. Glándulas, órganos y fermentos

Existen una serie de glándulas, órganos y fermentos que en la actualidad no se están utilizando en un 100% y que tienen un valor económico interesante.

A continuación se entregan los coeficientes de rendimiento para aquellos productos más significativos.

CUADRO N°3. SUBPRODUCTOS ANIMALES DE DIFERENTES ESPECIES

| <u>Sub-producto</u> | <u>N° de animales necesarios para obtener 1 kg de producto</u> |
|--|--|
| Páncreas de vaca | 4 |
| Páncreas de ternera | 16 o más |
| Páncreas de cerdo | 12 |
| Páncreas de oveja | 30 - 40 |
| Ovarios de vaca | 85 - 110 |
| Ovarios de cerda | 110 - 130 |
| Ovarios de oveja | 1100 - 1500 |
| Tiroides de vaca | 65 - 85 |
| Tiroides de cerdo | 85 - 110 |
| Tiroides de oveja | 175 - 260 |
| Paratiroides de vaca | 2200 |
| Paratiroides de oveja | 3500 |
| Pituitaria de vaca | 330 - 380 |
| Pituitaria de cerdo | 3900 |
| Pituitaria de oveja | 3300 |
| Suprarrenal de vaca | 55 |
| Suprarrenal de cerdo | 175 - 220 |
| Suprarrenal de oveja | 330 |
| Bilis de buey (concentrada hasta 75% de sólidos) | 45 - 65 |
| Bilis de buey, líquida | 4 - 6 |
| Bilis de oveja, concent. | 440 - 550 |
| Bilis de oveja, líquida | 45 - 65 |
| Testículos de toro | 4 |

FUENTE : FAO; Cuaderno de Fomento Agropecuario N°75.

Respecto a otros órganos, como pulmones e hígados, se analizan en el punto 2.2.7., ya que dependen de los porcentajes de decomisos.

2.2.4. Huesos

Los huesos representan, en el caso de los vacunos, en promedio alrededor de un 15% del peso de una canal preparada. Esta proporción varía según las razas y el estado de nutrición, edad, etc., pudiendo descender al 12% en los animales que se encuentran en excelente estado de salud y subir al 30% en el ganado enflaquecido.

Los huesos de lanares y cabras representan del 20 al 30 % de su peso y los de los cerdos del 12 al 30%.

Sin embargo, debido a la forma de comercializar la carne en nuestro país, prácticamente todo el hueso sale del matadero junto con la carne, por lo que sus volúmenes residuales son muy bajos.

En la actualidad los únicos huesos que representan algún volumen interesante son los que corresponden a las cabezas (cráneos) de bovinos.

En promedio el hueso correspondiente a las cabezas de bovinos pesa alrededor de 6 kg, que sería la cantidad de hueso que queda por animal beneficiado.

2.2.5. Astas y pezuñas

La harina de astas y pezuñas es un producto con un alto contenido en nitrógeno, lo cual significa que puede constituirse en un excelente fertilizante.

Los coeficientes de obtención de estos productos son:

- de un bovino se obtiene entre 750 y 1000 grs de astas y pezuñas
- de un porcino se obtienen alrededor de 80 grs de pezuñas.

2.2.6. Fecas

La cantidad de fecas que aporta cada animal al total acumulado durante su permanencia en el matadero, depende del número de días que permanezca en él.

De acuerdo a la producción normal por día de fecas y tomando como referencia información entregada en el matadero Lo Valledor, se tiene que en promedio cada animal aporta:

- bovinos : 40 - 47 kg
- porcinos : 6 - 8 kg
- ovinos : 4 - 7 kg

Estos valores son para el tiempo total de permanencia promedio de los animales.

2.2.7. Decomisos

Los decomisos corresponden a animales (canales) enteros y vísceras que no tienen autorización de ser vendidas como alimento para consumo humano.

De acuerdo a un estudio realizado respecto a las plantas que integran la Asociación de Plantas Faenadoras y Frigoríficos de Carne (Ref. N° 3), se establece que los decomisos son los siguientes:

- bovinos : 0,18% de canales enteras
- porcinos : 1,2 % de canales enteras
- ovinos : porcentaje no representativo

En relación a las vísceras, que comprenden la cabeza, pulmón, hígado, corazón, bazo, riñón y tripal, los porcentajes de decomisos son los siguientes:

- Bovinos

- . cabezas : 0,85% (20 kg promedio)
- . pulmones : 100% (por disposición del Ministerio de Salud) (4 kg promedio)
- . hígados : 50% (5 kg promedio)
- . riñones : 13% (400 gr promedio)
- . tripales : 5 kg/animal (en promedio)

- Porcinos

- . hígados : 12% (1,5 kg promedio)
- . pulmones : 100% (idem bovinos) (1 kg promedio)
- . tripales : 2 kg/animal (en promedio)

- Ovinos:

- . hígados : 35% (0,5 kg promedio)
- . pulmones : 100% (idem bovinos) (0,5 kg promedio)
- . tripales : 1 kg/animal (en promedio)

Respecto a las otras vísceras, el porcentaje de decomiso es poco significativo.

2.3. Cálculo de las cantidades potenciales de residuos

En base a la información de los puntos anteriores, se entrega en el cuadro N°4 el cálculo del potencial de residuos existentes en el país para los años 1981 y 1982.

En el punto 4 se hace la selección definitiva de los residuos que existen en el país, en función del aprovechamiento que en la actualidad se les está dando a algunos de ellos.

CUADRO N°4 : POTENCIAL DE RESIDUOS EXISTENTES EN EL PAIS, AÑOS 1981 y 1982
PROMEDIO POR ESPECIE

| PRODUCTO | VACUNOS | | PORCINOS | | OVINOS | |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|--------|
| | 1981 | 1982 | 1981 | 1982 | 1981 | 1982 |
| Sangre (m3) | 7.797,0 | 8.824,1 | 1.595,3 | 1.643,7 | 966,0 | 885,6 |
| Cont.ruminal (ton) | 48.300 | 54.663 | - | - | 3.864 | 3.543 |
| Páncreas (kg) | 172.500 | 195.225 | 66.472 | 68.486 | 27.600 | 25.304 |
| Ovarios (kg) | 2.124 | 3.393 | 3.324 (1) | 3.424 (1) | 372 (2) | 34 (2) |
| Tiroides (kg) | 9.200 | 10.412 | 8.181 | 8.429 | 4.441 | 4.072 |
| Paratiroides (kg) | 314 | 355 | - | - | 276 | 253 |
| Pituitaria (kg) | 1.944 | 2.200 | 205 | 211 | 293 | 266 |
| Suprarrenal (kg) | 12.545 | 14.198 | 4.039 | 4.161 | 2.927 | 2.634 |
| Bilis de buey 75% (kg) | 583 | 684 | - | - | - | - |
| Bilis de oveja 75% (kg) | - | - | - | - | 1.952 | 1.789 |
| Testículos de toro (kg) | 4.879 | 6.161 | - | - | - | - |
| Huesos (ton) | 4.140,0 | 4.685,4 | - | - | - | - |
| Astas y pezuñas (ton) | 603,8 | 683,3 | 63,8 | 65,7 | - | - |
| Fecas (ton) | 30.015 | 33.969 | 5.584 | 5.753 | 5.313 | 4.671 |
| Decomisos: canales (ton) | 298,1 (3) | 337,3 (3) | 526,5 (4) | 542,4 (4) | - | - |
| .cabezas (ton) | 117,3 | 132,8 | - | - | - | - |
| .pulmones (ton) | 2.760,0 | 3.123,6 | 797,7 | 821,8 | 483,0 | 442,8 |
| .hígados (ton) | 1.725,0 | 1.952,2 | 143,6 | 147,9 | 169,0 | 155,0 |
| .riñones (ton) | 71,8 | 81,2 | - | - | - | - |
| .tripales (ton) | 3.450,0 | 3.904,5 | 1.595,3 | 1.643,7 | 966,0 | 885,6 |

(1) Se considera que un 50% del beneficio de porcinos corresponde a hembras

(2) idem (1)

(3) peso promedio : 240 kg/canal

(4) peso promedio : 55 kg/canal

FUENTE : INTEC/CHILE

3. DISTRIBUCION ESPACIAL DE LOS RESIDUOS

3.1. Residuos por Región

Para analizar la distribución espacial de los residuos, se cuenta con la información referente al beneficio regional de las diferentes especies de animales. En el cuadro N°5 se encuentra el beneficio de ganado para el año 1982.

CUADRO N°5: BENEFICIO REGIONAL DE GANADO PARA EL AÑO 1982
(Número)

| REGION | VACUNOS | PORCINOS | OVEJUNOS |
|------------------|----------------|----------------|----------------|
| I | 10,321 | 4.047 | 3.838 |
| II | 6.473 | 1.118 | 639 |
| III | 8.029 | 595 | 1.327 |
| IV | 13.229 | 3.666 | 1.887 |
| V | 71.689 | 53.616 | 22.928 |
| VI | 38.957 | 31.872 | 27.329 |
| VII | 43.324 | 54.594 | 10.461 |
| VIII | 68.614 | 72.871 | 34.949 |
| IX | 63.188 | 32.851 | 11.772 |
| X | 104.783 | 41.271 | 15.254 |
| XI | 8.353 | 1.267 | 44.550 |
| XII | 21.575 | 2.866 | 541.600 |
| Metropolitana | 322.363 | 521.203 | 169.094 |
| T O T A L | 780.898 | 821.837 | 885.628 |

De acuerdo al beneficio regional de ganado, tanto bovino, porcino como ovino, la distribución regional de los principales residuos se encuentra en los cuadros siguientes:

CUADRO N° 6, POTENCIAL DE SANGRE RESIDUAL EXISTENTE EN EL PAIS, POR REGIONES, PARA EL AÑO 1982 (m3)

| REGION | VACUNOS | PORCINOS | OVINOS |
|---------------|---------|----------|--------|
| I | 116,6 | 8,1 | 3,8 |
| II | 73,1 | 2,2 | 0,6 |
| III | 90,7 | 1,2 | 1,3 |
| IV | 149,5 | 7,3 | 1,9 |
| V | 810,1 | 107,2 | 22,9 |
| VI | 440,2 | 63,7 | 27,3 |
| VII | 489,6 | 109,2 | 10,5 |
| VIII | 775,3 | 145,7 | 34,9 |
| IX | 714,0 | 65,7 | 11,8 |
| X | 1.184,0 | 82,5 | 15,3 |
| XI | 94,4 | 2,5 | 44,6 |
| XII | 243,8 | 5,7 | 541,6 |
| Metropolitana | 3.642,7 | 1.042,4 | 169,1 |
| T O T A L | 8.824,0 | 1.643,4 | 885,6 |

FUENTE: INTEC/CHILE

CUADRO N°7 . POTENCIAL DE CONTENIDO RUMINAL EXISTENTE EN
EL PAIS, POR REGIONES, PARA EL AÑO 1982 (Ton)

| REGION | VACUNOS | OVINOS |
|---------------|----------|---------|
| I | 722,5 | 15,4 |
| II | 453,1 | 2,6 |
| III | 562,0 | 5,3 |
| IV | 926,0 | 7,5 |
| V | 5.018,2 | 91,7 |
| VI | 2.727,0 | 109,3 |
| VII | 3.032,7 | 41,8 |
| VIII | 4.803,0 | 139,8 |
| IX | 4.423,2 | 47,1 |
| X | 7.334,8 | 61,0 |
| XI | 584,7 | 178,2 |
| XII | 1.510,3 | 2.166,4 |
| Metropolitana | 22.565,4 | .676,4 |
| T O T A L | 54.662,9 | 3.542,5 |

FUENTE: INTEC/CHILE

CUADRO N°8. POTENCIAL DE PANCREAS EXISTENTE EN EL PAIS,
POR REGIONES, PARA EL AÑO 1982 (kg)

| REGION | VACUNOS | PORCINOS | OVINOS |
|---------------|----------|----------|----------|
| I | 2.520,3 | 337,3 | 109,7 |
| II | 1.618,3 | 93,2 | 18,3 |
| III | 2.007,3 | 49,6 | 37,9 |
| IV | 3.307,3 | 305,5 | 53,9 |
| V | 17.922,3 | 4.468,0 | 655,1 |
| VI | 9.739,3 | 2.656,0 | 780,8 |
| VII | 10.831,0 | 4.549,5 | 298,9 |
| VIII | 17.153,5 | 6.072,6 | 998,5 |
| IX | 15.797,0 | 2.737,6 | 336,3 |
| X | 26.195,8 | 3.439,3 | 435,8 |
| XI | 2.088,3 | 105,6 | 1.272,9 |
| XII | 5.393,8 | 238,8 | 15.474,3 |
| Metropolitana | 80.590,8 | 43.433,6 | 4.831,3 |
| T O T A L | 195.225 | 68.486,6 | 25.303,7 |

FUENTE: INTEC/CHILE

CUADRO N°9. POTENCIAL DE ASTAS Y PEZUÑAS EXISTENTES EN EL PAIS, POR REGIONES, PARA EL AÑO 1982 (Ton)

| REGION | VACUNOS | PORCINOS |
|---------------|---------|----------|
| I | 9,0 | 0,3 |
| II | 5,7 | 0,1 |
| III | 7,0 | 0,0 |
| IV | 11,6 | 0,3 |
| V | 62,7 | 4,3 |
| VI | 34,1 | 2,5 |
| VII | 37,9 | 4,4 |
| VIII | 60,0 | 5,8 |
| IX | 55,3 | 2,6 |
| X | 91,7 | 3,3 |
| XI | 7,3 | 0,1 |
| XII | 18,9 | 0,2 |
| Metropolitana | 282,1 | 41,7 |
| T O T A L | 683,3 | 65,6 |

FUENTE : INTEC/CHILE

CUADRO N° 10. POTENCIAL DE FECAS EXISTENTES EN LOS MATADEROS DEL PAIS, POR REGIONES, PARA EL AÑO 1982 (Ton)

| REGION | VACUNOS | PORCINOS | OVINOS |
|---------------|----------|----------|---------|
| I | 449,0 | 28,3 | 21,1 |
| II | 281,6 | 7,8 | 3,5 |
| III | 349,3 | 4,2 | 7,3 |
| IV | 575,5 | 25,7 | 10,4 |
| V | 3.118,5 | 375,3 | 126,1 |
| VI | 1.694,6 | 223,1 | 150,3 |
| VII | 1.884,6 | 382,2 | 57,5 |
| VIII | 2.984,7 | 510,1 | 192,2 |
| IX | 2.748,7 | 230,0 | 64,7 |
| X | 4.558,1 | 288,9 | 83,9 |
| XI | 363,4 | 8,9 | 245,0 |
| XII | 938,5 | 20,1 | 2.978,8 |
| Metropolitana | 14.022,8 | 3.648,4 | 930,0 |
| T O T A L | 33.969,3 | 5.753,0 | 4.870,8 |

FUENTE: INTEC/CHILE

CUADRO N°11. POTENCIAL DE CANALES DECOMISADOS EN EL PAIS,
POR REGIONES, PARA EL AÑO 1982 (Ton)

| REGION | VACUNOS | PORCINOS |
|---------------|---------|----------|
| I | 4,5 | 2,7 |
| II | 2,8 | 0,7 |
| III | 3,5 | 0,4 |
| IV | 5,7 | 2,4 |
| V | 31,0 | 35,4 |
| VI | 16,8 | 21,0 |
| VII | 18,7 | 36,0 |
| VIII | 29,6 | 48,1 |
| IX | 27,3 | 21,7 |
| X | 45,3 | 27,2 |
| XI | 3,6 | 0,8 |
| XII | 9,3 | 1,9 |
| Metropolitana | 139,3 | 344,0 |
| T O T A L | 337,4 | 542,3 |

FUENTE: INTEC/CHILE

CUADRO N° 12. POTENCIAL DE PULMONES E HIGADOS DECOMISADOS
EN EL PAIS, POR REGIONES, PARA EL AÑO 1982 (Ton)

| REGION | VACUNOS | | PORCINOS | | OVINOS | |
|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
| | Pulmones | Hígados | Pulmones | Hígados | Pulmones | Hígados |
| I | 41,3 | 25,8 | 4,0 | 0,7 | 1,9 | 0,7 |
| II | 25,9 | 16,2 | 1,1 | 0,2 | 0,3 | 0,1 |
| III | 32,1 | 20,1 | 0,6 | 0,1 | 0,7 | 0,2 |
| IV | 52,3 | 33,1 | 3,7 | 0,7 | 0,9 | 0,3 |
| V | 286,8 | 179,2 | 53,6 | 9,7 | 11,5 | 4,0 |
| VI | 155,8 | 97,4 | 31,9 | 5,7 | 13,7 | 4,8 |
| VII | 173,3 | 108,3 | 54,6 | 9,8 | 5,2 | 1,8 |
| VIII | 274,5 | 171,5 | 72,9 | 13,1 | 17,5 | 6,1 |
| IX | 252,8 | 158,0 | 32,9 | 5,9 | 5,9 | 2,1 |
| X | 419,1 | 262,0 | 41,3 | 7,4 | 7,6 | 2,7 |
| XI | 33,4 | 20,9 | 1,3 | 0,2 | 22,3 | 7,8 |
| XII | 86,3 | 53,9 | 2,9 | 0,5 | 270,8 | 94,8 |
| Metrop, | 1.289,5 | 805,9 | 521,2 | 93,8 | 84,5 | 29,6 |
| TOTAL | 3.123,1 | 1.952,3 | 822,0 | 147,8 | 442,8 | 155,0 |

FUENTE: INTEC/CHILE

En relación a los demás residuos nombrados en el cuadro N°4, estos tienen poca importancia para los efectos de este estudio. Sin embargo, con la información del cuadro N°5 y los coeficientes residuo/producto primario, se puede establecer su distribución regional.

3.2. Número y tamaño de los mataderos del país

El número de mataderos existentes en el país es de aproximadamente 340 de acuerdo a un estudio efectuado por el Departamento de Economía Agraria de la Universidad Católica.

Por no tener la información requerida para identificar la incidencia relativa de cada matadero en la matanza nacional, se confeccionó el cuadro N°13, donde aparecen las comunas que tuvieron un beneficio mayor al 1% del total nacional durante 1982, ya sea en vacunos, porcinos u ovinos.

CUADRO N°13. COMUNAS QUE APORTARON DURANTE 1982 MAS DEL 1% DEL BENEFICIO NACIONAL, YA SEA PARA VACUNOS, PORCINOS U OVINOS (en porcentaje)

| REGION | COMUNA | VACUNOS | | PORCINOS | | OVINOS | |
|---|---------------|---------|-------|----------|-------|--------|-------|
| | | 1981 | 1982 | 1981 | 1982 | 1981 | 1982 |
| V | Quintero | 3,54 | 3,65 | 3,01 | 2,64 | 1,19 | 1,33 |
| VI | Rancagua | 2,25 | 2,23 | 2,76 | 2,64 | 1,14 | 1,21 |
| | Marchigue | - | - | - | - | 0,01 | 1,71 |
| VII | Curicó | - | - | 0,42 | 1,07 | - | - |
| | Talca | - | - | 2,15 | 2,94 | - | - |
| | Maule | 1,50 | 1,86 | - | - | - | - |
| VIII | Chillán | 2,02 | 2,14 | 1,97 | 1,81 | 1,13 | 1,14 |
| | Coronel | 2,68 | 3,00 | 4,06 | 3,80 | 2,06 | 1,73 |
| IX | Temuco | 4,58 | 5,56 | 3,28 | 2,47 | - | - |
| X | Valdivia | 3,98 | 1,90 | - | - | - | - |
| | Río Bueno | 0,65 | 1,02 | - | - | - | - |
| | Osorno | 4,25 | 4,90 | - | - | - | - |
| | Puerto Montt | 2,49 | 3,21 | - | - | - | - |
| | Llanquihue | - | - | 1,16 | 1,01 | - | - |
| XI | Coyhaique | - | - | - | - | 1,10 | 1,41 |
| | Aysen | - | - | - | - | 1,18 | 3,23 |
| XII | Natales | - | - | - | - | 11,94 | 9,79 |
| | Punta Arenas | 2,20 | 2,10 | - | - | 32,36 | 33,70 |
| | Porvenir | - | - | - | - | 19,62 | 17,66 |
| R.M. | Santiago | 21,71 | 18,12 | 7,76 | 6,28 | 10,29 | 9,21 |
| | La Florida | 1,70 | 1,57 | - | - | 2,13 | 2,17 |
| | San Miguel | 5,89 | 6,94 | 25,21 | 31,60 | 2,83 | 2,35 |
| | La Granja | 1,99 | 2,14 | - | - | - | - |
| | La Cisterna | 2,08 | 2,03 | - | - | - | - |
| | Maipú | 4,77 | 5,14 | 11,29 | 14,85 | 1,87 | 2,29 |
| | Quinta Normal | 2,17 | 2,04 | 2,69 | 2,08 | 1,28 | 1,35 |
| | San Bernardo | 2,55 | 3,05 | 9,28 | 5,93 | - | - |
| % Total | 73,00 | 72,60 | 75,04 | 79,12 | 90,13 | 90,28 | |
| # Comunas | 19 | 19 | 13 | 13 | 15 | 15 | |
| # total comunas con beneficiado de las respectivas especies | 211 | 201 | 197 | 187 | 186 | 181 | |
| % comunas con beneficio sobre el 1% en 1982 con respecto al total | 9,0 | 9,5 | 6,6 | 7,0 | 8,1 | 8,3 | |

FUENTE : INTEC/CHILE

Como se observa del cuadro N°13, sólo tres regiones registran una matanza superior al 10% en alguna de las especies animales, ellas son:

- . X : con alrededor de un 11% del beneficio de vacunos
- . XII : con alrededor de un 62% del beneficio de ovinos, y
- . R.M.: en vacunos alrededor de un 42%
en porcinos alrededor de un 58%, y
en ovinos alrededor de un 18%

La Región Metropolitana aparece claramente como la de mayor beneficio general. Existen en las ocho comunas de la Región, nombradas en el cuadro N°13, alrededor de 12 mataderos, destacando claramente la Planta Faenadora Lo Valledor, ubicada en la Comuna de Santiago, con aproximadamente un 20% del beneficio nacional. Este porcentaje corresponde al de la comuna de Santiago, por ser el único matadero ubicado en la actualidad en ella.

En resumen, se puede concluir que aparte de la Región Metropolitana, sólo la X y la XII Regiones aparecen con posibilidades para estudiar la factibilidad de la instalación de una planta procesadora de los residuos existentes en cada una de ellas.

En el resto de las regiones el aprovechamiento de los actuales residuos se tendría que limitar a ser procesados por los mismos mataderos, ya que los volúmenes y las distancias no permitirían la instalación de una planta centralizada de aprovechamiento de residuos.

4. RESIDUOS DE INTERES, FORMAS DE UTILIZACION O ELIMINACION EN EL PAIS

4.1. Identificación de los residuos de interés

De acuerdo a la información entregada en el punto 3, considerando los volúmenes de residuos y su distribución espacial, se consideran potencialmente de interés los siguientes:

- sangre
- contenido ruminal
- páncreas
- astas y pezuñas
- fecas
- canales decomisadas
- pulmones e hígados decomisados

Para estos productos se estima que podría existir un aprovechamiento tecnológicamente factible, fundamentalmente por dos razones, la primera son los volúmenes y su concentración en algunas regiones, y en segundo término por necesitar de tecnologías relativamente sencillas. No es este el caso de los demás residuos, que en su mayoría no existen en volúmenes lo suficientemente interesantes y, además, las tecnologías de aprovechamiento son en general de mayor nivel de dificultad.

4.2. Formas de utilización o eliminación de los residuos de mataderos en el país

4.2.1. Sangre

Actualmente para la mayoría de los mataderos del país la sangre de bovinos y ovinos es un residuo que se elimina botándola al alcantarillado. La excepción a esta

norma la constituye la Planta Faenadora de Carnes Lo Valledor, que recupera la sangre de bovino, la cual vende.

Respecto a la sangre de porcino, es un procedimiento general recuperarla, para venderla fundamentalmente a las fábricas que producen prietas. Por lo tanto, la sangre de esta especie no se puede considerar residuo, ya que para la mayoría de los establecimientos de matanza es un sub-producto con un mercado ya formado.

En relación a la sangre de bovino que recupera Lo Valledor, ésta se junta en estanques de acero inoxidable adicionándole un anticoagulante. Su retiro es diario hacia la planta procesadora, la cual produce plasma y APH. (aislado proteico hemínico).

Los volúmenes de sangre recuperada en Lo Valledor desde 1980, año en que se inició el aprovechamiento, son los siguientes:

1980 - 1.345.666 lts.
1981 - 1.478.940 lts.
1982 - 1.214.620 lts.

toda la cual se vende a la planta procesadora nombrada.

Los precios a la cual se transó la sangre durante el año 1982, fue de alrededor de US\$ 42 el m3 puesta en Lo Valledor.

4.2.2. Contenido ruminal

Existen normalmente dos formas de eliminación de este producto, que es netamente un residuo. La primera es una dilución con agua de lavado de pisos, etc., para ir directamente al alcantarillado. La segunda forma es ir acumulándolo en depósitos, para que se vaya a botaderos en camiones.

En el primer caso el costo de eliminación es prácticamente nulo, salvo el agua adicional que se utiliza para limpiar los pisos con contenido ruminal. En el segundo caso el costo de eliminación es el costo del flete que se debe pagar para llevar este residuo hasta el botadero.

El aprovechamiento en el país se limita, en contadas ocasiones, a su utilización como abono, principalmente para algún vivero municipal.

4.2.3. Páncreas

Hasta el año recién pasado todos los páncreas iban junto con otras glándulas y decomisos a un autoclave esterilizador para posteriormente eliminarse en el alcantarillado o se transportaban a botaderos. En contados casos se utilizaban para la fabricación de harina de carne.

Sin embargo, a partir de 1983 existe un matadero, que es Lo Valledor, el cual está exportando los páncreas congelados. El país comprador es Alemania Federal y según

informaciones de Lo Valledor se utilizan para producir productos farmacéuticos. No se logró obtener los precios de exportación de este producto.

4.2.4. Astas y pezuñas

Para este residuo existen varias alternativas de eliminación. En algunos de los casos las astas y pezuñas se venden a la industria para su aprovechamiento; en otros se bota junto con una serie de desperdicios que van a botaderos. Una tercera alternativa, la cual parece la más rentable, es fabricar harina de astas y pezuñas. Esta harina tuvo un precio de exportación de US\$ FOB 0,22/kg en 1982. También se exportan las pezuñas de bovinos tal cual.

En el cuadro N°14 se muestran las exportaciones de los últimos años.

CUADRO N°14 EXPORTACIONES CHILENAS DE PEZUÑAS DE BOVINOS Y DE HARINA DE ASTAS Y PEZUÑAS

| Año | Pezuñas | | Harina | |
|------|---------|------------|---------|------------|
| | kg | US\$FOB/kg | Kg | US\$FOB/kg |
| 1978 | 78.053 | 0,15 | - | - |
| 1979 | 48.521 | 0,14 | 71.979 | 0,18 |
| 1980 | 129.226 | 0,19 | 120.815 | 0,23 |
| 1981 | - | - | 144.335 | 0,40 |
| 1982 | 49.000 | 0,12 | 115.915 | 0,22 |

FUENTE: ODEPA

Como se observa en el cuadro N°14, ha existido una tendencia al alza de los volúmenes exportados. Sin embargo, puede verse que durante 1982 se exportó solamente un 25% del total nacional de producción de astas y pezuñas de bovinos, lo cual indica que este es un campo donde se puede mejorar.

4.2.5. Fecas

En la actualidad el guano que se junta en los mataderos es un producto que se bota. Esto implica un pago de flete y prácticamente ninguna recuperación del costo. Sólo en contadas ocasiones se vende el guano para ser utilizado como abono, principalmente a algunos jardines. No existe en el país un nivel de utilización que se conozca.

4.2.6. Canales decomisadas

Las canales decomisadas, que corresponden a animales con alguna enfermedad, normalmente entran junto con todos los otros residuos, como vísceras, tripales, etc., al autoclave esterilizador. La pasta que se obtiene va, en algunos casos, al alcantarillado y sino es llevado a botaderos.

Sólo en contadas excepciones se fabrica harina de carne y hueso, como lo realiza Lo Valledor, que es una alternativa de utilización y con lo cual los canales decomisadas pasan a ser la materia prima para la producción de un subproducto del matadero.

Existen otras alternativas de utilización de las canales decomisadas, como ser el aprovechamiento de la carne, previo tratamiento de saneamiento. La Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad de Chile en conjunto con la P.F.C. Lo Valledor y el Matadero de San Miguel, realizó una experiencia para sanear cerdos con cisticercosis leve, obteniendo resultados óptimos. A pesar de los resultados, no se pueden realizar este tipo de saneamientos, ya que el Ministerio de Salud aún no los autoriza.

4.2.7. Pulmones e hígados decomisados

Los mataderos que no utilizan los pulmones e hígados, simplemente los juntan con otras vísceras y/o canales decomisados para ir al autoclave. La pasta obtenida se elimina en las formas ya indicadas.

Existe en la actualidad un buen aprovechamiento de estos productos, ya que se exportan congelados. En el cuadro N°15 se muestra la exportación de los últimos años.

CUADRO N° 15 : EXPORTACION DE PULMONES E HIGADOS CONGELADOS

| AÑO | B O V I N O S | | | | O V I N O S | | | | E Q U I N O S | | | | | |
|------|---------------|---------|---------|---------|--------------|---------|----------|---------|---------------|---------|--------------|---------|--------|---------|
| | PULMONES | | HIGADOS | | VISCERAS S/E | | PULMONES | | HIGADOS | | VISCERAS S/E | | BAZO | |
| | Kg | US\$/kg | Kg | US\$/kg | kg | US\$/kg | kg | US\$/kg | kg | US\$/kg | kg | US\$/kg | kg | US\$/kg |
| 1979 | 715.506 | 0,24 | - | - | 163.227 | 0,25 | 91.030 | 0,24 | - | - | 92.818 | 1,24 | - | - |
| 1980 | 817.647 | 0,25 | 112.417 | 0,28 | 20.971 | 0,29 | 33.958 | 0,25 | 929 | 0,28 | - | - | - | - |
| 1981 | 679.949 | 0,28 | 582.220 | 0,30 | - | - | 39.892 | 0,24 | 18.296 | 0,32 | 19.238 | 1,00 | 1.170 | 1,80 |
| 1982 | 1124.504 | 0,31 | 849.934 | 0,34 | - | - | 41.257 | 0,30 | 29.574 | 0,33 | 15.178 | 0,44 | 2.275 | 2,12 |
| | | | | | | | | | | | | | 18.974 | 0,43 |

FUENTE : ODEPA
S/E : Sin especificación

Como se puede apreciar en el cuadro N°15 existe una creciente exportación de pulmones e hígados de bovinos y ovinos e incluso del bazo de equinos. Esta es una muy buena alternativa del aprovechamiento de estos residuos, por lo que se estima que los mataderos que aún no han logrado vender estas vísceras tienen buenas expectativas para hacerlo.



5. SELECCION DE TECNOLOGIAS

5.1. Sangre

Existen tres tecnologías de aprovechamiento de la sangre que son aplicables en el país sin mayores dificultades. Ellas son:

- producción de harina de sangre para alimentación animal;
- producción de un aislado proteico hemínico (APH) y plasma, ambos en polvo, para consumo humano, y
- producción de harina de sangre entera soluble para consumo humano.

Los dos primeros tipos de aprovechamiento se aplican actualmente en el país, existiendo industrias funcionando en base a estas tecnologías.

La tercera alternativa, a pesar de no ser aplicada en el país, es factible de ser utilizada sin problemas.

5.1.1. Producción de harina de sangre para alimentación animal

La producción de harina de sangre para utilizarla como alimento animal, principalmente para cerdos y aves de corral, es un método sencillo de aprovechamiento de la sangre.

La sangre no esterilizada debe pertenecer a animales sanos, la cual se acumula en estanques higiénicos, de fierro

galvanizado y se refrigera para ser transportada en el día a la fábrica donde se procesa inmediatamente. Es importante el refrigerar la sangre y que sea procesada en el día, ya que ella es un excelente caldo de cultivo para microorganismos.

El secado es la operación central del procesamiento de la sangre. El equipo más recomendable es un secador rotatorio, el cual puede tener una inyección de vapor directo, para así cocer la sangre a sobrepresión y eliminar los gérmenes patógenos presentes en la sangre alimentada al secador.

El secador de sangre es un fundidor (autoclave) semejante al utilizado para la fusión en seco de desechos de carne y decomisos, pero provisto de un revestimiento interior muy liso. El espacio libre entre las paletas y la envoltura es inferior a medio centímetro, a fin de impedir que la sangre se adhiera a aquélla.

Durante la primera parte del secado la sangre permanece a una temperatura de 88 a 98°C. Luego, cuando se ha eliminado una proporción considerable de humedad, la temperatura sube a los 100°C hasta que la sangre está completamente seca.

Una manera de economizar bastante tiempo y vapor es eliminar hasta alrededor de un 40% la humedad antes de alimentar el secador. Se logra ésto mediante el burbujeo de vapor vivo en la sangre, para así coagularla. La sangre se pasa a un depósito con fondo perforado para que escurra

el líquido que es expulsado por gravedad, o bien prensarla y así lograr eliminar la humedad libre. El coágulo, que sólo contendrá ya alrededor de un 40% de humedad, es depositado en el secador, procediéndose al secado final. La humedad final de la sangre debe estar entre un 10 y un 12% para tener buenas cualidades de conservación.

Los coágulos secos se proceden a moler, para así obtener una harina fácil de manejar y de mezclar con otros productos para la formulación de los alimentos animales.

Otra forma de incorporar la sangre a un alimento animal es mediante el empleo de afrecho, o cualquier otra harina, como material absorbente. Se mezclan en las proporciones preestablecidas y se introducen al mismo tipo de secador mencionado anteriormente para proceder a eliminar el agua sobrante. Es importante que el producto final tenga menos de 12% de humedad para evitar putrefacciones durante el almacenamiento.

Tanto la harina de sangre, como la mezcla se comercializa en sacos, ojalá con protección contra los efectos de la humedad.

5.1.2. Producción de APH y plasma en polvo

La sangre se compone de elementos figurados (glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas) y plasma, que es el elemento líquido en que sobrenadan los primeros.

La separación de ambos productos se realiza por centrifugación, aprovechando que tienen diferentes densidades. Se

obtiene así un concentrado proteico formado por los elementos figurados y el cual se denomina "aislado proteico hemínico" para poner énfasis en su contenido de hierro hemínico, y el plasma que es un líquido incoloro.

El APH es un producto apto para consumo humano, teniendo importancia por su alto contenido de proteínas y, principalmente, por ser fuente de hierro orgánico.

Su composición proximal se presenta en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 16. COMPOSICION PROXIMAL DE APH

| | |
|----------------------|--------|
| Humedad | 2,44% |
| Proteínas (N x 6,25) | 93,92% |
| Grasas | 0,51% |
| Cenizas | 2,73% |
| Hidratos de carbono | 0,40% |
| Fe (mg/g conc.) | 2,73 |

FUENTE: The Chemical Rubber Co., 1968.

El plasma es también un producto rico en proteínas, pero contiene además aminoácidos, vitaminas y sustancias minerales esenciales para la alimentación humana.

Las proteínas del plasma presentan características inodoras e insípidas, por lo cual son factibles de ser saborizadas y ser adicionadas a formulaciones sin desmedro de sus propiedades proteicas.

El análisis proximal para plasma secado a 160°C se encuentra en el siguiente cuadro:

CUADRO N°17. ANALISIS PROXIMAL DEL PLASMA

| | |
|----------|--------|
| Humedad | 2,47% |
| Proteína | 70,88% |
| Sodio | 8,50% |
| Cloro | 9,93% |
| Potasio | 0,35% |
| Calcio | 0,10% |
| Magnesio | 0,02% |

FUENTE: Taybor, 1973

Las principales operaciones para producir APH y plasma en polvo son: extracción de la sangre desde el animal y adición de anticoagulante, centrifugación, concentración y secado.

Un factor importante de la calidad de la sangre obtenida es la forma de realizar la sangría. Existen tres métodos de extracción que poseen la asepsia necesaria como para obtener sangre para consumo humano. Ellos son:

- extracción con "vampiro"
- extracción con vampiro y vacío
- extracción por gravedad

En los tres casos el animal se encuentra suspendido de sus patas traseras y no tumbado, que es otra forma de sangrar los animales.

El primer tipo de extracción se realiza con un equipo que consiste en un sistema cerrado, aséptico, que consta de un cuchillo especial denominado "vampiro" de acero inoxidable. El cuchillo en su interior está provisto de una cánula, la que a su vez tiene insertado un dispositivo que permite la mezcla inmediata y efectiva con el anticoagulante debidamente dosificado. El mango lleva conectado una manguera que termina en un estanque de acero inoxidable.

Para mejorar el rendimiento de la extracción con vampiro se puede adicionar una bomba de vacío, la cual ayuda a acelerar el proceso y paliar las pérdidas de carga que debe vencer el fluido a través de las singularidades del equipo. Un vacío de 100 mm Hg es aconsejable, ya que uno mayor produce colapso en las arterias del animal.

El tercer sistema de extracción, por gravedad, es el tradicionalmente utilizado en los mataderos. La sangría se inicia con un corte en la carótida, y una vez realizado el cuchillo se saca dejando caer libremente la sangre. El corazón actúa como bomba impulsora de la sangre, ya que el animal sólo se aturde previo a la sangría. En este caso se debe tener cuidado de no dañar la tráquea, ya que esto trae como consecuencia la contaminación de la sangre.

La sangre cae en canaletas que la transportan hacia un estanque de almacenamiento donde se adiciona el anticoagulante.

Los rendimientos de extracción son de alrededor de 14,5 lt/animal para el vampiro con vacío, 11,0 lt/animal para la extracción por gravedad y 9,5 lt/animal para el vampiro sin vacío. Este último tiene menor rendimiento ya que el flujo de sangre debe vencer mayores pérdidas de carga para fluir hacia el estanque cerrado, frente a la caída libre hacia las canaletas del sistema de extracción por gravedad.

La sangre así recolectada se transporta a la industria en estanques de acero inoxidable y refrigerada.

La primera operación importante en la industria es la centrifugación. El objetivo de esta operación es separar la sangre en sus dos fracciones bases; plasma y corpúsculos sanguíneos. Esta separación es posible gracias a la diferencia de densidad existente entre ambas fases.

El plasma separado contiene alrededor de un 8% de sólidos, lo cual hace recomendable concentrarlo previo al secado. Para que las proteínas presentes en la fracción plasma se concentren sin deteriorarse por la acción del calor en un evaporador tradicional se recomienda utilizar un proceso a baja temperatura. Por este método se puede concentrar sin problemas hasta un 25% de sólidos, lo que significa eliminar por cada 10 lt. de plasma 680 lt de agua, quedando 320 lt de plasma concentrado.

La otra fracción, que corresponde a los corpúsculos sanguíneos, queda después de la centrifugación con alrededor de 35% de sólidos, lo cual implica que no es necesario una mayor concentración previo al secado.

El secado de ambas fracciones se realiza en un secador spray. Este equipo tiene la característica de trabajar con altas temperaturas del aire de secado y bajo tiempo de residencia del producto, lo cual produce una evaporación rápida del agua sin que las partículas del material alcancen temperaturas elevadas, evitándose de esta manera una degradación por calor. La humedad final que se debe alcanzar en el APH y el plasma es de menos de un 7%, para así evitar el crecimiento de microorganismos durante el almacenaje de los productos.

5.1.3. Producción de harina de sangre entera soluble

Para la producción de harina de sangre entera soluble es necesario actuar en la etapa de extracción con el mismo cuidado que en el caso de producir APH y plasma. Las medidas higiénicas son imprescindibles, ya que éste es un producto que va a consumo humano.

La diferencia respecto al proceso anterior es que no se agrega anticoagulante, circulando la sangre por las canaletas de recolección directamente al estanque desfibrinador, que corresponde a la primera etapa del proceso.

Aquí la sangre permanece por un período de 10 minutos, durante el cual la fibrina contenida en la sangre se va

separando en forma de hilachas de contextura elástica, depositándose en las varillas del agitador que tiene forma de U. De este modo se evita la formación de coágulos, que impiden una fácil manipulación y posterior procesamiento de la sangre.

Una vez que pasa el tiempo requerido se retiran las hilachas de fibrina depositadas en el agitador, las cuales tienen un color rojo oscuro. Posteriormente se someten a lavado con agua corriente, eliminando los corpúsculos que le dan la coloración, quedando finalmente blanca. Se seca hasta menos de un 7% de humedad con temperatura no mayores de 50°C para no dañar el producto. La fibrina se envasa al vacío en bolsas de polipropileno para mantener su valor por largo tiempo.

Por su parte, la sangre desfibrinada, con un contenido de sólidos de alrededor de un 18%, es retirada por el fondo del desfibrinador, alimentándose directamente al secador spray.

El producto obtenido a la salida del secador corresponde a polvo de sangre entera soluble, que presenta la siguiente composición promedio:

| | |
|--------------------------|-------|
| - humedad | 8% |
| - nutrientes digestibles | 83,9% |
| - proteínas digestibles | 81,3% |
| - grasas | 1,0% |

El producto se envasa en bolsas de polipropileno, normalmente en medidas de 10 kg.

El principal uso del polvo de sangre es como enriquecedor de productos alimenticios para consumo humano.

Esto, porque tiene un alto contenido proteínico, de buena digestibilidad, y buena composición aminoacídica. Por ésto, el polvo de sangre soluble es recomendable para usos institucionales en el tratamiento de desnutriciones y anemias, además de ser un enriquecedor de alimentos para lactantes, niños y nodrizas.

A su vez, la fibrina puede ser utilizada como alimento humano, adicionándolo en pequeñas proporciones a todos los productos de la industria cecinera. También se puede utilizar como alimento para aves de corral, siempre que el precio sea competitivo con otras fuentes de proteínas alternativas.

5.2. Páncreas

El páncreas es una glándula que tiene un muy buen mercado internacional, ya que de ella se extraen productos farmacéuticos como la insulina o enzimas, principalmente amilasas y proteasas.

El tratamiento de la glándula es muy importante. El páncreas debe ser retirado inmediatamente después de sacrificado el animal. Se debe limpiar de grasa y cuerpos extraños, mientras aún está caliente, teniendo cuidado de no estropearla, especialmente la llamada cola, que es la parte que contiene la mayor parte de insulina.

Además, debe evitarse el contacto del páncreas con el agua, ya que los componentes solubles en agua se lixiviarían.

Una vez limpios se deben colocar en bandejas planas, de manera que se enfríen separadamente. Se debe bajar la temperatura lo más rápido posible, cuidando que no se toquen, utilizando equipos de congelación de -20°C hasta -40°C . La temperatura de almacenamiento máxima debe ser -18°C , ya que con temperaturas mayores se pueden reactivar las enzimas con la consiguiente pérdida de insulina.

Una vez congelados, los páncreas se deben envasar de a uno en cartones forrados en polietileno, de manera de tener un efecto adicional de aislación y facilitar el empaque en paquetes para su transporte y almacenamiento.

Es muy importante no cortar la cadena de frío en ningún momento, ni durante el empaque, que debe hacerse en un cuarto frío con control de humedad para no reseca los páncreas, ni durante el transporte, ya sea terrestre, marítimo o aéreo.

Si la temperatura asciende entre -15°C y -10°C , el producto debe quedar como aceptado en forma condicional, y si sobrepasa los -10°C se debe rechazar el lote dañado.

5.3. Astas y pezuñas

La alternativa de mejor utilización de las astas y pezuñas es, al parecer, la fabricación de harina.

En el caso de las pezuñas, una vez separadas del hueso de la perrona, todavía contendrán dentro de ellas un pequeño hueso que tiene que ser removido. Para ésto, se introduce la pezuña en agua caliente

con el objeto de soltar el hueso y después se saca empujándolo con algún objeto acondicionado para tal efecto.

Las astas también deben estar libres de hueso y médula. Al igual que las pezuñas, las astas se introducen en agua caliente, con lo cual se remueve la médula y se puede separar el resto del hueso de la cabeza que queda adherido a las astas al cortarlas.

Por su parte, las puntas de las astas se deben separar en forma independiente, ya que logran un precio superior que la harina. Se debe tener cuidado que esta sección del asta sea delgada y sólida, sin ninguna proyección de la cavidad del resto del asta.

Si existiera en la base de la punta de asta algún resto de cavidad, significa que no ha sido bien aserrada, lo cual inmediatamente reduce su valor.

El resto del asta y las pezuñas libres de huesos son aptas para la molienda.

Si la cantidad de materia prima no es suficiente como para justificar la inversión en un molino, también existe la posibilidad de exportarlas enteras. En este caso se debe cuidar de que estén bien secas, ya sea al sol o artificialmente, de manera de embarcar sólo materia seca.

Astas y pezuñas no se pueden moler estando húmedas, ya que en ese caso al entrar al molino se astillan, pasando por las mallas y obteniéndose un producto indeseable.

Una vez que el material está seco, se pasa por el molino con mallas de 1/8", de manera que el producto final tenga tamaño desde 1/8" hasta polvo. Esta harina de astas y pezuñas se envasa en

sacos de yute, normalmente de 50 kg, o en sacos de papel multipliegos, en caso de ser más baratos, ya que ambos son satisfactorios para el envío vía marítima del producto.

5.4. Canales decomisadas

La alternativa tecnológica actual más aceptable para la utilización de las canales decomisadas es fabricar harina de carne y huesos. Además de extraer la grasa y el sebo, los cuales normalmente se recuperan.

No sólo las canales se utilizan para la fabricación de esta harina, sino también se incorporan restos de carnes, interiores y hueso.

El rendimiento y la razón de harina a grasa varía, dependiendo de la materia prima y del grado de recuperación de la grasa.

El proceso consiste en un partido de las canales enteras y un pre-quebramiento de los huesos grandes. Este material junto con los otros de menor tamaño se alimentan al cocedor-secador. Esto es un tambor horizontal con camisa de vapor, provisto de un set de paletas para agitar y mantener la masa interna en continuo movimiento. El agua propia del material, al convertirse en vapor, hace subir la presión interna, la cual unida a la agitación desintegra y rompe las celdillas de grasa. De esta manera, tanto la esterilización, la digestión, como el secado se logra en un solo equipo sin pérdidas de nutrientes, ya que lo único que se elimina es el vapor producido para así bajar la humedad final.

El producto obtenido pasa luego a la etapa de extracción de grasa. Existen tres métodos para separar la grasa. El primero es una prensa hidráulica que se trabaja a alrededor de 4000 lb/pulg², el segundo corresponde a un extractor centrífugo de turbina, y el tercero es un extractor de tornillo

Los porcentajes finales de grasa que se logran normalmente fluctúan entre 10 y 15%, dependiendo de las mezclas de los diferentes tipos de decomisos, huesos, etc. que ingresan al cocedor y del equipo de extracción utilizado.

Un análisis promedio de la harina que se obtiene al procesar canales decomisados se encuentra en el Cuadro N°18.

CUADRO N°18. ANALISIS PROMEDIO DE HARINAS DE CARNE Y HUESO

| | |
|----------------------------------|------|
| Humedad | 4% |
| Grasa | 10% |
| Proteínas | 50% |
| Digestibilidad de la proteína | 90% |
| Lisina | 3% |
| Metionina | 0,8% |
| Cistina | 0,5% |

FUENTE: Simon-Douglas Rowson, 1983

Los rendimientos están alrededor del 40% para la harina y 15% para el sebo en función de la materia prima.

5.5. Pulmones e hígados decomisados

La exportación de pulmones e hígados congelados es una práctica que se realiza desde hace varios años a la fecha (ver Cuadro N°15).

Al igual, que para el caso de los páncreas, estos órganos deben limpiarse de materias extrañas y congelarse lo más rápidamente posible.

Se envasan en bolsas de polietileno y se embalan para ser exportadas.

Es importante no cortar la cadena de frío de -18°C en ningún momento, ya que pueden reactivarse las enzimas que producen la destrucción del producto.

Este es un proceso fácil de realizar y que no necesita mucho cuidado durante la manipulación, por lo que podrían integrarse en forma relativamente fácil otros mataderos, además de los que actualmente están vendiendo estos productos.

5.6. Contenido ruminal y fecas

Las tecnologías de aprovechamiento de estas materias se encuentran explicadas y analizadas en el capítulo II, sobre residuos de granjas avícolas y porcinas.

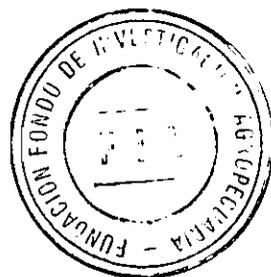
REFERENCIAS

1. Encuesta Nacional de Mataderos y Ferias de Animales. Instituto Nacional de Estadística.
2. Embarques de Productos Agrícolas, Pecuarios, Forestales y del Mar Chileno. Oficina de Planificación Agrícola.
3. Informativo sobre Carne y Productos Cárneos. Instituto Tecnológico de la Carne. 1979
4. Aprovechamiento y Utilización de Sangre de Bovinos. M. Cassanello y J. Riffo, 1980. U. de Chile.
5. Estudio de los Residuos Orgánicos de Mataderos y Alternativas de Tratamiento. M. Derpich, 1980, U. de Chile
6. Estudio de Prefactibilidad Técnico-Económico de una Planta procesadora de sangre bovina. J. Branada, 1978, U. de Chile.
7. Preparación y Aprovechamiento de los Subproductos Animales FAO: Cuaderno de Fomento Agropecuario N° 75, 1964
8. Asdrubali, M. Stradelli. A., 1969. Los Mataderos. Ed. Acribia, Zaragoza, España.
9. Taybor, P. 1973. The properties of protein isolates prepared from slaughter animal blood. Texas A & M University, U.S.A.
10. The Chemical Rubber Co., 1968. Handbook of Food Additives, U.S.A.

11. Wismer, J.; Pederson, 1979. Utilization of Animal Blood in Meat Products. Food Technology, August 1979.
12. Simon-Douglas Rowson. Catálogo de equipos, 1983.

CARTILLA : APROVECHAMIENTO DE LA SANGRE

INTEC - CHILE





APROVECHAMIENTO DE LA SANGRE

De acuerdo a las disponibilidades existentes en el país, se plantea el aprovechamiento de la sangre de bovinos procedente de los mataderos.

Las cinco regiones que tienen los mayores porcentajes de matanza, y por lo tanto de sangre factible de aprovechar, son: Región Metropolitana, X, V, VIII y IX, ordenadas de mayor a menor disponibilidad de materia prima.

a. Características de la sangre

La sangre está compuesta por cuerpos celulares suspendidos en la fracción plasma, siendo aquéllos más densos que éste, razón por la cual se pueden separar por centrifugación.

En promedio la sangre contiene, en peso seco, un 66,7% de plasma y un 33,3% de cuerpos celulares.

Los sólidos que componen el plasma, y que se encuentran en una concentración de alrededor de un 8%, son proteínas, enzimas, lípidos, carbohidratos, hormonas, vitaminas y electrólitos.

La fracción celular está compuesta por eritrocitos, leucocitos y plaquetas, los cuales se encuentran en una concentración alrededor de un 35%. Las proteínas son el material más abundante, sin embargo, existen también enzimas intracelulares, carbohidratos, hormonas, vitaminas y elementos inorgánicos presentes.

La composición media de la sangre de los animales de abasto se encuentra en el siguiente cuadro.

CUADRO N°1. COMPOSICION QUIMICA MEDIA DE LA SANGRE DE LOS ANIMALES DE ABASTO

| | <u>g</u> |
|-----------------|-------------|
| Agua | 76,8 - 82,6 |
| Proteínas | 16,5 - 22,2 |
| Grasa | 0,15 - 0,2 |
| Glúcidos | 0,1 |
| Sales Minerales | 0,5 - 1,2 |

FUENTE: Asdrubali y Stradelli, 1969

Las proteínas son el principal componente de la sangre.

La hemoglobina es una proteína conjugada, constituida por un pigmento bien definido químicamente que le da el color rojo, el hem, y un albuminoide de naturaleza globínica, siendo el peso molecular de 68.000. Corresponde a la principal proteína existente en la fracción celular de la sangre.

Con respecto a las proteínas del plasma, aquéllas que se presentan en mayor proporción están clasificadas como albúmina sérica, fibrinógeno, globulinas y transferrinas. La albúmina sérica constituye más del 50% de las proteínas del plasma. El fibrinógeno es el precursor de la fibrina, que es la responsable directa de la coagulación de la sangre, cuya molécula tiene un peso molecular igual o mayor que 400.000.

Las proteínas de la sangre poseen prácticamente todos los aminoácidos contenidos en la leche y huevos, además de llevar en el grupo hem hierro orgánico de una absorción del orden del 20%, cifra alrededor de

4 veces superior a la absorción del fierro inorgánico presente en vegetales.

Todos estos antecedentes hacen de la sangre un excelente alimento para aquellas personas deficitarias en fierro.

b. Descripción general del proceso

Las tres tecnologías seleccionadas factibles de aplicar en el aprovechamiento de la sangre bovina, corresponden en dos casos a la producción de un alimento para alimentación humana y en uno para alimentación animal.

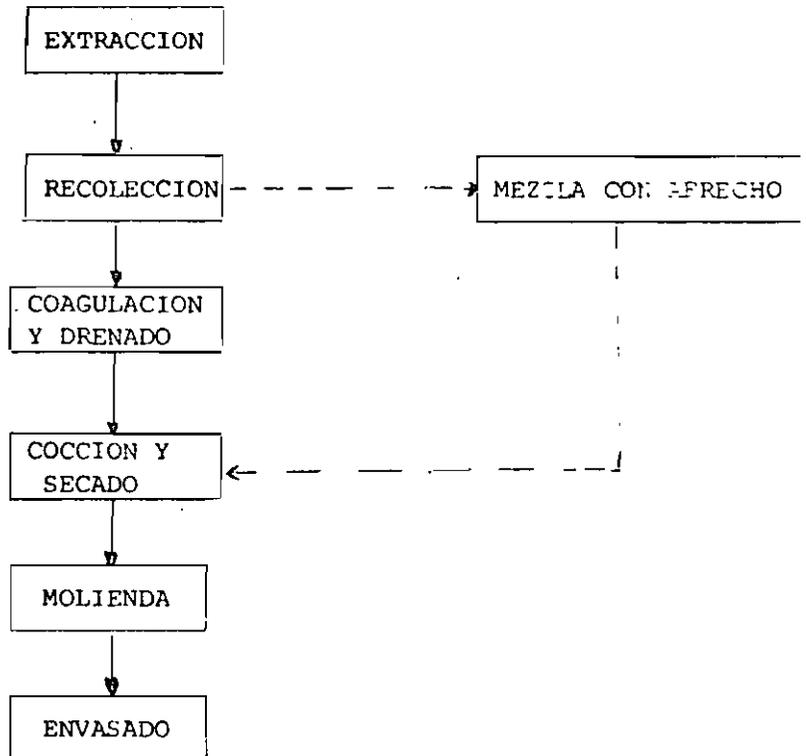
Solamente dos son tecnologías probadas en el país, siendo la producción de harina de sangre entera soluble una tecnología promisoría, sin aplicación comercial en Chile, por lo que sólo se hará de ella, una descripción general del proceso y de los insumos y coeficientes técnicos más importantes.

b.1. Producción de harina de sangre

El proceso de producción de la harina de sangre es relativamente sencillo y existen fábricas en el país donde se realiza.

En la Figura N°1 se encuentra el diagrama de bloques que describe el proceso.

FIGURA N°1. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE PRODUCCION DE HARINA DE SANGRE



Por ser el destino de este producto la alimentación animal, no se necesitan tantas precauciones durante su procesamiento.

La sangre que se extrae del animal va a estanques higiénicos de fierro galvanizado y a refrigeración.

El producto así recolectado se debe procesar en el día, por lo que la sangre se debe transportar hacia la fábrica a las pocas horas de extraída.

Si se va a producir harina de sangre sola, entonces se procede a coagularla completamente con la ayuda de vapor vivo y se deja reposar en los estanques de drenado, donde pierde aproximadamente el 40% del agua presente y de ahí va al cocedor.

En caso de formular directamente un alimento, normalmente se mezcla directamente con afrecho, para luego pasar al cocedor.

En el cocedor la sangre se esteriliza por efecto de la temperatura y la presión del vapor producido por el agua propia; a la vez que en el caso de la mezcla con afrecho el cocimiento lo hace más digerible.

Este equipo no solo actúa como cocedor, sino que también como secador, ya que al ir eliminando el vapor producido se va secando el producto. Se llega a una humedad final normal del 10% al 12%.

El producto que sale del cocedor-secador va a rolleada, para obtener un tamaño uniforme y facilitar su manejo.

El envasado es en sacos, ojalá con protección contra la humedad, ya que si se humedece el producto favorece la contaminación microbiana.

El rendimiento promedio de obtención de harina de sangre es del orden de un 18% en función de la sangre extraída del animal.

Los principales insumos son: el vapor utilizado para la cocción y secado del producto, necesitándose alrededor de 2 kg vapor/kg agua evaporada, y los envases.

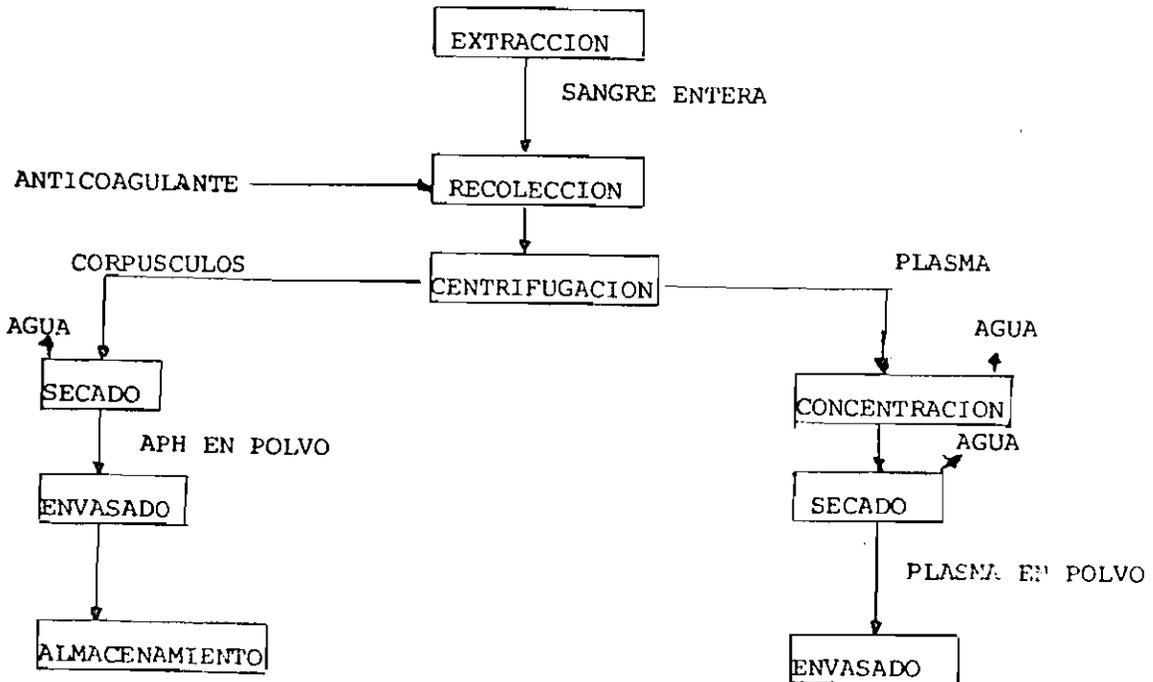
Adicionalmente se necesita también agua de lavado para la mantención de limpieza de las máquinas y pisos.

b.2. Producción de APH y plasma en polvo

Por ser estos productos destinados a alimentación humana, es necesario trabajar con condiciones higiénicas estrictas, lo cual implica que los equipos deben ser de acero inoxidable.

En la Figura N°2 se encuentra el diagrama de bloques para el proceso de producción de APH y plasma en polvo.

FIGURA N°2. PROCESO DE PRODUCCION DE APH Y PLASMA EN POLVO



En este caso la extracción es vital que se realice en forma totalmente higiénica, evitando cualquier contaminación de la sangre, ya sea que se utilice el método de extracción por gravedad o por medio mecánico de succión.

Es importante la adición inmediata de anticoagulante, para así evitar la formación de coágulos, almacenándose la sangre en estanques de acero inoxidable en refrigeración hasta el momento de su retiro hacia la planta procesadora, lo cual debe ocurrir a las pocas horas después de la sangría.

Una vez que la sangre llega a la planta, pasa a centrifugación para separar el plasma de los corpúsculos sanguíneos. Esto se logra debido a la diferencia de densidad de ambas fracciones.

Luego pasa la fracción celular al secado, para lo cual se utiliza un secador spray. En este tipo de secador la alimentación se atomiza y un flujo de aire caliente seca el producto, lográndose un secado rápido a alta temperatura, pero corto tiempo de residencia, por lo cual no se destruyen las características del APH. La humedad final que se alcanza es menor del 7%.

Para el plasma, por tener éste una concentración de sólidos de alrededor del 8%, se recomienda una concentración previa al secado. Esto se logra mediante un equipo de hiperfiltración, el cual trabaja a bajas temperaturas, obteniéndose un aumento del sólido hasta un 25%.

Una vez concentrado, el plasma se seca en el mismo spray, hasta una humedad final menor del 7%.

Después del secado los productos se envasan en bolsas de polietileno, normalmente de 10 kg, para ser embaladas en cajas de cartón corrugado para su almacenamiento.

Los rendimientos que se obtienen en función de la sangre que entra a proceso son:

- para el APH (5% de humedad) de 13%
- para el plasma (5% de humedad) de 5%

Los principales insumos son:

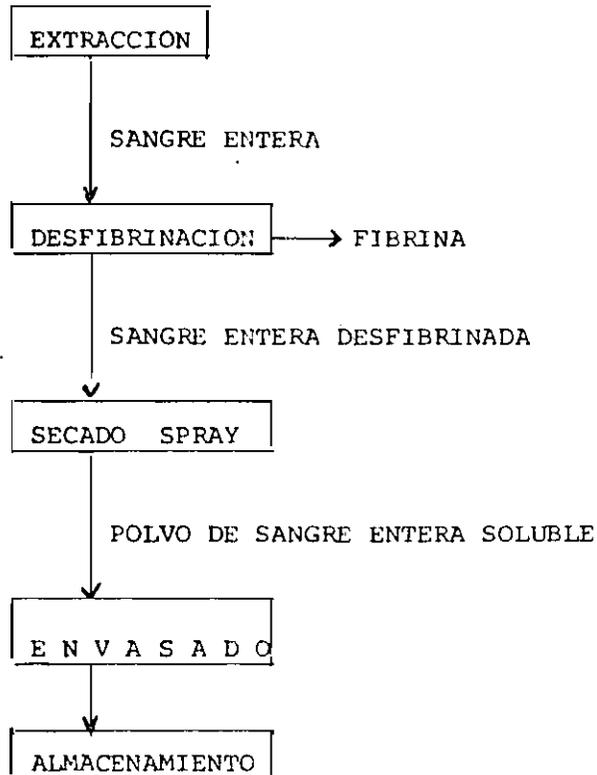
- vapor: 8 kg/kg de producto
- electricidad : 210 KWH/día (para una planta de 1 m³/hr)
- anticoagulante 5,9% sobre la sangre entera
- agua de limpieza
- envases

b.3. Producción de harina de sangre entera soluble

Esta tecnología no es utilizada en la actualidad en el país para procesar sangre. La limitante principal es que, para utilizar este procesamiento, se necesita instalar los equipos en el matadero, ya que la primera operación corresponde a la desfibrinación de la sangre, la cual se realiza inmediatamente después de la sangría.

En la Figura N°3 se encuentra el diagrama de bloques correspondiente a la producción de harina de sangre entera soluble.

FIGURA N°3. DIAGRAMA DE BLOQUES PARA PRODUCIR HARINA DE SANGRE ENTERA SOLUBLE



La sangre recién extraída y sin adición de anticoagulantes va directamente a los estanques desfibrinadores. Después de permanecer durante 10 minutos en ellos, la fibrina se ha depositado sobre las varillas de agitación y se separa de la sangre en forma de hilachas.

La sangre desfibrinada se vacía y pasa, con una concentración de sólidos de alrededor de un 18%, al secador spray. Aquí la humedad disminuye a menos del 8%, obteniéndose un polvo de sangre entera soluble, la cual se envasa y almacena para su comercialización.

La fibrina separada, que es insoluble, se lava con agua corriente para eliminar los glóbulos rojos y así quedar blanca. Luego pasa al secador, el cual debe ser a no más de 50°C para no destruir la proteína. Una vez seca se envasa, siendo una buena fuente proteica que se puede adicionar a los productos de la industria cerinera.

c. Equipos e instalaciones

Los equipos principales para las dos tecnologías probadas en el país son los siguientes:

c.1. Producción de harina de sangre

Para este proceso el principal equipo es el cocedor-secador. Este equipo es un autoclave con camisa de vapor provisto de paletas de raspado internas, de manera de evitar que la sangre se pegue en las paredes.

Tiene la posibilidad de inyectar vapor directo al interior, con lo cual se logra una sobrepresión que permite esterilizar la sangre.

La instalación más importante que necesita la planta, aparte de las normales de agua, luz y alcantarillado, es la existencia de una caldera para producir el vapor de calentamiento del cocedor-secador.

Los otros equipos son standard, como bombas, estanques y un molino de martillo que permita desintegrar los pedazos de producto muy grandes que salen del secado.

c.2. Producción de APH y plasma en polvo

Para la planta de APH y plasma en polvo se necesitan tres equipos fundamentales. Ellos son:

- Centrífuga: necesaria para separar el plasma de los corpúsculos sanguíneos, se recomienda una de discos. El líquido más pesado (corpúsculos) es arrojado hacia afuera, desplazando al líquido más ligero (plasma) hacia el centro del recipiente. Durante su recorrido el líquido pesado choca contra la cara inferior del disco y fluye por debajo de ella hasta la periferia del recipiente sin encontrar más líquido ligero. A su vez, el líquido ligero fluye hacia dentro subiendo por sobre las superficies superiores de los discos.

Se logra de esta manera separar las dos fases con eficiencias mayores del 95%.

- Concentrador: se recomienda utilizar para concentrar el plasma un equipo de hiperfiltración. Esto, porque trabaja a baja temperatura, 0-30°C y por lo tanto las proteínas presentes no se desnaturalizarían por los efectos del calor, lo cual sucede en los equipos de evaporación.
- Secador spray: para obtener un producto con buenas cualidades organolépticas y de solubilidad, es importante que el secado sea realizado en un equipo que tenga características especiales. El secador spray cumple con los requisitos como para producir un polvo fino con humedades inferiores al 7% y que, con el control de la temperatura de entrada del aire y el flujo de alimentación del producto, se logra obtener buenas solubilidades del APH en leche.

Las temperaturas que normalmente se utilizan para secar APH son, la de entrada del aire alrededor de 145°C y la salida del aire húmedo, la cual depende del flujo de alimentación del producto, 45°C.

El plasma se seca a temperaturas similares, lográndose también un polvo fino de muy buenas cualidades alimenticias.

La instalación más importante para la planta de APH y plasma en polvo es la caldera que proporciona el vapor para el secado. A su vez, se requiere en el matadero de una instalación de extracción de la sangre que sea absolutamente higiénica. Para ésto es necesario realizar inversiones de mejoramiento de este proceso en los mataderos que abastecerán a la planta, puesto que en Chile dichas condiciones no se dan. Solamente el matadero Lo Valledor está actualmente acondicionado para realizar dicha faena en forma satisfactoria, pero su producción está destinada a la firma EMCOMIN Ltda., quién está produciendo los productos en discusión.

d. Características del producto y uso

d.1. Harina de sangre

La harina de sangre es un producto destinado a la alimentación animal.

Su composición promedio se encuentra en el Cuadro N°2.

CUADRO N°2. COMPOSICION PROMEDIO DE HARINA DE SANGRE FABRICADO
CON EL SISTEMA COCEDOR-SECADOR

| | <u>%</u> |
|-----------------|----------|
| Humedad | 10,0 |
| Proteína | 85,5 |
| Grasa | 0,8 |
| Glúcidos | 0,5 |
| Sales Minerales | 3,2 |

FUENTE : INTEC/CHILE.

Se presenta como un producto molido para ser formulado en raciones alimenticias de porcinos y aves de corral. Por su alto contenido de proteínas de muy buena calidad, es considerado como un concentrado proteico de alto valor nutritivo.

d.2. APH y plasma en polvo

El APH y el plasma son productos para consumo humano, destinados fundamentalmente a servir como alimentos enriquecedores.

Su composición promedio se encuentra en los cuadros 3 y 4.

CUADRO N°3. COMPOSICION PROXIMAL DE APH

| | |
|----------------------|--------|
| Humedad | 2,44 % |
| Proteínas (N x 6,25) | 93,92% |
| Grasas | 0,51% |
| Cenizas | 2,73% |
| Hidratos de carbono | 0,40% |
| Fe (mg/g conc.) | 2,73 |

FUENTE: The Chemical Rubber Co. 1968,

CUADRO N°4. ANALISIS PROXIMAL DEL PLASMA

| | |
|----------|--------|
| Humedad | 2,47% |
| Proteína | 70,88% |
| Sodio | 8,50% |
| Cloro | 9,93% |
| Potasio | 0,35% |
| Calcio | 0,10% |
| Magnesio | 0,02% |

FUENTE: Taybor, 1973

Se presentan ambos productos como un polvo fino de baja humedad.

El APH se utiliza en la actualidad, fundamentalmente como un aportador de Fe orgánico en alimentos para niños especialmente fabricado y repartidos en los programas de la JNAEB.

El plasma está empezando a ganar mercado en la industria cecine-
ra, siendo también posible su uso en pastelería, productos dieté-
ticos, fideos, etc.

e. Casos de aplicación en Chile

e.1. Harina de sangre

En Chile se produce harina de sangre en algunos de los grandes ma-
taderos del país, como por ejemplo Lo Valledor. Sin embargo, su
producción está limitada por el mercado, ya que existen otras fuen-
tes de proteínas, que en algunos momentos están más baratas, como
puede ser la harina de pescado.

Hay también plantas, fuera de los mataderos, que se dedican a fabricar harina de sangre pura y formulada, además de utilizar otros subproductos de la matanza, las cuales también tienen un mercado relativamente reducido.

Es posible que exista la posibilidad de aumentar la utilización de la sangre, si los mataderos se coordinaran con plantas procesadoras, para así aprovechar mejor las economías de escala.

e.2. APH y plasma en polvo

Existe una planta, EMCOMIN LTDA., que está trabajando con la sangre obtenida del faenamiento en Lo Valledor, para producir APH y plasma en polvo.

Es la única existente en el país, siendo improbable la factibilidad económica de instalar otra planta, debido a los problemas de mercado existentes para los productos. El mercado actual existente en Chile, para ambos productos, es muy inseguro, dependiendo, en el caso del APH, de las políticas gubernamentales sobre programas de alimentación y, en el caso del plasma, de ir ganando mercados para su utilización.

f. Fuentes de apoyo tecnológico

Las instituciones nacionales que poseen información tecnológica sobre estos procesos son:

- Instituto de Investigaciones Tecnológicas, INTEC/CHILE, Avda. Santa María 06500, Lo Curro, Fono 2289066, Santiago, y
- Fundación Chile, Vía Sur Parque Institucional 6651, Fono 2281446, Santiago.

CARTILLA : APROVECHAMIENTO DEL PANCREAS, HIGADOS Y
PULMONES





APROVECHAMIENTO DEL PANCREAS, HIGADOS Y PULMONES

En Chile existe un subaprovechamiento de los subproductos de mataderos, los cuales podrían contribuir en buena forma a mejorar la rentabilidad del proceso de matanza animal al ser bien utilizados.

Los páncreas, al igual que los hígados y pulmones decomisados tienen un mercado externo interesante, el cual está demandando cantidades importantes de estos productos.

A pesar de los diferentes destinos finales de los productos mencionados, existe una similitud en la tecnología utilizada para su aprovechamiento, por lo cual se analizan en conjunto.

a. Páncreas

El páncreas es una glándula que tiene un muy buen mercado internacional, ya que de ella se extraen productos farmacéuticos como la insulina y enzimas, principalmente amilasas y proteasas.

El tratamiento de la glándula es muy importante. El páncreas debe ser retirado inmediatamente después de sacrificado el animal. Se debe limpiar de grasa y cuerpos extraños, mientras aún está caliente, teniendo cuidado de no estropearlo, especialmente la llamada cola, que es la parte que contiene la mayor parte de insulina.

Además, debe evitarse el contacto del páncreas con el agua, ya que los componentes solubles en agua se lixiviarían.

Una vez limpias se deben colocar en bandejas planas, de manera que se enfríen separadamente. Se debe bajar la temperatura lo más rápido

posible, cuidando que no se toquen, utilizando equipos de congelación de -20°C hasta -40°C . La temperatura de almacenamiento máxima debe ser -18°C , ya que con temperaturas mayores se pueden reactivar las enzimas con la consiguiente pérdida de insulina.

Una vez congelados, los páncreas se deben envasar de a uno en cartones forrados en polietileno, de manera de tener un efecto adicional de aislamiento y facilitar el empaque en paquetes para su transporte y almacenamiento.

Es muy importante no cortar la cadena de frío en ningún momento, ni durante el empaque que debe hacerse en un cuarto frío con control de humedad para no reseca los páncreas, ni durante el transporte, ya sea terrestre, marítimo o aéreo.

Si la temperatura asciende entre -15°C y -10°C , el producto debe quedar como aceptado en forma condicional, y si sobrepasa los -10°C se debe rechazar el lote dañado.

Según antecedentes recogidos, durante 1983 se empezó con la exportación de páncreas congelados por parte del Matadero Lo Valledor.

b. Pulmones e hígados decomisados

Los pulmones de los animales que llegan a los mataderos son decomisados, por disposición del Ministerio de Salud, en un 100 %, en tanto que los hígados se decomisan, en el caso de los bovinos, en alrededor de un 50% y en el caso de los porcinos en alrededor de un 12%.

Las causas de los decomisos son anomalías en la glándula, las cuales las determina el médico veterinario correspondiente.

La exportación de pulmones e hígados congelados es una práctica que se realiza desde hace varios años a la fecha.

Al igual, que para el caso de los páncreas, estos órganos deben limpiarse de materias extrañas y congelarse lo más rápidamente posible.

Se envasa en bolsas de polietileno y se embalan para ser exportadas.

Es importante no cortar la cadena de frío de -18°C en ningún momento, ya que pueden reactivarse las enzimas que producen la destrucción del producto.

Este es un proceso fácil de realizar y que no necesita mucho cuidado durante la manipulación, por lo que podrían integrarse en forma relativamente fácil otros mataderos, además de los que actualmente están vendiendo estos productos.

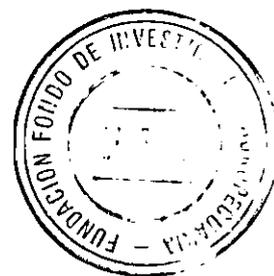
Tanto los hígados como pulmones congelados van, principalmente, a las industrias europeas que fabrican alimentos para animales caseros.

Fuentes de Apoyo Tecnológico

Las instituciones nacionales que poseen información tecnológica sobre estos procesos son:

- Instituto de Investigaciones Tecnológicas, INTEC/CHILE, Avda. Santa María 06500, Lo Curro, Fono 2289066, Santiago, y
- Fundación Chile, Vía Sur Parque Industrial 6651, Fono 2281446, Santiago.

CARTILLA : APROVECHAMIENTO DE LAS ASTAS Y PEZUÑAS
DE BOVINOS





APROVECHAMIENTO DE LAS ASTAS Y PEZUÑAS DE BOVINOS

La alternativa de mejor utilización de las astas y pezuñas es, al parecer, la fabricación de harina.

En el caso de las pezuñas, una vez separadas del hueso de la pierna, todavía contendrán dentro de ellas un pequeño hueso que tiene que ser removido. Para ésto, se introduce en agua caliente con el objeto de soltar el hueso y después se saca empujándolo con algún objeto acondicionado para tal efecto.

Las astas también deben estar libres de hueso y médula. Al igual que las pezuñas, las astas se introducen en agua caliente, con lo cual se remueve la médula y se puede separar el resto del hueso de la cabeza que queda adherido a las astas al cortarlas.

Por su parte, las puntas de las astas se deben separar en forma independiente, ya que logran un precio superior que la harina. Se debe tener cuidado que esta sección del asta sea delgada y sólida, sin ninguna proyección de la cavidad del resto del asta.

Si existiera en la base de la punta de asta algún resto de cavidad, significa que no ha sido bien aserrada, lo cual inmediatamente reduce su valor.

El resto del asta y las pezuñas libres de huesos son aptas para la molienda.

Si la cantidad de materia prima no es suficiente como para justificar la inversión en un molino, también existe la posibilidad de exportarlas enteras. En este caso se debe cuidar de que estén bien secas, ya sea al sol o artificialmente, de manera de embarcar sólo materia seca.

Astas y pezuñas no se pueden moler estando húmedas, ya que en ese caso al entrar al molino se astillan, pasando por las mallas y obteniéndose un producto indeseable.

Una vez que el material está seco, se pasa por el molino con mallas, de 1/8" de manera que el producto final tenga tamaño desde 1/8" hasta polvo. Esta harina de astas y pezuñas se envasa en sacos de yute, normalmente de 50 kg., o en sacos de papel multipliegos, en caso de ser más baratos, ya que ambos son satisfactorios para el envío vía marítima del producto.

Fuentes de Apoyo Tecnológico

Las instituciones nacionales que poseen información tecnológica sobre estos procesos son:

- Instituto de Investigaciones Tecnológicas, INTEC/CHILE, Avda. Santa María 06500, Lo Curro, Fono 2289066, Santiago, y
- Fundación Chile, Vía Sur Parque Institucional 6651, Fono 2281446, Santiago.

5
CARTILLA : APROVECHAMIENTO DE LAS CANALES DECOMISADAS



APROVECHAMIENTO DE LAS CANALES DECOMISADAS

La alternativa tecnológica actual más aceptable para la utilización de las canales decomisadas es fabricar harina de carne y huesos. Además se extrae la grasa y el sebo, los cuales normalmente se recuperan.

No sólo las canales se utilizan para la fabricación de esta harina, sino también se incorporan restos de carnes, interiores y hueso.

El rendimiento y la razón de harina a grasa varía, dependiendo de la materia prima y del grado de recuperación de la grasa.

El proceso consiste en un partido de las canales enteras y un pre-quebramiento de los huesos grandes. Este material junto con los otros de menor tamaño se alimentan al cocedor-secador. Esto es un tambor horizontal con camisa de vapor, provisto de un set de paletas para agitar y mantener la masa interna en contínuo movimiento. El agua propia del material, al convertirse en vapor, hace subir la presión interna, la cual, unida a la agitación, desintegra y rompe las celdillas de grasa. De esta manera, tanto la esterilización, la digestión, como el secado se logra en un solo equipo sin pérdidas de nutrientes, ya que lo único que se elimina es el vapor producido para así bajar la humedad final.

El producto obtenido pasa luego a la etapa de extracción de grasa. Existen tres métodos para separar la grasa. El primero es una prensa hidráulica que se trabaja a alrededor de 4000 lb/pulg²; el segundo corresponde a un extractor centrífugo de turbina y el tercero es un extractor de tornillo.

Los porcentajes finales de grasa que se logran normalmente fluctúan entre 10 y 15%, dependiendo de las mezclas de los diferentes tipos de decomisos

huesos, etc., que ingresan al cocedor y del equipo de extracción utilizado.

Los rendimientos están alrededor del 40% para las harinas y 15% para el sebo en función de la materia prima.

En la actualidad son muy pocos los mataderos que aprovechan las canales decomisados para obtener harina, siendo posible aumentar su utilización en función de un buen estudio de factibilidad, donde se incorpora el análisis del mercado potencial frente a fuentes alternativas de proteínas y el tamaño mínimo económico de una planta de este tipo.

Fuentes de Apoyo Tecnológico

Las instituciones nacionales que poseen información tecnológica sobre estos procesos son:

- Instituto de Investigaciones Tecnológicas, INTEC/CHILE, Avda. Santa María 06500, Lo Curro, Fono 2289066, Santiago, y
- Fundación Chile, Vía Sur Parque Institucional 6651, Fono 22881446, Santiago.

CAPITULO IV

- Residuos de la Industria Avícola

CAPITULO IV

RESIDUOS DE LA INDUSTRIA AVICOLA



RESIDUOS DE LA INDUSTRIA AVICOLA



1. IDENTIFICACION DE LOS RESIDUOS

Los residuos de la industria avícola se subdividen en aquellos provenientes de la crianza y en aquellos que se producen en el matadero o industria propiamente tal.

Los residuos de la crianza son fundamentalmente fecas, las cuales se analizan en el capítulo referente a granjas avícolas. Además, y en muy pequeño porcentaje, se producen otros residuos, como ser, algunas aves muertas, las cuales van, en el caso de los grandes productores, a la fábrica de alimentos o son eliminadas como desperdicio.

En los mataderos avícolas se producen una serie de subproductos que no van a alimentación humana, como ser: cabezas, patas, vísceras o interiores no comestibles, sangre y plumas. Las vísceras o interiores no comestibles corresponden al tracto intestinal, pulmones, bazo, tráquea, glándulas de las plumas y los órganos reproductivos. Todos estos subproductos que no tienen valor como alimento humano, sí lo tienen como alimento animal, es así como todos ellos pasan a una fábrica de alimentos para ser utilizados como materia prima.

2. CANTIDADES Y DISTRIBUCION ESPACIAL DE LOS SUBPRODUCTOS

La producción de broilers, que son los que van a matanza para consumo como pollos enteros, se encuentra concentrada en muy pocos productores. En el Cuadro N° 1 se muestra la concentración de la producción de broilers, al 31 de Octubre de 1979, porcentajes que no debieran haber variado sustancialmente.

CUADRO N° 1

CONCENTRACION DE LA PRODUCCION DE BROILERS EN CHILE
AL 31/10/79

| Tamaño | N° de empresas | Cantidad de Broilers | Porcentaje sobre el total |
|-----------------|----------------|----------------------|---------------------------|
| Sobre 400.000 | 4 | 7.016.728 | 74,9 |
| 200.000-400.000 | 2 | 535.773 | 5,7 |
| 100.000-200.000 | 5 | 608.850 | 6,5 |
| 50.000-100.000 | 4 | 275.322 | 2,9 |
| 10.000- 50.000 | 32 | 782.091 | 8,4 |
| Menos de 10.000 | 52 | 145.409 | 1,6 |
| T O T A L | 99 | 9.364.173 | 100,0 |

FUENTE: Rol de Criaderos Avícolas, INE

Como se observa en el cuadro anterior, el 80,6% de la producción de broilers está concentrada en 6 empresas. Dos de las empresas se encuentran en la VI Región, con un 40,5% de la producción, y las cuatro restantes se encuentran ubicadas en la Región Metropolitana con el 40,1% de la producción.

Todas estas empresas productoras de broilers tienen matadero y fábrica de alimentos, por lo que todos los subproductos anteriormente nombrados son allí utilizados. El porcentaje promedio de subproductos es de aproximadamente un 21% sobre el peso vivo.

El resto de las empresas se reparten el otro 19,6% de la producción, de las cuales un 10% pertenece a criaderos con menos de 10.000 unidades. Estos últimos normalmente no tienen matadero propio, pero en la

zona central compran este servicio a un solo matadero de pollos, el cual posee también una fábrica de alimentos, por lo tanto los residuos que en éste se producen también son utilizados como materia prima para la fabricación de alimentos animales. En Regiones, la crianza de broilers por pequeños productores es muy baja, por lo que los residuos que en esos casos existan es insignificante y sin ningún interés de aprovechamiento.

3. FORMAS DE APROVECHAMIENTO

Como se ha explicado anteriormente, sobre el 95% de los residuos de la matanza de broilers va a las fábricas de alimento animal. Normalmente pertenecen a los mismos grandes productores, los cuales fabrican un alimento para formular las raciones para su propia crianza.

Una vez efectuada la matanza, todos los residuos se transportan a un gran autoclave, donde se procesan durante 6 hrs. aproximadamente. Después, la pasta resultante se seca y se envasa o transporta a las bodegas de almacenamiento a granel. El alimento resultante, tiene la siguiente composición promedio:

| | | |
|-------------------|---|-------|
| - Proteínas | : | 67,5% |
| - Humedad | : | 8,0% |
| - Grasa | : | 8,5% |
| - Fibra y cenizas | : | 16,0% |

El rendimiento de materia prima de entrada al autoclave respecto al volumen de alimento seco producido es de alrededor de un 27%.

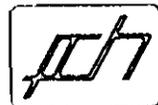
4. CONCLUSION

En resumen, se puede concluir de los antecedentes entregados en los puntos anteriores, que la industria avícola nacional no tiene residuos. Eso es así, porque esta industria está muy concentrada en grandes empresas, las cuales tienen una infraestructura tecnológica bastante bien montada, la cual les permite aprovechar en muy buena forma todos los productos provenientes de su producción, logrando así mejorar sus respectivas rentabilidades.

Para efecto de este estudio, la industria avícola no es productora de residuos, por lo que no se seguirá analizando.

CAPITULO V

- Residuos de la Industria Pesquera y Tecnologías para su Utilización



**RESIDUOS DE LA INDUSTRIA PESQUERA
Y TECNOLOGIAS PARA SU UTILIZACION**

Preparado para : Fondo de Investigaciones
Agropecuarias

Por : FUNDACION CHILE

Fecha : Diciembre de 1983



INDUSTRIA PESQUERA



1. IDENTIFICACION DE LOS RESIDUOS

Los residuos de interés en la industria pesquera provienen casi exclusivamente de las industrias de conservería y congelados, los que representan un 95,7% de la utilización industrial total, para el caso de los mariscos, y un 99,8% para el caso de los pescados, si se excluye la industria de harina de pescado.

En relación a esta última, se estima que no existen residuos de interés o en volumen apropiado para un aprovechamiento industrial.

Los residuos de animales marinos son múltiples y variables, según el tipo de captura a la que correspondan. Sin embargo, atendiendo los volúmenes, su posible uso industrial, se ha creído conveniente considerarlos como compuestos de una fracción orgánica de rápida descomposición, eventualmente comestible y de una fracción compuesta principalmente de sales minerales. En otras palabras, se quieren establecer distinciones entre la carne remanente y la estructura ósea o caparazón. En los dos casos, donde sea particularmente importante, se incluirá el agua libre presente.

1.1 ESTIMACION DE CANTIDADES DE RESIDUOS

1.2 Bases de Cálculo

Para la confección de las bases de cálculo se han considerado los desembarques totales destinados a la industria conservera y de congelados. Fundamentalmente, estas bases se obtuvieron del Anuario Estadístico de Pesca, 1981, editado por SERNAP, experiencias personales y encuestas a ejecutivos de industrias del ramo.

En la Tabla 2.1 se dan las bases utilizadas, en miles de toneladas, por especie y Región.

En la Tabla 2.2 se muestran los porcentajes regionales por industria y tipo de captura. El porcentaje de residuos industriales es variable y depende fundamentalmente del tamaño de la especie procesada.

En la Tabla 2.3 se dan los coeficientes específicos promedio, expresados como la fracción de residuo por unidad de materia prima.

TABLA 2.1 - DESEMBARQUE TOTAL POR ESPECIE Y REGION (MILES DE TONS.).

| Región | I | II | III | IV | V | VIII | X | XI | XII | Total país |
|----------------------|---------|-------|------|------|------|-------|----------------------|------|---------------------|------------|
| Pescados | 2.055,5 | 331,3 | 25,9 | 98,0 | 25,1 | 657,3 | 14,10 | 0,10 | 0,10 | 3.207,4 |
| Almejas | 0,07 | 0,08 | - | 0,02 | 0,14 | 0,16 | 23,43 ⁽¹⁾ | 0,13 | 0,01 | 25,17 |
| Cholgas | 0,38 | 0,40 | - | 0,03 | - | 1,36 | 4,70 ⁽¹⁾ | 0,11 | 0,12 | 7,10 |
| Choritos | - | - | - | 0,01 | - | 0,01 | 3,90 ⁽¹⁾ | 0,08 | 0,05 | 4,05 |
| Locos | 1,31 | 2,74 | 3,43 | 2,14 | 1,4 | 1,01 | 7,33 ⁽¹⁾ | 0,04 | - | 19,40 |
| Machas | 0,03 | - | 0,01 | 2,76 | 0,89 | - | 0,59 | 0,58 | - | 4,86 |
| Otros moluscos | 2,21 | 0,99 | 0,03 | 0,01 | - | 0,96 | 1,74 | - | - | 5,94 |
| Camarón nylon | - | - | - | - | 2,11 | 0,83 | - | - | - | 2,94 |
| Centolla y centollón | - | - | - | - | - | - | - | - | 1,73 ⁽¹⁾ | 1,73 |
| *Langostino amarillo | - | - | - | - | 1,7 | 7,36 | - | - | - | 9,06 |
| Erizos | 0,04 | 0,13 | - | - | 0,04 | 0,04 | 14,72 | 0,36 | 0,16 | 15,49 |

Fuente: SERNAP, 1981. Excepto (1)

* No incluye langostino colorado. Se esperan 8.000 tons. de este crustáceo para 1983 distribuidos entre la V y VIII regiones en un 40% y 60% respectivamente.

(1) Informaciones de la Industria sobre capturas 1982.

TABLA 2.2 - UTILIZACION REGIONAL INDUSTRIAL POR ESPECIE (EN PORCENTAJE)

| Región | I | | II | | III | | IV | | V | | VIII | | X | | XI | | XII | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Cons. | Cong. |
| Uso del Recurso | Cons. | Cong. |
| Pescados | 1,5 | 0,1 | 0,5 | - | - | - | 32,2 | - | 0,8 | 10,0 | 2,7 | 1,5 | 0,4 | 51,1 | - | - | - | 6,33 |
| Almejas | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1,9 | 24,2 | 3,3 | - | - | - | 35,4 |
| Cholgas | - | 21,4 | 14,4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 73,8 | - | - | - | - | 43,1 |
| Choritos | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 50,7 | 9,5 | - | - | - | 28,1 |
| Locos | - | 73,2 | 3,9 | 59,3 | 17,6 | 64,4 | 22,3 | 11,1 | 46,7 | 13,6 | - | 67,0 | 41,7 | 26,5 | - | - | - | 80,6 |
| Machas | - | - | - | - | 46,5 | - | 1,81 | 0,36 | - | 4,04 | - | - | 71,16 | 20,9 | - | - | - | - |
| Otros moluscos | - | 86,5 | - | 74,7 | - | 69,7 | - | - | - | - | - | 80,3 | 29,2 | 7,5 | - | - | - | - |
| Camarón nylon | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,4 | 93,0 | - | 97,6 | - | - | - | - | - | - |
| Centolla y centollón | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 35,3 |
| Lengostino amarillo | - | - | - | - | - | - | - | - | 7,8 | 85,4 | - | 83,9 | - | - | - | - | - | - |
| Erizos * | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2,9 | 48,7 | - | - | - | - |

Fuente: Anuario Estadístico de Pesca 1981 SERNAP

* Además un 17,86% del desembarque regional es deshidratado, en la X Región

TABLA Nº 2.3

COEFICIENTES ESPECIFICOS

RESIDUOS/UNIDAD DE MATERIA PRIMA POR ESPECIE

| a) <u>Pescado</u> | <u>Residuo/M.P.</u> (en peso) |
|---|----------------------------------|
| Congelado H.G. (eviscerado y descabezado) | 0,45 |
| Congelado filete sin piel (1) | 0,69 |
| Conservas al natural (2) | 0,72 |

Fuente: Experiencias industriales.

(1) Calculado en base a merluza

(2) Calculado en base a jurel (tarros de 1 lb. peso drenado).

b) Mariscos

Los residuos provenientes de la industria de mariscos prácticamente no dependen del proceso a que sean sometidos.

| <u>Especie</u> | <u>Residuo/M.P.</u> (en peso) |
|----------------|----------------------------------|
| Almeja | 0,90 |
| Cholga | 0,90 |
| Chorito | 0,85 |
| Loco | 0,70 |
| Camarón nylon | 0,86 |
| Centolla | 0,86 |
| Langostino | 0,90 |
| Erizos | 0,92 |

Fuente: Experiencias industriales.

2. DISTRIBUCION ESPACIAL Y COMPOSICION DE RESIDUOS

Atendiendo el posible aprovechamiento, se ha creído conveniente clasificar los desechos en tres categorías o tipos distintos. Ellos son:

- Desechos de pescado
- Desechos de moluscos
- Desechos de crustáceos

Para la cuantificación de estos desechos se han examinado las industrias conserveras y de congelados, las cuales -con la sola excepción de los erizos- constituyen la producción industrial mayoritaria en el país en cuanto a desperdicios se refiere.

2.1 Desechos de Pescado

2.1.1 Distribución nacional (miles ton/año)

| | <u>Región</u> | | | | | <u>Total</u> |
|------------|---------------|-----------|-------------|----------|-------------------|--------------|
| | <u>I</u> | <u>IV</u> | <u>VIII</u> | <u>X</u> | <u>Resto País</u> | |
| Desechos | 21,80 | 20,54 | 18,61 | 3,89 | 1,97 | 66,81 |
| Porcentaje | 32,62 | 30,73 | 27,88 | 5,82 | 2,95 | 100,00 |

Nota: En las Regiones I, IV, V y VIII existe industria de harina de pescado.

Fuente: Obtenido por diferencia del Anuario Estadístico de Pesca, 1981. SERNAP.

2.2 Desechos de moluscos

Por moluscos se entenderá todos aquellos mariscos que tengan una caparazón eminentemente calcárea y desprovista de quitina. Así pues, pese a no ser un molusco, se incluirá el erizo entre éstos.

| | Región (Miles Ton/Año) | | | | | Resto País | Total |
|------------------|------------------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|------------------|-------|
| | I | IV | V | VIII | X | | |
| Desechos almejas | | | | | 5,8 (99,3%) | 0,7 (0,7%) | 5,8 |
| Cholgas | | | | | 3,1 (97,5%) | 0,1 (2,5%) | 3,2 |
| Choritos | | | | | 2,0 (100,0%) | 0,0 | 2,0 |
| Locos | 2,0 (22,0%) | 0,6 (6,6%) | 0,6 (6,6%) | 0,5 (5,5%) | 3,5 (38,5%) | 1,9 (20,9%) | 9,1 |
| Erizos | | | | | 9,4 (94,9%) | 0,5 (5,1%) | 4,9 |
| Otros Moluscos* | | | | 0,7 (18,9%) | 0,5 (13,5%) | 2,5** (67,6%) | 3,7 |

* Incluye caracol, locate y trumulco, choro, culenge, navajuela y ostra.

** $1,8 \times 10^3$ ton. corresponden a la I Región. Principalmente caracol y locate.

Los desechos de moluscos se componen principalmente de conchas calcáreas (con aproximadamente 95% de CaCO_3 equivalente).

Aproximadamente un 97% del peso de las almejas está compuesto por las conchas y el manto, la parte comestible es un 3%. En el caso de los residuos de locos un 5,5% corresponde a vísceras y opérculo y un 94,5% a la concha.

2.3 Desechos de Crustáceos

2.3.1 Distribución nacional (miles ton/año)

| | Región | | | Resto país | Total |
|-------------------------|----------------|----------------|-----------------|---------------|-------|
| | V | VIII | XII | | |
| Langostino amarillo | 1,5 (21,1%) | 5,6 (78,9%) | | | 7,1 |
| Langostino* colorado | 3,2 (39,5%) | 4,9 (60,5%) | | | 8,1 |
| Camarón nylon | 2,9 (64,4%) | 1,6 (35,6%) | | | 4,5 |
| Centolla | | | 1,4 (100,0%) | | 1,4 |
| <hr/> | | | | | |
| T O T A L | | | | | 21,1 |

* Cantidades estimadas para 1983 en base a la capacidad instalada de la industria actual y a 9.000 tons. de extracción autorizadas luego de una veda de 2 años.

2.3.2 Composición de los residuos

En el caso de los langostinos y camarón, los residuos están compuestos de un 40% de partes blandas comestibles y un 60% de cáscaras, estas últimas con un porcentaje de quitina de 20-25%.

La centolla, por su parte, presenta una composición de un 80% de cáscaras y vísceras y 20% de carne. El 80% corresponde a cáscaras en su mayor parte.

3. PROPOSICIONES DE UTILIZACION

3.1 Utilización de Desperdicios de Pescado

En el país, tradicionalmente, este tipo de desperdicios es reducido a harina apta para el consumo animal. Atendiendo a ésto, prácticamente no existiría este tipo de desperdicios en las zonas en que ya está instalada la industria mencionada.

Sin embargo, en la X Región hay un volumen de residuos que, si bien es importante (3.900 ton/año), no resulta interesante para su reducción debido a que su disposición y estacionalidad no satisfacen las necesidades de operación continua que requieren las instalaciones de este tipo.

3.1.1 Industria recomendada para utilización de los desperdicios de pescado

- Ensilado de pescado

Usos: alimentación animal y fertilizantes

Proceso: digestión ácida del pescado

Localización probable: X Región.

3.2 Utilización de Desperdicios de Moluscos

En cuanto al volumen de desperdicios, resulta interesante aprovechar la concha de estas especies, que como se vio anteriormente, representan la mayor parte de éstas.

3.2.1 Industria recomendada para utilización de desperdicios de moluscos

a) Carbonato de calcio

Usos alimentación animal, neutralizante de soluciones ácidas.

Proceso: reducción a polvo mediante molido de las conchas.

Localización: X Región.

b) Oxido de calcio

Uso: construcción

Proceso: calcinación a 915°C de las conchas de moluscos.

Producto complementario: anhídrido carbónico.

3.3 Utilización de Desperdicios de Crustáceos

Resulta interesante aprovechar tanto la parte comestible como la caparazón.

3.3.1 Industria recomendada

a) Pulpa de crustáceo deshidratado

Uso: alimentación, saborizante o aditivo en platos preparados y sopas instantáneas.

Proceso: deshidratación de la pulpa separada mecánicamente.

b) Quitina

Uso: complemento en dietas de animales (imparte un color rosado). En su forma diacetilada se usa como emulsionante. También tiene propiedades quelantes de metales pesados y es capaz de formar films y fibras.

Proceso: recuperación de los sólidos solubles al tratar las
cáscaras con HCl ó H₂SO₃

Productos complementarios: Ca Cl₂ ó Ca SO₄.



5. SELECCION DE TECNOLOGIAS

5.1 Ensilado de Pescado:

Se recomienda la elaboración de ensilado de pescado en plantas pesqueras en las cuales se producen desperdicios resultantes de operaciones comerciales de fileteo de pescado para el mercado fresco o bien para congelado. Estas plantas no cuentan con líneas de fabricación de harina de pescado, por ser estas de alta inversión inicial y necesitar un abastecimiento constante y de alto volumen de materia prima para ser rentables. Generalmente, estas plantas de fileteo de pescado trabajan volúmenes diarios inferiores a 50 tons. de materia prima y no existe una producción constante y pareja durante el año.

El ensilado de pescado se puede describir como un producto preparado mediante adición de ácido a los restos de pescado, obteniéndose un producto líquido al producirse una hidrólisis enzimática que desdobra los tejidos y huesos del pescado. La presencia del ácido previene la descomposición microbiana del producto. Mediante este proceso se obtiene un producto alimenticio para animales, de alto valor nutritivo y de buena conservación.

Se pueden utilizar residuos tanto de materias primas magras como también de carácter graso.

a. Descripción general del proceso:

La fabricación de ensilado a partir de residuos magros es bastante simple; distinguiéndose tres etapas básicas de proceso:

- Cortado o molienda del residuo
- Mezclado del material molido con ácido
- Digestión y almacenamiento

La molienda del residuo es necesaria para provocar una buena distribución de las enzimas en toda la masa y también para ayudar en la etapa posterior a una buena mezcla del ácido que es fundamental en la conservación del producto.

En la etapa de mezclado con ácido se debe agregar una cantidad determinada teniendo especial cuidado de producir una muy buena homogenización que evite zonas en el producto que no son alcanzadas por la acción del ácido, lo cual causa una rápida descomposición.

Se pueden usar ácidos minerales tales como: sulfúrico y clorhídrico, pero tienen el inconveniente que el producto final debe neutralizarse, antes de su aplicación en una dieta para animales.

Se recomienda usar ácido fórmico que además de servir en la hidrólisis de los residuos, tiene un efecto bactericida sobre los residuos preservando el producto a un ph de 4.0 a 4.5. La cantidad de ácido fórmico (85%) recomendada a usar es de 3.5% en relación al peso de los residuos.

La digestión se realiza a temperatura ambiente en estanques apropiados de material resistente a la corrosión. Debe cuidarse mantener una constante agitación en la mezcla del residuo con el ácido para asegurar una buena homogenización y un proceso parejo.

El tiempo de digestión dependerá de la temperatura ambiente y de las características de la materia prima que se está procesando. A temperaturas entre 20 a 30°C, la digestión se realiza dentro de 1 a 2 días. Por otra parte, la digestión de sub-productos provenientes de especies magras (tipo bacalao o congrio dorado) toma un tiempo de 5 a 7 días en completar el proceso de hidrólisis, período necesario para licuar los huesos de gran tamaño.

El almacenamiento del producto hidrolizado se realiza a temperatura ambiente en estanques de material resistente a la corrosión.

En el caso de elaborarse un producto con especies grasas es posible recuperar el aceite mediante la utilización de una centrífuga que separa una fracción líquida acuosa, una fracción semi-sólida y aceite. Se requiere calentar a 50°C aproximadamente el ensilado de pescado antes de ser centrifugado para lograr una buena separación de las tres fases.

b. Composición química de ensilados de pescado:

Dado que el ensilado de pescado contiene fundamentalmente pescado y ácido, la composición proximal de este producto será muy similar a la de la materia prima usada. A continuación se entregan las composiciones químicas de ensilados de pescado preparados con 2 tipos diferentes de especies de pescado:

TABLA No 1.
COMPOSICION PROXIMAL DE ENSILADOS DE PESCADO.

| Composición Química | Materia Prima | |
|------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | Desperdicio de especie magra | Desperdicio de especie grasa |
| Humedad | 78,9 | 75,4 |
| Aceite | 0,5 | 8,7 |
| Proteínas | 15,0 | 13,5 |
| Cenizas | 4,2 | 2,6 |

c. Equipos e instalaciones:

Para producir ensilado de pescado se requiere básicamente:

- Moedor capaz de reducir la materia prima a un tamaño inferior a 5 cm.
- Equipo mezclador con paletas para producir una buena homogenización del ácido con el material molido previamente.
- Estanques digestores con sistema de agitación y conectados a cañerías de vapor para calentar la mezcla durante la hidrólisis.
- Estanques de almacenamiento del producto final.

En caso de usarse sub-productos provenientes de especies grasas se necesita equipo separador de aceite que consiste básicamente en una centrífuga.

d. Características del producto y su uso:

Se mencionó en el punto "b" la composición química típica de dos tipos diferentes de ensilado de pescado. Se observa claramente que se trata de un producto líquido con contenidos superiores al 75% de humedad.

Esta característica hace que la utilización de este producto sea conveniente y económicamente factible cuando el lugar de

producción está relativamente cerca del lugar donde se preparará el alimento final que será usado en alimentación animal (principalmente cerdos y pollos). El costo del transporte del ensilado es caro por lo que este factor debe ser cuidadosamente evaluado para tomar la decisión de iniciar una producción comercial.

Estudios nutricionales practicados usando ensilado de pescado como ingrediente en alimentos formulados para aves y cerdos han demostrado que se trata de un producto de alto valor biológico que proporciona proteína de alta calidad, además de un buen nivel de vitaminas.

El ensilado de pescado se considera que tiene un valor nutritivo por unidad de materia prima similar a la harina de pescado convencional. (En base a materia seca)

Respecto al potencial que tiene el ensilado de pescado en nuestro país, se estima que es un método atractivo para utilizar los sub-productos resultantes de plantas procesadoras de pescado que no cuentan con líneas de harina de pescado y que no se justifica su instalación por los volúmenes de materia prima disponibles.

Se trata de un proceso muy flexible que puede ser implementado a partir de una escala reducida (1 ton. a la semana) y que tiene la gran ventaja de no necesitar instalaciones de alto costo. Muy por el contrario, requiere de equipos sencillos y de una tecnología simple.

5.2 Utilización de Desperdicios de Crustáceos:

a. Características del residuo a utilizar:

Los desperdicios provenientes del procesamiento de camarones, langostinos, y centolla consisten básicamente de cáscara, víscera y restos de carne que no ha sido extraída por la operación manual de obtención de carne.

El método tradicional de aprovechamiento de los desperdicios de crustáceos ha sido como harina, siendo su aplicación posterior como fertilizante y alimento para animales. El valor de la harina como fertilizante está basado en su contenido de proteínas y calcio especialmente. El mercado que ofrece la industria de fertilizantes para la harina de crustáceos es muy reducido y a precios bajos.

El uso de la harina como alimento para pollos, cerdos y vacuno es el mercado más importante. Sin embargo, debido a la composición química de esta harina, su demanda es restringida, ya

que el alto nivel de calcio impide su uso en alta proporción en la dieta de animales.

Los precios promedios pagados por la harina de crustáceos son bajos, debido a la naturaleza del producto. El contenido proteico es bajo y la calidad de la proteína es inferior a las harinas de pescado tradicionales. El mercado, por lo tanto, para este producto es bastante limitado y la rentabilidad es muy baja.

Es interesante analizar distintas alternativas de uso para los desperdicios de crustáceos que ofrezcan mejores rentabilidades para las empresas que procesan esta materia prima.

b. Alternativas de uso:

Una forma de revalorizar los desperdicios de crustáceos es mediante extracción mecánica de los restos de carne que quedan adheridos a las cáscaras y elaborar una pasta semiprocesada que se puede emplear como ingrediente en formulación de distintos alimentos (salsas, sopas, paté y extensor cárnico).

Esta pasta puede almacenarse congelada en bloques o bien procesada en envase de hojalata y luego esterilizada como una conserva convencional.

Las características físico-organolépticas de la pasta son las siguientes:

- Textura : Cremosa, homogénea
- Olor : Agradable a crustáceo cocido
- Sabor : Dulzón, acentuado a crustáceo cocido
- Color : Rojizo ladrillo oscuro

Otra alternativa de utilización de los desperdicios de crustáceos es elaborar una harina de alto contenido proteico y de bajo contenido de sales cálcicas. Esta harina tiene la ventaja adicional de contener una alta concentración de pigmento rojo (astaxantina) que es de alto valor en dietas para salmonídeos. Este producto tiene un valor más alto que la harina de pescado y tiene buen mercado en países con desarrollo alto en pisciculturas.

Los restos de caparazón resultantes de la separación mecánica de la proteína son la base para elaborar quitina y derivados. En los últimos años ha existido gran interés en países con abundantes recursos de crustáceos por estudiar la posibilidad de producir quitina y quitosano en forma comercial. Actualmente, existen plantas industriales en Japón y U.S.A., que utilizan desperdicios de crustáceos como materia prima.

c. Descripción general del proceso:

El flujo de proceso para producir una pasta congelada a partir de los desperdicios de crustáceos es la siguiente:

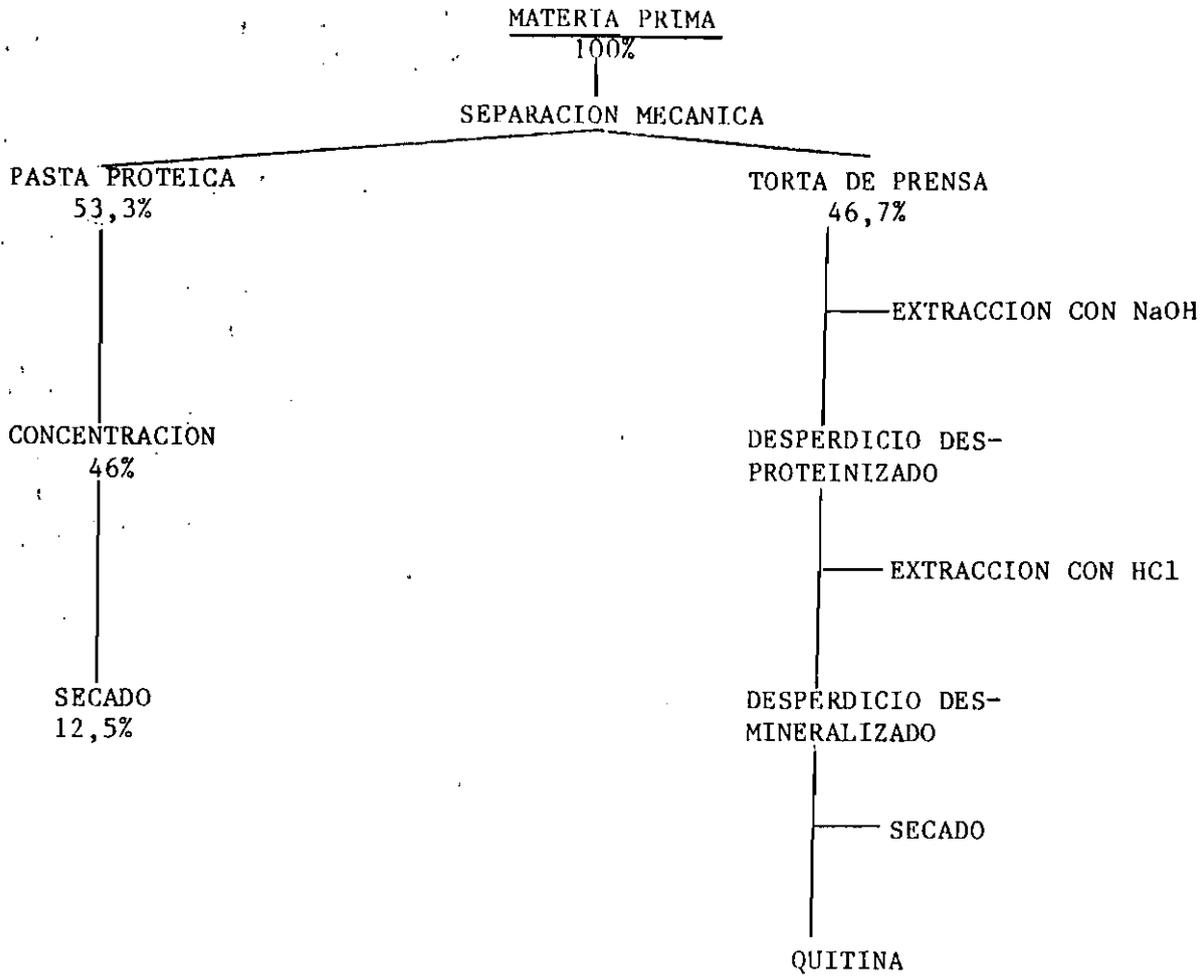
| | |
|------------------|------|
| MATERIA PRIMA | 100% |
| LAVADO | 98% |
| OBTENCIÓN PASTA | 53% |
| REFINACIÓN PASTA | 45% |
| CONCENTRACION | 23% |
| CONGELADO | 22% |

La materia prima a utilizar para producir la pasta deben estar libres de impurezas y debe procesarse inmediatamente de obtenidos. Se lava en agua clorada para eliminar restos de material extraño que puedan estar adheridas a los caparazones.

La obtención de la pasta se logra mediante un equipo despulpador que separa el caparazón calcáreo de los restos de carne que pasan a través de perforaciones y son recolectados en recipientes plásticos. Con el fin de eliminar restos de cáscara en la pasta, se filtra la pulpa obtenida a través de un colador mecánico que puede estar incorporado al equipo de obtención de pulpa.

Para concentrar la pulpa obtenida se procede a coagular la pasta usando un cocedor con agitación. Se usan temperaturas de 95 a 97°C por espacio de 5 a 10 minutos. La pasta concentrada es congelada en congelador de placas en bloques de 5 a 10 kgs. y luego almacenada en cámara a -18°C.

Para producir harina de crustáceos de alto contenido proteico y como sub producto quitina y quitosano se emplea el siguiente flujo de proceso:



Los desperdicios son tratados en una máquina despulpadora obteniéndose una pasta proteica y una torta de prensa con un alto contenido en sustancias calcáreas.

La pasta proteica es concentrada mediante aplicación de temperatura 95 a 97°C por espacio de 5 a 10 minutos y luego es secada hasta una humedad inferior a 15%. Debe usarse temperaturas inferiores a 80°C en la etapa de secado para preservar el pigmento presente en la mezcla. El producto resultante es una harina con 60 a 65% de proteína.

En la elaboración de quitina se puede partir del desperdicio fresco entero o bien de la torta de prensa obtenida por separa-

ción mecánica. El proceso consiste básicamente en retirar proteínas y sales minerales del caparazón del crustáceo para obtener un compuesto químico que es un polímero de glucosa y que es muy similar a la celulosa en su estructura.

Los rendimientos de quitina son del 6 al 8%, a partir del peso total del desperdicio.

d. Equipos e instalaciones:

Para obtener la pasta congelada de crustáceos se requiere de equipos separadores de pulpa, refinadores de pulpa, cocedores y equipos de congelación y cámaras de almacenamiento congelado.

En el caso de la harina de alto contenido proteico y de la quitina, además de los equipos separadores de pulpa se necesita de secadores para obtener los productos con los niveles de humedad adecuados (inferiores a 15%). Se requiere en el proceso de obtención de quitina de reactores químicos para desprotenizar y desmineralizar los desperdicios.

e. Características del producto y su uso:

La pasta concentrada y congelada de crustáceo es un ingrediente que puede usarse en formulación de alimentos procesados tales como: salsas, saborizantes, sopas y pate. Se caracteriza por su sabor agradable a marisco y su textura suave y cremosa.

La harina de crustáceo es un alimento para animales, especialmente salmonídeos (truchas y salmón) que necesitan en su dieta ingredientes ricos en proteína y sustancias pigmentadas que le entreguen el color rosado a la carne, lo cual es altamente apreciado en el mercado internacional. La harina obtenida por el método anteriormente descrito cumple con estas dos características (buen nivel proteico y presencia del pigmento).

La quitina es una sustancia química blanca, amorfa y de naturaleza fibrosa. El principal derivado de la quitina es el quitosano que es un sólido blanco soluble a solventes diluidos. Otros derivados de la quitina son las glucosaminas que se obtienen luego de un proceso de completa deacetilación y despolimerización.

Los usos para la quitina y derivados son múltiples siendo los de mayor demanda en el mercado como: coloides, anticoagulantes, tratamiento de aguas de desechos y en la industria papelera.

La elaboración de quitina para que sea económicamente factible requiere de una disponibilidad alta y constante de materia prima, que permita amortizar los altos costos de inversión de la planta. Otro factor importante en la viabilidad de una planta industrial de quitina es el acceso a una fuente barata y abundante de insumos químicos (ac. clorhídrico e hidróxido de sodio) que permita procesar a niveles económicos.

5.3 Utilización desperdicios de moluscos:

Para la utilización de estos desperdicios se han propuesto varias alternativas. Las fracciones comestibles pueden ser utilizadas en la elaboración de pastas. Los residuos líquidos pueden ser evaporados para obtener concentrados sólidos o líquidos de fuerte sabor a mariscos, susceptibles de ser incorporados en alimentos, o bien, reciclados para líquido de cobertura en la industria conservera. Los sólidos no comestibles, compuestos por estructuras calcáreas fundamentalmente, se someten a molienda y son aprovechables como fuente de calcio, en forma de carbonato para alimentación avícola. También, es posible su uso como materia prima para la obtención de cal (CaO).

Experiencias realizadas en Chile se han dirigido a obtención de pastas de mariscos a partir del "huevo" del loco y los mantos de almejas y moluscos afines. Sin embargo, los éxitos comerciales han sido limitados.

La producción de concentrados tiene un alto costo de combustible y, en general, se implementa cuando existen disposiciones legales, de control de medio ambiente, que limitan la eliminación industrial de desperdicios.

Respecto a la utilización de conchas de moluscos, no se tiene información de su fabricación en la actualidad, con excepción de un uso retringuido para lastrar caminos y paseos, principalmente con fines ornamentales. En conversaciones se ha detectado el interés de las industrias de estudiar alternativas destinadas a la producción de cal o carbonato de calcio. Consideraciones adicionales tales como la baja inversión necesaria en equipos y la tecnología disponible en el mercado nacional además de las pocas fuentes de calizas en la zona Sur, si se excluyen los yacimientos ubicados en a zona del Golfo de Penas y que son utilizados por CAP para el abastecimiento de sus altos hornos, hacen atractiva esta utilización, por lo que se considerará con más atención.

En el caso del carbonato de calcio para alimentación avícola su uso es de antigua data en los Estados Unidos, y ya el año 1948 se destinaban alrededor de 300.000 tons. de conchas molidas para este fin, las que se procesaban en 15 plantas distribuídas en 5 estados. En el mismo período, la industria de cal empleó alrededor de 50.000 tons.

Para la fabricación de carbonato de calcio, las conchas comienzan por desecarse, por lo común en un desecador de llama indirecta, para luego pasarse por un molino que puede ser del modelo de martillos. Desde el triturador pasa el material a través de una serie de cedazos vibratorios, pudiendo ensacarse de acuerdo con el calibre de las distintas telas metálicas de las cribas, o bien volverse a moler para hacerlo más fino antes de ensacarlo.

El uso de conchas, en especial ostras y almejas, como materia prima para la fabricación de cal, también es una técnica antigua en el mundo y los Estados Unidos en particular.

El proceso seguido para la obtención de cal consiste en un secado seguido de una calcinación efectuada en horno a temperaturas variables entre 1.100 a 1.400 °C.

Los tipos de horno utilizados generalmente corresponden al de tipo rotatorio, similar al empleado en la industria del cemento, o al tipo más antiguo, de tiro abierto vertical utilizado en épocas pasadas. El horno rotatorio es continuo y puede tratar gran volumen de materia prima, pero su costo es elevado además que requiere de partículas de 1-5 cm. de diámetro. El tipo tradicional es más barato, requiere partículas entre 7,5-20 cm. de diámetro, eliminando la molienda previa. Sin embargo, su producción es discontinua y de poco volumen.

Cualesquiera sea el proceso utilizado se pierde alrededor de un 46% en peso debido al dióxido de carbono que se escapa.

Los usos de la cal son variados: en la construcción, fabricación de acero, tratamiento de aguas, fabricación de papel y pulpa, mejoramiento de suelos, ladrillos refractarios, neutralización y tratamiento de desperdicios y elaboración de vidrio.