

SIENA
300

Original

Do Bo
Aug 18-79
[Signature]

UNIVERSIDAD DE MONTERREY
DIVISION DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS



clasif.

040.668
C2338
1979

Título

ANTEPROYECTO DE UNA PLANTA PARA LA
FABRICACION DE GELATINA COMERCIAL

PROGRAMA DE EVALUACION FINAL
QUE PRESENTA

Folio

800573

Autor

IDALIA CANTU MARTINEZ

EN OPCION AL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO ADMINISTRADOR

MONTERREY, N. L.

MAYO DE 1979

A MIS PADRES CON AGRADECIMIENTO Y CON AMOR
POR EL APOYO QUE ME BRINDARON A LO LARGO
DE MI CARRERA.

A MI ESPOSO POR SU COMPRESION Y SU AYUDA.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS.

A TODOS MIS MAESTROS POR SU COLABORACION EN ESTE TRABAJO.

I N D I C E

	Pag.
Introducción	1
Descripción del proceso	3
Localización de la planta	6
Balance de Materia	
Extracción	10
Evaporador	16
Secador	17
Balance de Energía	
Extracción	19
Evaporador	24
Secador	29
Diagrama de flujo para la fabricación de gelatina comercial	31
Equipo del proceso	32
Análisis económico	34
Bibliografía	40

INTRODUCCION

La finalidad de este trabajo es la obtención de gelatina comercial o cola animal,. Como materias primas se utilizan: las pieles de puerco, los desperdicios secos de pieles, desperdicios de ternera encalados, la oseína seca, huesos, etc., ya que la gelatina se obtiene por hidrólisis selectiva del = colágeno, que es el principal componente proteínico intercelular del tejido conjuntivo de las pieles y los huesos de los animales.

La gelatina es una sustancia orgánica nitrogenada coloidal proteínica cuyo valor principal se basa en su poder de coagulación, protección y adhesión. La gelatina comercial pura y seca es un sólido inodoro, insípido, duro, transparente, quebradizo, vitreo, de color amarillo muy pálido ó de color ámbar. De ordinario contiene 10-14% de humedad..

La propiedad característica de la gelatina es su capacidad para formar una jalea en medio acuoso a temperaturas inferiores a $35-40^{\circ}\text{C}$. Una jalea de gelatina es un sistema transparente de dos componentes (agua y gelatina).

La gelatina comercial es una de las colas más antiguas, sin saberse exactamente cuándo fue producida originalmente, ya que se tienen antecedentes durante los últimos tres mil años, hay otras colas de más reciente desarrollo como por ejemplo se tiene el adhesivo de proteína de semilla de soya.

Los usos de la gelatina comercial o cola animal se observan en la fabricación de mobiliarios, papel, tela, abrasivos, cerillas, automóviles, rodillos de imprenta, etc.

DESCRIPCION DEL PROCESO

La fabricación de la gelatina ha evolucionado desde la simple digestión de la carne y de los huesos en una olla de -- presión calentada con vapor, hasta convertirse en un proceso químico altamente especializado y complicado.

En el proceso que se describirá para la fabricación de la - cola de piel o de cuero, se emplean como materias primas los desperdicios de las fábricas de curtidos, así como los desperdicios de las pieles de ganado vacuno y las pieles de puerco congeladas. El primer tratamiento que se dá a las pieles utilizadas, que en este caso es la carnasa, es la de someter la con lechado de cal en fosas llamados calcificadores, la finalidad de este remojo es hinchar y eliminar las proteínas solubles (mucina, albumina), esto se realiza durante un período de tiempo que va de 5 a 12 semanas. Ya que se ha terminado el remojo con la cal, se lavan con agua en un agitador de paletas de 15 a 30 horas.

El producto del lavado se transfiere a tanques, los cuales - pueden ser de madera, aluminio o de acero inoxidable (esto es porque la gelatina tiene la tendencia a formar compuestos indeseables con el hierro u con otros metales), estos tanque están provistos de un serpentín para sujetar al producto a una extracción, la cual se efectúa con agua que se mantiene

de 55-65°C. por el vapor que circula por los serpentines. El tiempo aproximado de esta ⁽¹²⁾extracción es de 4-9 horas, - obteniendo un coeficiente de reparto de 10%.

Se hacen una serie de extracciones separadas tomando en -- cuenta el tiempo de duración así como la temperatura a la que estará cada extracción. Para la seguna extracción el tiempo es de 4 a 8 horas y la temperatura es de 65 a 75°C. y con un tiempo de 4 a 6 horas, el coeficiente de reparto es de 4%. La quinta extracción dura de 2 a 4 horas y su tempe ratura es de 95 a 100°C., se obtiene un 2 % como coeficiente de reparto.

Después de cada extracción se separan las soluciones diluí-- das de cola y se filtran a presión en caliente, se deja a que se enfríe esta solución. Se hace un ajuste al ph para que - esté ligeramente ácido; siendo el intervalo óptimo entre 4 y 5.

La solución ácida se vacía a los moldes que son largas cube-- tas de acero de 15 cm. de ancho, 15 cm. de profundidad y 1.80 mts. de largo. Como esta última gelatina es muy diluída no - se endurecera o formara jalea al enfriarse por lo que es nece-- sario su concentración en vacío.

Ahora se somete la gelatina ya en sus moldes a las cámaras re-
frigeradoras las cuales deben de estar a 4° C. esto es para que
se efectúe una coagulación y para que esté a disposición para
el secado.

La gelatina sólida fría se saca del molde, se corta en tiras de
1 cm. por 5 cm. por 30 cm. Estas tiras se colocan en rejillas
y se apilan en pequeñas vagonetas móviles, que se llevan a un
túnel de secado a través del cual se aspira aire filtrado a 32-
60°C. mediante ventiladores de aspiración. Al secarse, las pla-
cas se contraen, quedando una tira delgada para su posterior --
uso, que puede ser gelatina en escamas, gelatina en hojas y ge-
latina en gránulos.

LOCALIZACION DE LA PLANTA

La planta deberá instalarse en algún sitio cercano a la ciudad de Monterrey, ya que el gobierno mexicano tiene la política de descentralizar las industrias hacia zonas rurales, - pero siempre y cuando no quede demasiado lejos, ya que la materia prima ha de ser llevada de Monterrey.

Los siguientes datos fueron usados para hacer el estudio de donde se deberá localizar la planta.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Villa de García	\$90	luz si agua si gas no	excento	\$45	40Km.
Villa del Carmen	\$90	luz si agua si gas no	excento	\$60	30Km.
Escobedo	\$130	luz si agua si gas si	si se paga	\$140	16Km.
Dr. González	\$90	luz si agua si gas si	excento	\$40	50Km.
Cienega de Flores	\$130	luz si agua si gas no	excento	\$45	30Km.

- (1) Localidad
- (2) Mano de Obra salario mínimo
- (3) Energéticos
- (4) Impuestos
- (5) Terreno
- (6) Distancia

Se tomaron como alternativas:

- A₁ = Villa de García
- A₂ = Villa del Carmen
- A₃ = Escobedo
- A₄ = Dr. González
- A₅ = Ciénega de Flores

Los criterios que se han tomado en cuenta para apoyar la -
decisión son:

- C₁ = Materia Prima.- Para valorar este criterio se tomará en cuenta la distancia que hay entre las alternativas y el lugar donde se encuentra la materia prima (Monterrey).
- C₂ = Mano de Obra.- Se toma en cuenta los salarios mínimos para cada alternativa.
- C₃ = Energéticos.- Se valoran según haya servicios de; - agua, luz, (combustible) gas.
- C₄ = Impuestos.- Se tomará en cuenta el impuesto que el gobierno tenga a cada alternativa.
- C₅ = Terreno.- Se vera el costo por m² del terreno -- donde podría localizarse la planta.

Criterios	Alternativas					Razonamiento
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	
C ₁	.2	.2	.3	.1	.2	En Dr. González la distancia es mayor que en las demás alternativas
C ₂	.3	.3	.05	.3	.05	En Escobedo y en Ciénega de Flores el salario mínimo es alto
C ₃	.1	.1	.35	.35	.1	Hay todos los servicios en Escobedo y en Dr. González.
C ₄	.25	.25	0	.25	.25	Escobedo no es parque industrial por lo que no hay exención de impuestos.
C ₅	.2	.1	0	.5	.2	El costo del terreno por m ² es más bajo en Dr. González.

Criterios	X1	
C ₁	.9	La distancia para conseguir la materia prima es muy importante por el precio de los fletes, que a mayor distancia mayor costo.
C ₂	.5	La mano de obra no se dificultará en conseguirla ya que los habitantes de esos lugares están en busca de trabajo.
C ₃	.7	El agua es muy importante ya que es materia prima para el proceso de producción de cola animal.
C ₄	.3	El impuesto estará de acuerdo a la inversión y a la necesidad del producto.
C ₅	.6	A mayor precio del terreno, producirá un aumento en los costos.

Criterios	X1	A ₁	A ₁ X1	A ₂	A ₂ X1	A ₃	A ₃ X1	A ₄	A ₄ X1	A ₅	A ₅ X1
C ₁	.9	.2	.18	.2	.18	.3	.27	.1	.09	.2	.18
C ₂	.5	.3	.15	.3	.15	.05	.025	.3	.15	.05	.025
C ₃	.7	.1	.07	.1	.07	.35	.245	.35	.2415	.1	.07
C ₄	.3	.25	.075	.25	.075	0	0	.25	.075	.25	.075
C ₅	.6	.2	.12	.1	.06	0	0	.5	.3	.2	.12
Fc		A ₁ X1	.595		.541		.540		.8565		.470

La mayor función de criterio es la que se tomará, en este caso fue la alternativa (4) por lo que la planta se localizará en -
Dr. González.

BALANCE DE MATERIA

I.- Se presenta a continuación el balance de materia para el tanque de extracción.

Se tomarán las siguientes consideraciones:

- a) Como son cinco extracciones se hará un balance para cada una.
- b) La materia prima contiene aproximadamente un tercio de colágeno por peso.
- c) La base de operación sera de 100 ton. de carnasa.
- d) La cantidad de agua que se agregará en cada una de las extracciones es del 62% del volumen total.
- e) Los coeficientes de reparto que se utilizarán son datos anteriores.
- f) La densidad aparente de la carnasa es de $1.49 \frac{\text{kgs.}}{\text{lbs.}}$ y se

obtuvo de la siguiente manera: Se pesaron 1.5 Kgs. de carnasa que se colocaron en un recipiente cilíndrico, el cual tenía un volumen de 1.005 lbs y como :

$$\text{densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}} = \frac{1.5 \text{ Kgs.}}{1.005 \text{ lbs.}}$$

g) La densidad del agua = $1 \frac{\text{Kgs.}}{\text{lbs.}}$

Base : 100 ton. de carnasa

$$V_{\text{total}} = V_{\text{carnasa}} + V_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$V_{\text{carnasa}} = \frac{\text{masa}}{\text{densidad}} = \frac{100,000 \text{ Kg.}}{1.49 \frac{\text{Kg.}}{\text{lbs.}}} = 67,114 \text{ lbs de carnasa}$$

Como el volumen del agua representa el 62% del volumen total, entonces la carnasa ocupará un volumen del 38% del volumen -- total;

$$67114 \text{ lts. de carnasa} - 38\% \quad X = \frac{(67114 \text{ lts.}) (1)}{.38}$$

$$X - 100\% \quad X = V_{\text{total}} = 176615 \text{ lts.}$$

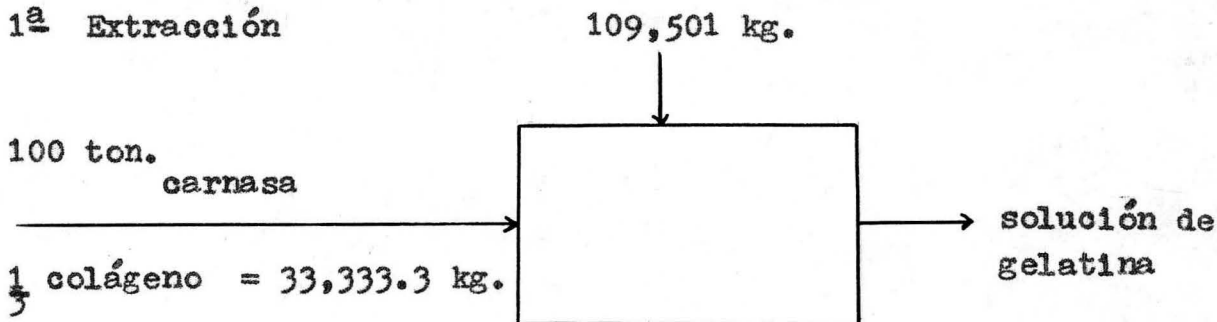
$$V_{\text{total}} = V_{\text{carnasa}} + V_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = V_{\text{total}} - V_{\text{carnasa}}$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 176,615 \text{ lts.} - 67114 \text{ lts.}$$

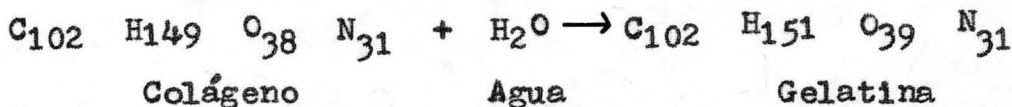
$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 109501 \text{ lts.}$$

1ª Extracción



Cuenta esta extracción con un coeficiente de reparto del 10%

La reacción química es:



$$\begin{array}{ccc} \text{P.M.} & 2415 \text{ kg.} & 18 \text{ kg.} & 2433 \text{ kgs.} \\ & \frac{\text{mol Kg.}}{2415} & \frac{\text{mol Kg.}}{18} & \frac{\text{mol Kgs.}}{2433} \end{array}$$

$$\frac{2433 \text{ kgs. de gelatina}}{2415 \text{ Kgs. de colágeno}} \quad 33,333.3 \text{ kgs.} = 3,358.2 \text{ kgs. de gelatina}$$

(33,333.3 Kgs. de colágeno) (.10) = 3,333.3 Kgs. de colágeno
que reaccionan.

Kgs. de colágeno que no reaccionana.

33,333.3 Kgs. - 3,333.33 Kgs. = 29,999.97 Kgs.

Kgs. de agua que reacciona:

(18 Kgs. de H₂O) (3,358.2 Kgs. de gelatina) = 24.8 Kgs. de H₂O

2433 Kgs. de gelatina

Kgs. de agua que no reaccionan y que han de salir con la gela-
tina en la primaer extracción.

109,501 Kgs. - 24.8 Kgs. = 109,476.2 Kgs. de H₂O

2da. Extracción:

Para la 2da. extracción se cuentan con 29,999.97 Kgs. de colágeno
que no reaccionaron en la extracción anterior. El coeficiente -
de reparto es del 6%.

Como se utilizarán las relaciones

<u>2433 Kgs. de gelatina</u>	y	<u>18 Kgs. de H₂O</u>
2415 Kgs. de colágeno		2433 Kgs. de gelatina

que no cambian a través de las siguientes extracciones, se
utilizarán los factores que de las relaciones se han obtenido
y son respectivamente 1.007 Kgs. de gelatina y .0074 Kgs. de agua
Kgs. de colágeno Kgs. de gela
tina

Se calculará el agua que entrara a la 2 da. extracción

Mcarnasa = 100,000 Kgs. que entraron - 3,333.33 Kgs. de colágeno
que reaccionarón.

$$M_{\text{carnasa}} = 96,666.67 \text{ Kgs.}$$

$$V_{\text{carnasa}} = \frac{96,666.67 \text{ Kgs.}}{1.49 \frac{\text{Kgs.}}{\text{lbs.}}} = 64,876.9 \text{ lbs. de carnasa}$$

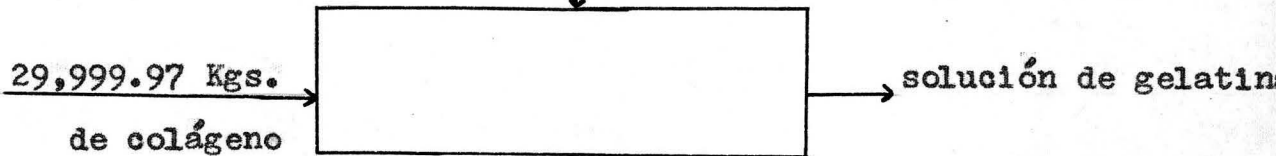
$$64,876.9 \text{ lbs.} - 38\%$$

$$X - 100\%$$

$$X = 170,728.68 \text{ lbs.}$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 170,728.68 \text{ lbs.} - 64,876.9 \text{ lbs.} = 105,851.78 \text{ lbs.}$$

$$\text{H}_2\text{O} = 105,851.78 \text{ Kgs.}$$



$$\left(\frac{1.007 \text{ Kgs. de gelatina}}{\text{Kgs. de colágeno}} \right) (29,999.97 \text{ Kgs. de colágeno}) (.06) = 1812.6 \text{ Kgs. de gelatina}$$

$$\left(\frac{.0074 \text{ Kgs. de agua}}{\text{Kgs. de gelatina}} \right) (1812.6 \text{ Kgs. de gelatina}) = 13.41 \text{ Kgs. de H}_2\text{O}$$

Kgs. de agua que no reacciona y que salen con la gelatina :
 $105,851.78 \text{ Kgs.} - 13.41 \text{ Kgs.} = 105,838.4 \text{ Kgs.}$

Kgs. de colágeno que no reacciona:

$$(29,999.97 \text{ Kgs.}) - .06 (29,999.97 \text{ Kgs.}) = 28,199.97 \text{ Kgs.}$$

3ª. Extracción

Se cuentan con 28,199.97 Kgs. de colágeno que no reaccionaron en la extracción anterior. El coeficiente de reparto es del 6%.

$$.06 (29,999.97 \text{ Kgs. de colágeno}) = 7199 \text{ Kgs. de colágeno que reaccionaron.}$$

7199 Kgs. = 1,800 Kgs.

$$M_{\text{carnasa}} = 100,000 \text{ Kgs.} - (3333.33 \text{ Kgs.} + 1799 \text{ Kgs.})$$

$$M_{\text{carnasa}} = 94,866.67 \text{ Kgs.}$$

$$V_{\text{carnasa}} = \frac{94,866.67 \text{ Kgs.}}{1.49 \frac{\text{Kgs.}}{\text{Its.}}} = 63,668.9 \text{ Its.}$$

$$V_{\text{total}} = V_{\text{carnasa}} + V_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$63,668.9 - 38\% \quad X = V_{\text{total}} = 167,549.75 \text{ Its.}$$

$$X = 100\%$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 167,549.75 \text{ Its.} - 63,668.9 \text{ Its.} = 103,880.85 \text{ Its.}$$

$$103,880.85 \text{ Its.} = 103,880.85 \text{ Kgs.}$$

$$\left(\frac{1.007 \text{ Kgs. de gelatina}}{\text{Kgs. de colágeno}} \right) (28,199.97 \text{ Kgs. de colágeno})(.06) =$$

1704 Kgs. de gelatina

$$\left(\frac{.0074 \text{ Kgs. de agua}}{\text{Kgs. de gelatina}} \right) (1704 \text{ Kgs. de gelatina}) = 12.6 \text{ Kgs. de agua.}$$

Kgs. de colágeno que no reaccionan.

$$28,199.97 \text{ Kgs.} - .06 (28,199.97 \text{ Kgs.}) = 26,507.9 \text{ Kgs. de colágeno}$$

Kgs. de agua que no reaccionan y que salen con la gelatina.

$$103,880.85 \text{ Kgs.} - 12.6 \text{ Kgs.} = 103,868.25 \text{ Kgs.}$$

4^a. Extracción

Se tiene 26,507.9 Kgs. de colágeno que no reacciona en la extracción anterior. El coeficiente de reparto es del 4%.

$$.06 (28,199.97 \text{ Kgs.}) = 1692 \text{ Kgs. de colágeno que reaccionarán.}$$

$$M_{\text{carnasa}} = 94,866.67 \text{ Kgs.} - 1692 \text{ Kgs.} = 93,174.67 \text{ Kgs.}$$

$$V_{\text{carnasa}} = 62,533.3 \text{ lts.} = \frac{93174.67 \text{ Kgs.}}{1.49 \frac{\text{Kg.}}{\text{lts.}}}$$

$$\begin{array}{r} 62,533.3 \text{ lts.} - 38 \% \\ \times \qquad \qquad \qquad 100 \% \end{array} \quad X \quad V_{\text{total}} = 164,561.3 \text{ lts.}$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 164,561.3 \text{ lts.} - 62,533.3 \text{ lts.} = 102,028 \text{ lts.}$$

$$102,028 \text{ lts.} = 102,028 \text{ Kgs.}$$

$$\begin{array}{l} (1.007 \frac{\text{Kgs. de gelatina}}{\text{Kgs. de colágeno}}) (26,507.9 \text{ Kgs. de colágeno}) (.04) = \\ 1067.7 \text{ Kgs. de gelatina} \end{array}$$

Kgs. de agua que reacciona:

130 → $(.0074 (\frac{\text{Kgs. de agua}}{\text{Kgs. de gelatina}}) (1067.7 \text{ Kgs. de gelatina}) = 7.9 \text{ Kgs. de agua}$

Kgs. de colágeno que no reaccionan.

$$26,507.9 \text{ Kgs.} - .04 (26,507.9 \text{ Kgs.}) = 25,447.6 \text{ Kgs. de colágeno}$$

Kgs. de agua que no reaccionan y que salen con la gelatina

$$102,028 \text{ Kgs.} - 7.9 \text{ Kgs.} = 102020.1 \text{ Kgs.}$$

5ª. Extracción

Se cuenta con 25,447.6 Kgs. de colágeno que no reaccionan en la extracción anterior. Se tiene un coeficiente de reparto del 2%

$$M_{\text{carnasa}} = 93,174.67 \text{ Kgs.} - (.04) (26,507.9) \text{ Kgs.} = 92,114.35 \text{ Kgs.}$$

$$V_{\text{carnasa}} = \frac{92,114.35 \text{ Kgs.}}{1.49 \frac{\text{Kgs.}}{\text{lts.}}} = 61,821.7 \text{ lts.}$$

$$\begin{array}{r} 61,821.7 \text{ lts.} - 38 \% \\ \times \qquad \qquad \qquad - 100 \% \end{array} \quad X = V_{\text{total}} = 162,688.68 \text{ lts.}$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 162,688.68 \text{ lts.} - 61,821.7 \text{ lts.} = 100,866.98 \text{ lts.}$$

100,866.98 lts. = 100,866.98 Kgs.

$$(1.007 \frac{\text{Kgs. de gelatina}}{\text{Kgs. de colágeno}}) (25,447.6 \text{ Kgs. de colágeno}) (.02) =$$

512.5 Kgs. de gelatina

$$(.0074 \frac{\text{Kgs. de agua}}{\text{Kgs. de gelatina}}) (512.5 \text{ Kgs. de gelatina}) = 3.8 \text{ Kgs. de agua}$$

Kgs. de colágeno que no reaccionaron:

$$25,447.6 \text{ Kgs.} - .02 (25,447.6 \text{ Kgs.}) = 24,938.6 \text{ Kgs.}$$

Kgs. de agua que no reaccionan y que salen en la solución con la gelatina.

$$100,866.98 \text{ Kgs.} - 3.8 \text{ Kgs.} = 100,863.18 \text{ Kgs.}$$

Kgs. de gelatina total que se forman=

$$3,358.2 \text{ Kgs.} + 1812.6 \text{ Kgs.} + 1704 \text{ Kgs.} + 1067.7 \text{ Kgs.} + 512.5 \text{ Kgs.}$$

8455 Kgs. de gelatina

Kgs. de agua totales que salen con la gelatina=

$$109,476.2 \text{ Kgs.} + 105,838.4 \text{ Kgs.} + 103,868.25 \text{ Kgs.} + 102,020.1 \text{ Kgs.} +$$

$$100,863.18 \text{ Kgs.} = 522,066.13 \text{ Kgs.}$$

Kgs. de gelatina + agua = Kgs. de solución

$$\text{Kgs. de solución} = 522,066.13 \text{ Kgs.} + 8455 \text{ Kgs.} = 530,521 \text{ Kgs.}$$

$$\text{porcentaje en peso } \frac{522,066.13 \text{ Kgs.}}{530,521 \text{ Kgs.}} \times 100 = 98.40\%$$

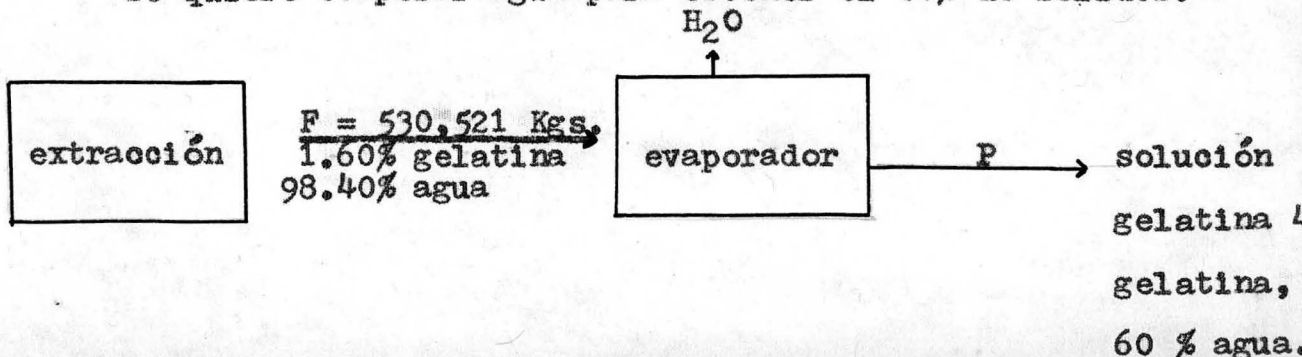
H_2O

$$\text{porcentaje en peso } \frac{8455 \text{ Kgs.}}{530,521 \text{ Kgs.}} \times 100 = 1.60\%$$

gelatina

II.- Balance de materia en el evaporador

Se quiere evaporar agua para obtener el 40% de sólidos.



F = Kgs. de alimentación
W = Kgs. de agua evaporada
P = Kgs. de producto

Balance general:

$$F = W + P$$

$$530,521 \text{ Kgs.} = W + P$$

$$W = 530,521 \text{ Kgs.} - P$$

Haciendo un balance individual se tiene:

gelatina:

$$0.0160 F = 0W + 0.4 P$$

$$(.0160) (530521 \text{ Kgs.}) = 0.4 P$$

$$(.0160) (530,521 \text{ Kgs.}) = P = 21,220.8 \text{ Kgs.}$$

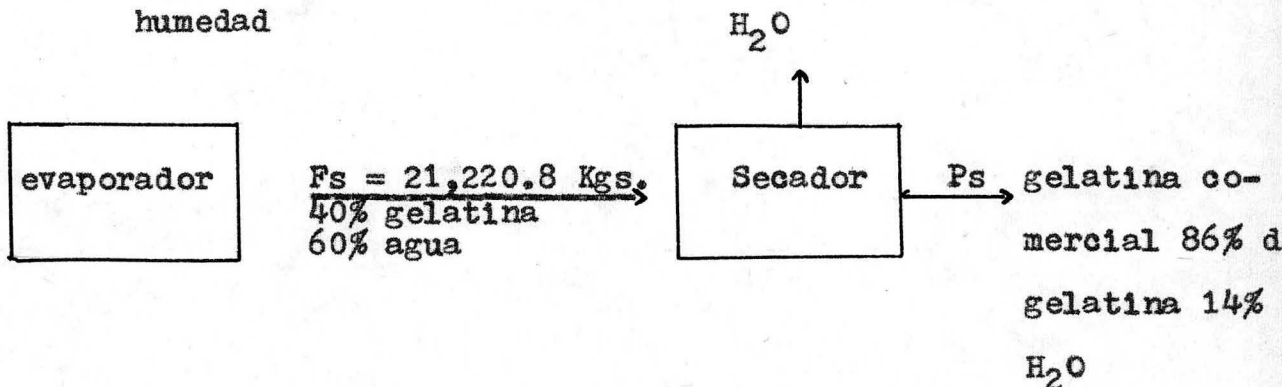
$$W = 530,521 \text{ Kgs.} - 21,220.8 \text{ Kgs.}$$

$$W = 509,300.2 \text{ Kgs. de agua evaporada.}$$

III.- Balance de materia en el secador

Se considera como un producto seco a la gelatina que --
contenga de un 10 a un 14% de humedad.

Se tomará para los calculos que al salir llevará un 14% de
humedad



Fs - Kgs. de alimentacion

Ws - Kgs. de agua evaporada

Ps - Kgs. de producto

Balance general:

$$Fs = Ws + Ps$$

$$21,220.8 \text{ Kgs.} = Ws + Ps$$

$$\text{despejando } Ws = 21,220.8 \text{ Kgs.} - Ps$$

Haciendo un balance individual de gelatina se tiene:

$$(.4) Fs = OW + 0.86 Ps$$

$$(.4) (21,220.8 \text{ Kgs.}) = 0.86 Ps$$

$$\frac{(.4) (21,220.8 \text{ Kgs.})}{0.86} = Ps = 9870.14 \text{ Kgs.}$$

$$Ws = 21,220.8 \text{ Kgs.} - 9870.14 \text{ Kgs.} = 11,350.6 \text{ Kgs.}$$

BALANCE DE ENERGIA

I.- En el tanque de extracción.

En este proceso será necesario hacer un balance de energía para cada una de las extracciones ya que cada una de ellas es a diferentes temperaturas.

Datos:

$$C_p \text{ de la carnasa} = .400 \frac{\text{Kcal.}}{\text{Kg } ^\circ\text{C}} \quad C_p \text{ del H}_2\text{O} = 1 \frac{\text{Kcal.}}{\text{Kg } ^\circ\text{C}}$$

Temperatura ambiente = 25°C

Base : es 100 ton., de carnasa

El agua entrará en cada extracción a 25 °C.

1^a. Extracción:

La temperatura a la que se hará sera de 65°C con una duración máxima de 9 hrs.

$$Q = M C_p \Delta T$$

Q = calor necesario para aumentar la temperatura.

M = Masa en Kgs.

C_p = Calor específico

ΔT = Variación de temperatura.

El calor que necesita el agua es:

$$Q_{H_2O} = M_{H_2O} \Delta T C_p$$

$$Q_{H_2O} = (109,501 \text{ Kg.}) \left(\frac{1 \text{ Kcal}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}} \right) (65 - 25) ^\circ\text{C} = 4.38 \times 10^6 \text{ Kcal.}$$

$$Q_{\text{carnasa}} = (100,000 \text{ Kgs.}) \left(\frac{.40 \text{ Kcal}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}} \right) (65 - 25) ^\circ\text{C} = 1.6 \times 10^6 \text{ Kcal}$$

$$Q_{1a} \text{ Extracción} = 4.38 \times 10^6 \text{ Kcal} + 1.6 \times 10^6 \text{ Kcal} = 5.98 \times 10^6 \text{ Kcal}$$

2da. Extracción.

La temperatura será de 75°C y durará 8 hrs. del balance de - -
materia la masa de la carnasa = 96,666.67 Kgs. y la masa del -
agua es 105,851.78 Kgs.

$$Q_{H_2O} = M_{H_2O} C_{p_{H_2O}} \Delta T$$

$$Q_{H_2O} = (105,851.78 \text{ Kgs.}) \left(\frac{1 \text{ Kcal}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}} \right) (75 - 25) ^\circ\text{C} = 5.29 \times 10^6 \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{carnasa}} = M_{\text{carnasa}} C_p_{\text{carnasa}} \Delta T$$

$$Q_{\text{carnasa}} = (96,666.67 \text{ Kgs.}) \left(.40 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} \text{ } ^\circ\text{C}} \right) (75-65)^\circ\text{C} = 3.8 \times 10^5 \text{ Kcal}$$

$$Q_{2^a} \text{ Extracción} = 5.29 \times 10^6 \text{ Kcal} + 3.8 \times 10^5 \text{ Kcal} = 5.67 \times 10^6 \text{ Kcal}$$

3era. Extracción

La temperatura es de 85°C y con una duración máxima de 6 hrs.

$$Q = M C_p \Delta T$$

Del balance de materia tenemos que :

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = 103,880.85 \text{ lts.} - 103,880.85 \text{ Kg.}$$

$$M_{\text{carnasa}} = 94,866.67$$

$$Q_{\text{H}_2\text{O}} = M_{\text{H}_2\text{O}} C_p_{\text{H}_2\text{O}} \Delta T$$

$$Q_{\text{H}_2\text{O}} = (103,880.85 \text{ Kg.}) (1 \text{ Kcal}) (85-25)^\circ\text{C} = 6.23 \times 10^6 \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{carnasa}} = M_{\text{carnasa}} C_p_{\text{carnasa}} \Delta T$$

$$Q_{\text{carnasa}} = (94,866.67 \text{ Kgs.}) \left(.40 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} \text{ } ^\circ\text{C}} \right) (85-75)^\circ\text{C} = 3.79 \times 10^5$$

$$Q_{3a}. \text{ Extracción} = 6.23 \times 10^6 \text{ Kcal} + 3.79 \times 10^5 \text{ Kcal} \\ = 6.6 \times 10^6 \text{ Kcal}$$

4a. Extracción

La temperatura será de 95°C y con una duración máxima de 6 hrs.

Del balance de materia tenemos:

$$M_{H_2O} = 102,028 \text{ Kg.}$$

$$M_{\text{carnasa}} = 93,174.6 \text{ Kgs.}$$

$$Q_{H_2O} = M_{H_2O} C_{pH_2O} \Delta T$$

$$Q_{H_2O} = (102,028 \text{ Kg.}) \left(1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg. } ^\circ\text{C}} \right) (95^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}) = 7.14 \times 10^6 \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{carnasa}} = M_{\text{carnasa}} C_{p\text{carnasa}} \Delta T$$

$$Q_{\text{carnasa}} = (93,174.6 \text{ Kgs.}) \left(.40 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg. } ^\circ\text{C}} \right) (95-85)^\circ\text{C} = 3.7 \times 10^5 \text{ Kcal}$$

$$Q_{4a}. \text{ Extracción} = 7.14 \times 10^6 \text{ Kcal} + 3.7 \times 10^5 \text{ Kcal} = 7.51 \times 10^6 \text{ Kcal}$$

5a. Extracción

La temperatura será de 100°C con una duración máxima de 4 hrs.

Del balance de materia tenemos:

$$M_{H_2O} = 100,866 \text{ Kgs.}$$

$$M_{\text{carnasa}} = 92,114.3 \text{ Kgs.}$$

$$Q_{H_2O} = M_{H_2O} C_{p_{H_2O}} \Delta T$$

$$Q_{H_2O} = (100,866 \text{ Kgs.}) \left(1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}} \right) (100-25)^\circ\text{C}$$

$$Q_{H_2O} = 7.56 \times 10^6 \text{ Kcal}$$

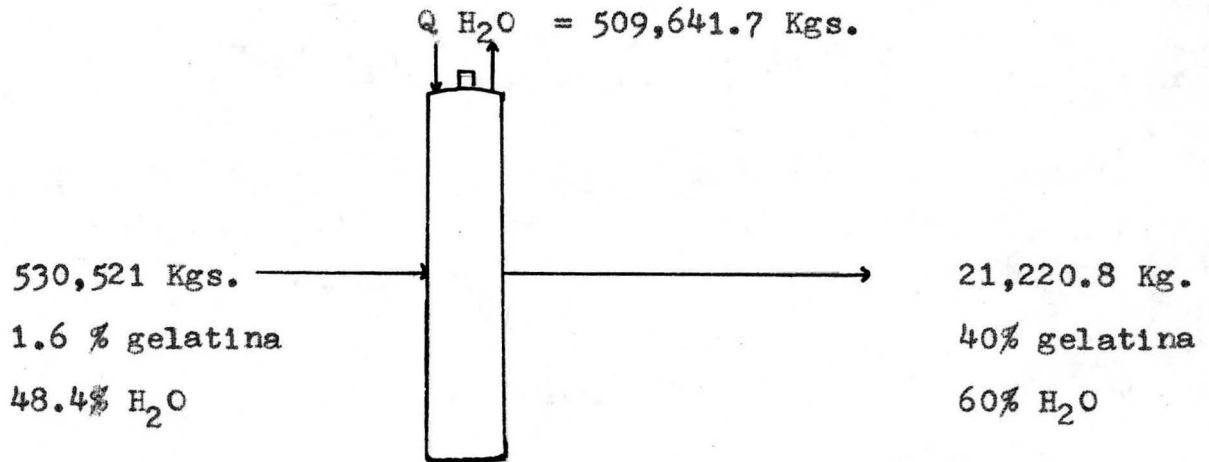
$$Q_{\text{carnasa}} = M_{\text{carnasa}} C_{p_{\text{carnasa}}} \Delta T$$

$$Q_{\text{carnasa}} = (92,114.3 \text{ Kgs.}) \left(.4 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}} \right) (100-95)^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{carnasa}} = 1.8 \times 10^5 \text{ Kcal}$$

$$Q_{5a} \text{ Extracción} = 7.74 \times 10^6 \text{ Kcal}$$

II.- Evaporador



Del balance de materia se tiene:

masa de gelatina = 8455 Kgs.

masa de alimentación = 530,521 Kgs.

masa de agua que se evapora = 509,300.2 Kgs.

Presión de operación = 40 mm Hg absolutos

temperatura de entrada = 25°C.

temperatura de salida = 34.2°C

temperatura de ebullición de la solución = 34.2°C.

(6) Calor latente de vaporización = 576.2 $\frac{\text{Kcal}}{\text{Kg.}}$

Calor específico del agua líquida = 1 $\frac{\text{Kcal}}{\text{Kg. } ^\circ\text{C}}$

Calor específico de la solución = 1 $\frac{\text{Kcal}}{\text{Kg. } ^\circ\text{C}}$

La temperatura de ebullición de la solución se obtuvo por medio de la constante ebulloscópica de la siguiente manera:

$$m \text{ Keb} = \Delta T_{\text{eb}}$$

Donde:

$$m = \text{molalidad} = \frac{\text{mol Kg de soluto}}{1000 \text{ gr. de solvente}}$$

$$(7) \text{ Keb} = \text{constante ebulloscópica, para el agua} = .52 \frac{\text{Kgr. } ^\circ\text{C}}{\text{mol Kg.}}$$

ΔT_{eb} = cambio de temperatura de ebullición.

N = número de moles de soluto

$$N = \frac{8455 \text{ Kgs.}}{2433 \frac{\text{Kgs.}}{\text{mol Kg.}}} = 3.475 \text{ mol Kgs.}$$

$$M = \frac{3.475 \text{ mol Kg. de gelatina}}{509,300 \text{ Kgs. de agua}} = 6.8 \times 10^6 \frac{\text{mol Kg.}}{\text{Kgs.}}$$

$$\Delta T_{\text{eb}} = (6.8 \times 10^6 \frac{\text{mol Kg.}}{\text{Kg.}}) (.52 \frac{\text{Kg. } ^\circ\text{C}}{\text{mol Kg.}}) = 3.53 \times 10^6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$(6) T_{\text{eb}} \text{ del H}_2\text{O a 40 mm Hg} = 34.2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$\Delta T_{\text{eb}} = 3.53 \times 10^6 \text{ } ^\circ\text{C}$ se depreciará este valor y se tomará que la temperatura de ebullición de la solución es = $34.2 \text{ } ^\circ\text{C}$

(8) El calor específico de la solución se determina utilizando la regla de Kopp. Esta regla se expresa como sigue:

La suma de las capacidades caloríficas de los elementos particulares es aproximadamente igual a la capacidad calorífica del compuesto.

Valores para la regla de Koops:

Capacidad calorífica atómica en $\frac{\text{cal.}}{\text{atomo gr. } ^\circ\text{C}}$

Elementos:

C	$2.8 \frac{\text{cal}}{\text{atomo gr. } ^\circ\text{C}}$
H	$4.3 \frac{\text{cal}}{\text{atomo gr. } ^\circ\text{C}}$
O	$6.0 \frac{\text{cal}}{\text{atomo gr. } ^\circ\text{C}}$
N	$8.0 \frac{\text{cal}}{\text{atomo gr. } ^\circ\text{C}}$

gelatina $\text{C}_{102} \text{H}_{151} \text{O}_{39} \text{N}_{31}$ P.M. = $2433 \frac{\text{Kg}}{\text{mol Kg.}}$

Base: 1 mol gr. de gelatina

C (2.8) (102)	= $285.6 \frac{\text{cal}}{\text{atomo gr. } ^\circ\text{C}}$
H (4.3) (151)	= $649.3 \frac{\text{cal}}{\text{atomo gr. } ^\circ\text{C}}$
O (6) (39)	= $234.0 \frac{\text{cal}}{\text{atomo gr. } ^\circ\text{C}}$
N (8) (31)	= $248.0 \frac{\text{cal}}{\text{atomo gr. } ^\circ\text{C}}$
	$1416.9 \frac{\text{cal}}{\text{mol gr. } ^\circ\text{C.}}$

$$1416.9 \frac{\text{Kcal}}{\text{mol Kg } ^\circ\text{C}} \quad \left| \quad \frac{\text{mol Kg.}}{2433 \text{ Kg.}} \quad = \quad 0.58 \frac{\text{kcal}}{\text{Kg. } ^\circ\text{C}}$$

$$C_p \text{ gelatina} = 0.58 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg } ^\circ\text{C}}$$

$$C_p \text{ H}_2\text{O} = 1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg } ^\circ\text{C}}$$

$$C_p \text{ solución} = X_A C_{pA} + X_B C_{pB}$$

X_A y X_B son fracciones molares.

Como se tiene las masas de los compuestos tenemos que las -- fracciones molares son:

$$\text{gelatina} = \frac{8455 \text{ Kgs.}}{2433 \frac{\text{Kgs.}}{\text{mol Kg}}} = 3.475 \text{ mol Kg.}$$

$$\text{Agua} = \frac{522,032.6 \text{ Kgs.}}{18 \frac{\text{Kgs.}}{\text{mol Kgs.}}} = 29001.8 \text{ mol Kgs.}$$

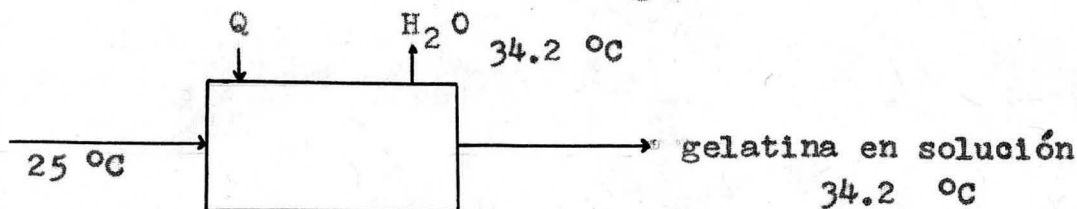
$$\text{moles totales} = 29005.3 \text{ mol Kg.}$$

$$X_A = .013\% \quad X_B = 99.987\%$$

$$C_{p\text{solución}} = .00013 \left(0.58 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg } ^\circ\text{C}} \right) + (.99987) \left(1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg } ^\circ\text{C}} \right)$$

$$C_p \text{ solución} = 0.9999 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg } ^\circ\text{C}} \text{ para nuestros calculos}$$

$$\text{tomaremos que el } C_p \text{ solución} = 1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg } ^\circ\text{C}}$$



Q = calor que se agrega al sistema

$$Q = m C_p \Delta T$$

Calor que necesita la solución para llegar a la temperatura de ebullición que son 34.2 °C

$$Q = (530,521 \text{ Kgs.}) \left(1.00 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}}\right) (34.2 - 25)^\circ\text{C} = 4.88 \times 10^6 \text{ Kcal}$$

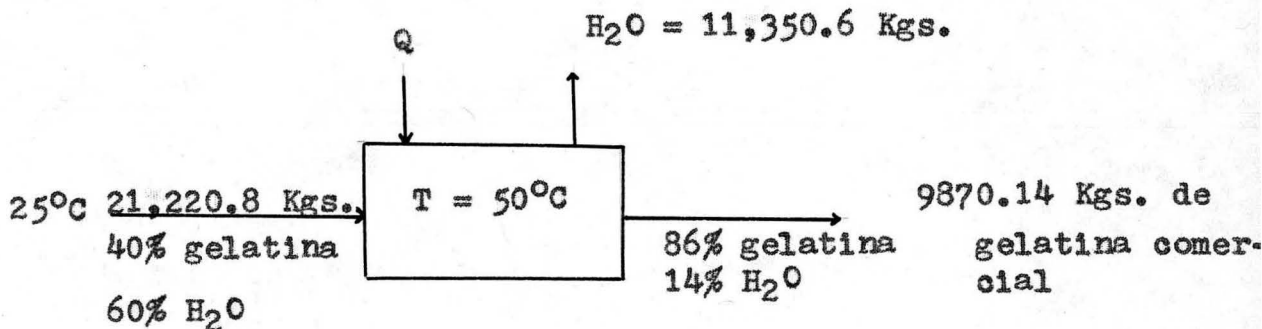
Calor que necesita el agua para evaporarse

$$Q = (509,300.2 \text{ Kgs.}) \left(576.2 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}\right) = 2.9 \times 10^8 \text{ Kcal}$$

Calor total que se necesita :

$$Q_{\text{total}} = 4.88 \times 10^6 \text{ Kcal} + 2.9 \times 10^8 \text{ Kcal} = 2.94 \times 10^8 \text{ Kcal}$$

III.- Secador.



Utilizando la regla de Kopps, tendremos que el Cp de la gelatina es $= 0.58 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}}$

$$\text{Cp del H}_2\text{O} = 1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\frac{8455 \text{ Kgs. de gelatina}}{2433 \text{ Kgs.}} = 3.475 \text{ mol Kg. gelatina}$$

$\frac{\text{Mol}}{\text{Kg.}}$

$$\frac{12,765.8 \text{ Kgs.}}{18 \text{ Kgs.}} = 709.2 \text{ mol Kg.}$$

$\frac{\text{mol}}{\text{Kg.}}$

$$X_A = .49\% \quad X_B = 99.51\%$$

$$\text{Cp solución} = (.0049) (.58 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}}) + (.9951) (1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}}) = .9979 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$Q = m \text{ Cp } \Delta T$$

Calor que necesita la solución para llegar a la temperatura de 50°C .

$$Q = (21,220.8 \text{ Kgs.}) (.9979 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}}) (50-25)^\circ\text{C} = 441,392 \text{ Kcal}$$

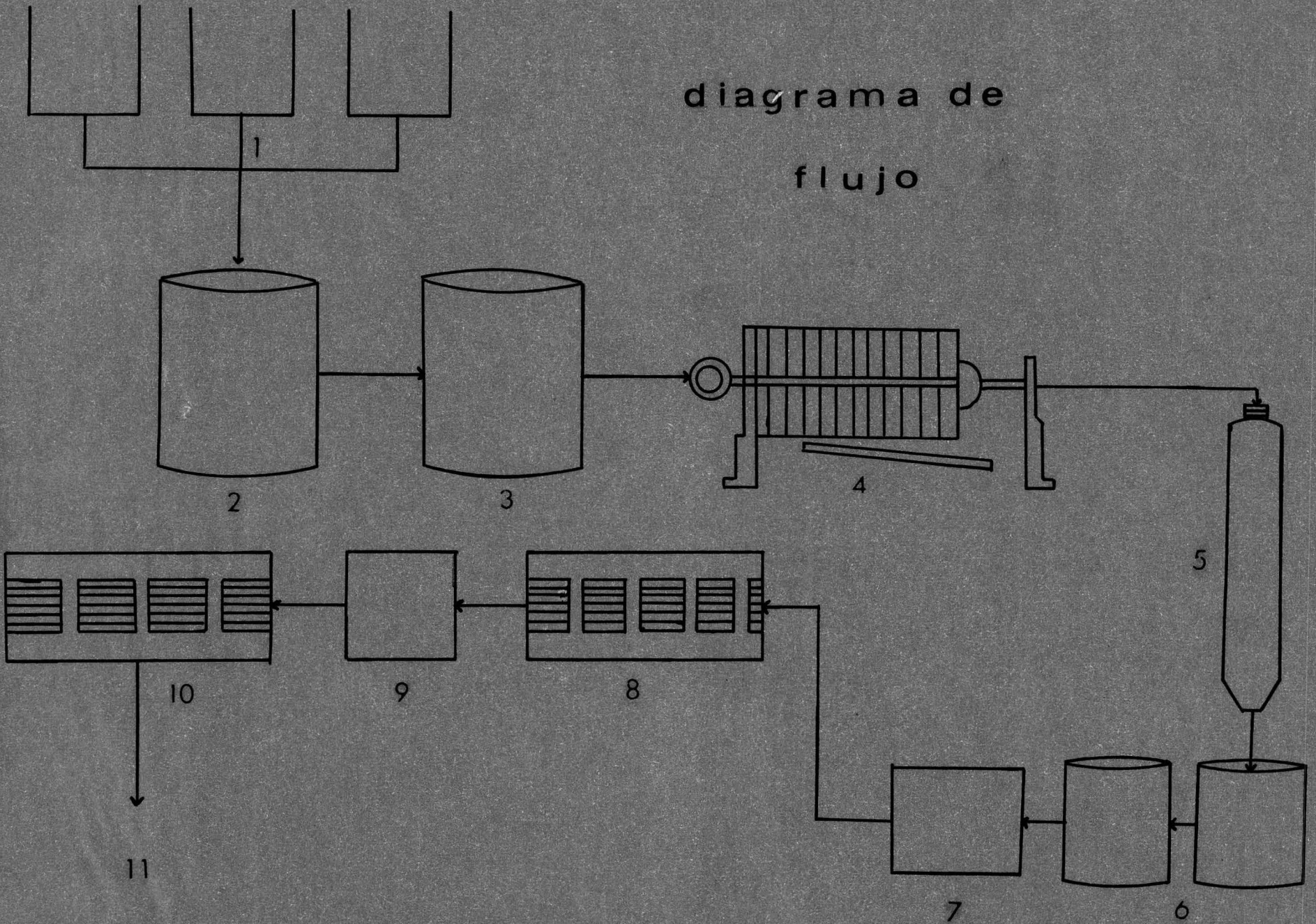
Calor que necesita el agua para evaporarse:

(6) calor latente de vaporización a 50°C = 574 $\frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$

$$Q = (11,350.6 \text{ Kg.}) \left(574 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}} \right) = 6.5 \times 10^6 \text{ Kcal}$$

Calor total necesario : 441,392 Kcal + 6.5 x 10⁶ Kcal =
6.9 x 10⁶ Kcal

diagrama de
flujo



EQUIPO DEL PROCESO

- 1.- Materia Prima
- 2.- Agitador de Paletas
- 3.- Tanque de extracción
- 4.- Filtro Prensa
- 5.- Evaporador
- 6.- Recolectores de gelatina
- 7.- Moldeado
- 8.- Refrigerador
- 9.- Corte
- 10.- Secador
- 11.- Producto Terminado

Equipo		Costo \$
*		
Tanques		
Materia prima	(1)	300,000
Recolectores de gelatina	(6)	
Agitador de paletas	(2)	60,000
inversor		
reductor de velocidades		
motor		
Tanque de extracción	(3)	
serpentín		200,000
Filtro Prensa	(4)	60,000
Evaporador	(5)	350,000
Refrigerador	(8)	
con 5plg. de aislante poliuretano		1,470,000
Secador	(10)	
Carritos		
Rieles		
Malacates		
Ventiladores		
TOTAL del costo del equipo		<u>2,470,000</u> \$ 4,910,000

* Referencia al diagrama de flujo.

ANALISIS ECONOMICO

En el siguiente estudio económico se tomará a la gelatina como un producto principal y no como un subproducto. Se considerara que el producto es vendido en su totalidad -- anualmente, y que se producirán 236,883.36 Kgs. de gelatina comercial (cola animal). Se trabajarán 2 turnos de -- 8 hrs. cada uno.

Costos directos:

Pesos M.N.

1.- Maquinaria y Equipo

Instalación de equipo y maquinaria

Instalación de controles e instrumental

\$ 7,000,000

2.- Edificios

60% edificio planta

40% edificio administrativo

Instalación de tuberías

Instalación de electricidad

Servicios Auxiliares

Gastos de Construcción

Honorarios a Contratista

5,000,000

3.- Terreno

Mejoras al terreno

400,000

Costos Indirectos:

Imprevistos

1,100,000

Costo Total = Costo Directo + Costo Indirecto = \$ 13,500,000

COSTO DE PRODUCCION ANUAL

I.- Costo de Materia Prima

Carnasa (\$1.5)
Kg

Inventario inicial (200 ton.)	300,000
Más compras (2,400 ton.)	3,600,000
disponibles (2,600 ton.)	3,900,000
Menos: Inventario Final (200 ton.)	300,000
 Costo de carnasa anual.	3,600,000
Más: Costo de la cal	<u>360,000</u>
 Costo Total de Materia Prima	\$ 3,960,000

11.- Costo de Mano de Obra

Mano de Obra directa:

14 obreros	(<u>\$32,850</u>) obrero-año	\$ 459,900
2 mayordomos	(<u>\$60,225</u>) May.-año	120,450

Mano de Obra Indirecta:

2 Supervisores	(<u>\$90,000</u>) Sup.-año	180,000
2 Almacenistas	(<u>\$32,850</u>) alm.-año	<u>65,700</u>

Total de mano de obra = \$ 826,050

111.- Gastos Generales de Fabricación

C.F. Depreciación maquinaria y equipo (10% de maquinaria y equipo)	\$ 700,000
C.F. Mantenimiento y reparación del equipo (10% del equipo)	491,000
C.F. Seguros de la planta	160,000
C.F. Prestaciones (10% del salario)	
Seguro Social	
Vacaciones	
Gratificaciones	82,600
C.V. Agua	70,000
C.V. Energía Eléctrica ($\frac{\$0.60}{\text{Kw-hr}}$)	95,000
C.V. Gas ($\frac{\$0.26}{\text{m}^3}$)	100,000

Total de gastos generales de fabricación = \$ 1,698,600

Costo de producción anual = Costo de Materia Prima + Costo de Mano de Obra + Gastos Generales de fabricación.

Costo de producción anual = \$3,960,000 + \$826,000 + \$1,698,000
= \$6,484,600

Producción anual = 236, 883.36 Kgs.

Costo de la gelatina = $\frac{\text{Costo de producción anual}}{\text{Producción anual}}$

Costo de la gelatina = $\frac{\$6,484,600}{236,883.36\text{Kgs.}}$ = $\frac{\$27.37}{\text{Kgs.}}$

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS

La gelatina se venderá en $\frac{\$ 40.00}{\text{Kgs.}}$

1) Ventas anuales = (236,883.36 Kgs.) ($\frac{\$40.00}{\text{Kgs.}}$) = \$ 9,475,334

2) Gastos Administrativos

C.F. Sueldos a empleados administrativos:

1 Gerente General \$ 250,000

1 Gerente de Compras y Ventas 180,000

2 Secretarias ($\frac{\$ 54,000}{\text{Sec. - año}}$) 108,000

6 Empleados ($\frac{\$ 54,000}{\text{emp. - año}}$) 324,000

1 velador ($\frac{\$ 36,000}{\text{vel. - año}}$) 36,000

C.F. Prestaciones (10% del sueldo) 89,800

Impuesto Mercantil (4% de las ventas) 379,013

Otros gastos 200,000

Total de gastos de administración \$ 1,566,813

Reparto de utilidades (8% / utilidades antes de impuestos)

Impuesto sobre la renta (42% / utilidades antes de impuestos)

ESTADO DE RESULTADOS CONDENSADO
PARA EL AÑO DE 1979

Ventas anuales	\$	9,475,334
Menos: Costo de ventas (anexo A)		<u>6,484,600</u>
Utilidad Bruta		2990,734
Menos: Gastos de administración (anexo B)		<u>1,566,813</u>
Utilidad antes de impuestos		1,423,921
Reparto de utilidades		113,913
Impuesto sobre la renta		<u>598,046</u>
Utilidad Neta	\$	711,961

$$\text{Utilidad} / \text{Ventas} = \frac{\$ 711,961}{\$9,475,334} \times 100 = 7.5 \%$$

A = Costo de producción anual

B = Total de gastos de administración

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Enciclopedia de Tecnología Química
Kirk - Othmer
tomo 8
1961

- 2.- Handbook of adhesive
Skeist
tomo 8
1962

- 3.- Industrias de Proceso Químico
R. Norris Shreve
1945

- 4.- Plant Design and Economics for Chemical Engineers
Second Edition
Max S. Peters and Klans D. Timmerhans
1968

- 5.- Introduccion a la Ingeniería de Proyectos
Miguel Angel Corzo
1975

- 6.- Handbook of Chemistry and Physics
Twenty - Ninth Edition
Charles D. Hodgman, M. S.

7.- Tratado de Química Física

Samuel Glasstone

1966

8.- Principios y cálculos básicos de la Ingeniería Química

David M. Himmelblau

1976.

800573