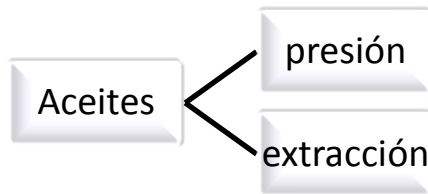
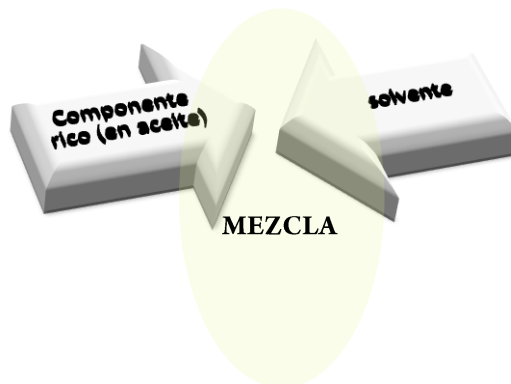


8.- Extracción de aceites alimentarios:

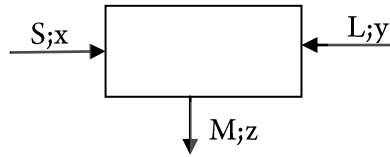
Según su obtención los aceites alimentarios pueden distinguirse en aceites de presión y de extracción; en los primeros se aplican solamente procedimientos mecánicos que respetan las condiciones y propiedades originales del aceite. Los últimos utilizan solventes químicos que separan el aceite de su contenedor original y que luego deben ser sometidos a un proceso de recuperación y refinados.



Modelo Físico:



Modelo matemático:



Análisis de las fases

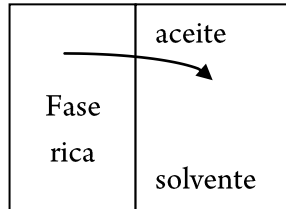
El componente de interés es el aceite, el cual emigra durante la extracción desde el material original (generalmente triturado) hacia el solvente, merced al potencial químico, generado por la mayor afinidad entre aceite y solvente que entre aceite y fibra (término con el cual se hace referencia a los demás componentes del material original).

Las fases en contacto (de importancia a la extracción) son dos: sólida y líquida.

Se llama fase rica a la que contiene mayor cantidad de soluto (aceite) y pobre a la otra. Al principio de la extracción la fase rica es la torta de oleaginosa molida (fase sólida) y es de esperar que al final lo sea el solvente (fase líquida).

El aceite se encuentra originalmente en forma de pequeñas micelas dentro de las rígidas estructuras vegetales, por lo que se considera inicialmente como parte de la fase sólida (aun-

que en realidad el aceite sea líquido a la temperatura de trabajo.



La Ley de Fick describe la velocidad de migración de un componente “a” en función de las características del solvente (afinidad) y del sistema de extracción (área de transferencia).

$$V_m = K_s \cdot A \cdot \Delta[a]$$

Expresión formal de la Ley de Fick

Donde: V_m representa la velocidad de migración

K_s el coeficiente de afinidad (soluto – solvente)

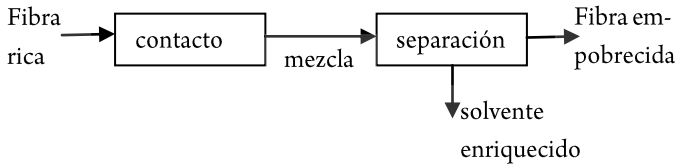
A el área de transferencia o contacto

$\Delta[a]$ el gradiente de concentración (soluto)

La Ley de Fick expresa los fundamentos del diseño de un sistema de extracción. La velocidad de migración se mejora eligiendo solventes de gran afinidad con el aceite, con características inocuas y de fácil separación posterior (evaporación).

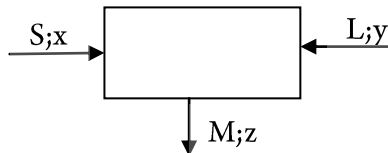
Adoptando adecuadas soluciones de compromiso entre estas cualidades, que generalmente no presentan proporcionalidad directa entre sí. La trituración o molienda aumentan la superficie de contacto y consecuentemente el área relativa de la transferencia.

La extracción se compone de dos etapas sucesivas que generalmente se realizan en el mismo receptáculo.



Los sistemas extractivos logran su continuidad de funcionamiento Mediante la incorporación de sucesivos módulos que efectúan repetidamente los pasos descriptos.

El rendimiento (η) de un sistema se obtiene calculando la concentración de la mezcla y relacionándola con la que se obtiene experimentalmente.

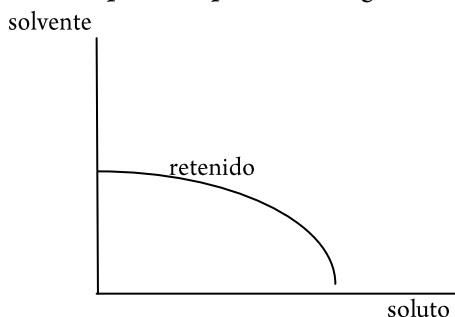


$$S + L = M$$

$$S \cdot x + L \cdot y = M \cdot z \Rightarrow S \cdot x + L \cdot y = (S + L) \cdot z \Rightarrow z = \frac{S \cdot x + L \cdot y}{S + L}$$

Obtenido el valor experimental $z_e \Rightarrow \eta = \frac{z}{z_e}$

Durante la separación se obtiene una fase líquida (L) o liviana compuesta por la solución disolvente – soluto, y otra fase sólida o pesada (S) conformada por la fibra insoluble, la cual retiene parte de la fase liviana. Para determinar la cantidad de solución retenida por la fibra se procede experimentalmente, obteniéndose valores en función de la composición de la solución, la cual puede representarse gráficamente:



La única condición necesaria para que la extracción resulte viable es que el componente a separar resulte más afín al solvente que a la fibra de origen.

Los sistemas extractivos industriales actuales están conformados en múltiples etapas, en cada una de las cuales se establece el contacto (adición de solvente) y se induce luego la separación de las fases (estrujamiento), y pueden operar de manera continua o discontinua según su diseño.

Durante el contacto se produce la transferencia de masa (el soluto migra de la fibra al solvente) aproximándose a la condición de equilibrio donde el potencial químico se hace nulo.

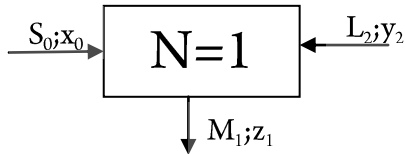
$$\Delta\mu = 0$$

Convencionalmente suele representarse:

FASE	FLUJO MASICO	COMPOSICION
Pesada o sólida	S	x
Liviana o líquida	L	y
mezcla	M	z

Modelo matemático:

Ec. general



$$S_0 + L_2 = M$$

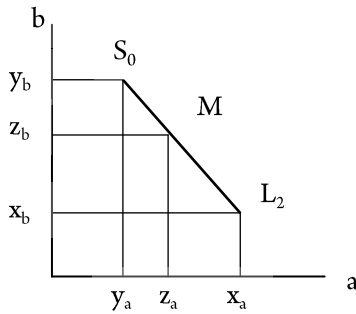
Particularizando

$$S_0 x_0 + L_2 y_2 = M_1 z_1 \Rightarrow S_0 x_0 + L_2 y_2 = (S_0 + L_0) z_1$$

$$S_0(x_0 - z_1) = L_2(z_1 - y_2) \Rightarrow \frac{S_0}{L_2} = \frac{z_1 - y_2}{x_0 - z_1} \Rightarrow \frac{S_0}{L_2} = \frac{y_2 - z_1}{z_1 - x_0}$$

Esta última ecuación expresa la relación torta / solvente en función de las diferencias de concentración de las fases.

8.1.- Método Gráfico:



“a” representa al aceite

“b” al solvente

(el insoluble o fibra se representa por “c”)

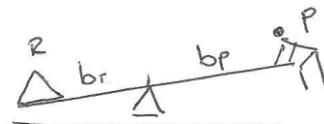
Los subíndices toman su nombre de la etapa de la cual provienen los flujos másicos correspondientes, suponiendo un sistema de pasos múltiples particularizado para una etapa.

Según la ecuación general:

$$S_0(z_1 - x_0) = L_2(y_2 - z_1)$$

$$X_0(X_{a0}; X_{b0})$$

$$Y_2(Y_{a0}; Y_{b2})$$

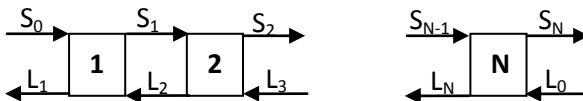


Recordando: “Regla de la palanca”

$$R \cdot br = P \cdot bp$$

$$\frac{L_2 - M}{M - S_0} = \frac{Y_{a2} - Z_{a1}}{Z_{a1} - X_{a0}} \rightarrow \frac{S_0}{L_2} = \frac{L_2 - M}{M - S_0}$$

Modelo de un sistema contracorriente de múltiples etapas

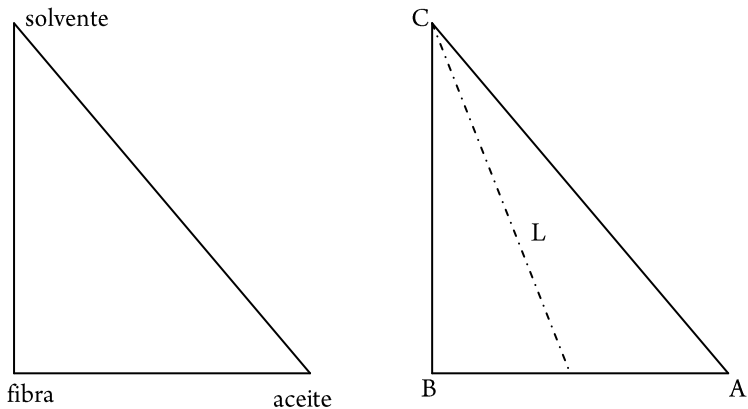


El flujo neto (F_N) de la transferencia es:

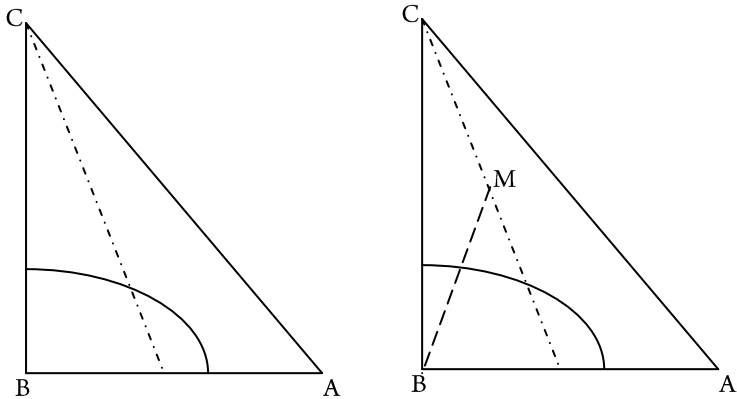
$$F_N = S_0 - L_1 = S_1 - L_2 = S_2 - L_3 = S_N - L_0$$

El “flujo neto” es un concepto teórico, ficticio en la práctica, que se utiliza en los cálculos globales de proceso y se representa matemáticamente por el signo “ Δ ” (delta).

Los sistemas ternarios se representan en diagramas triangulares, donde los vértices representan los componentes puros, y las aristas las mezclas binarias.

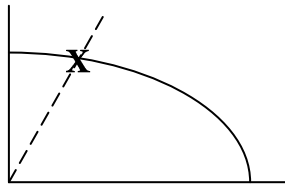


El gráfico de la izquierda representa un sistema ternario típico de extracción de aceite formado por la fibra que contiene aceite y el solvente utilizado para su separación; el de la derecha muestra una línea de trabajo (L) de la adición de solvente a la torta. El Teorema de Tales, explica porque no es necesario representar más allá del rango de interés.



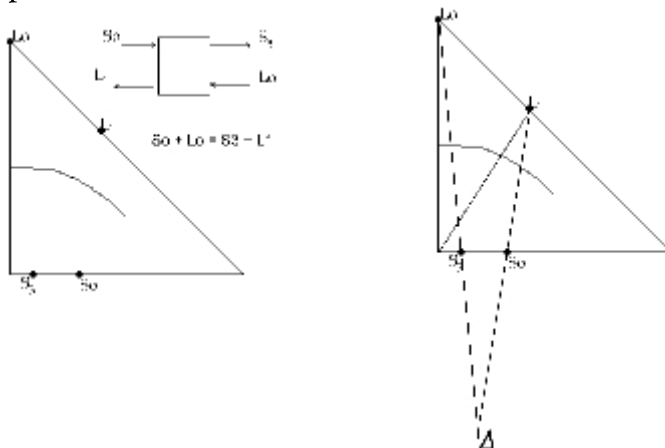
Ahora a la izquierda se ha agregado la línea de retenido (cantidad de aceite y solvente que permanecen en la fibra en las condiciones de trabajo), y a la derecha una línea de operación para una adición determinada de solvente, puede apreciarse que cuanto más sea la cantidad de solvente, el resultado de estrujado dejará una torta más empobrecida (proyección del punto de mezcla (M) sobre el cateto BA).

El estrujado pretende llevar el valor de fibra al punto en el cual no contiene solvente y aceite, pero la línea de retenido implica la imposibilidad de alcanzar ese valor.

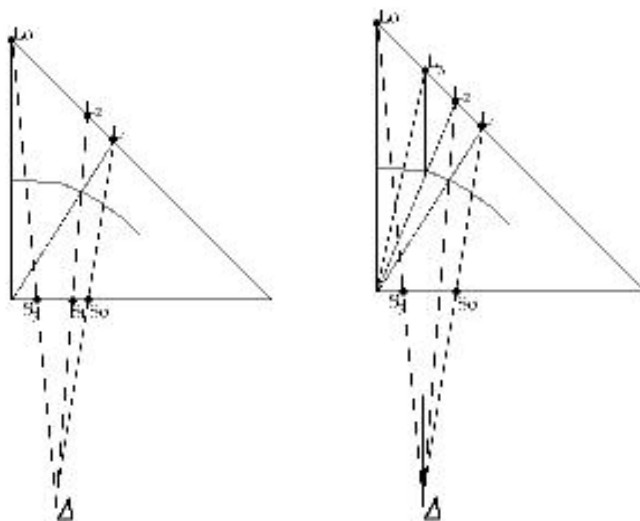


Un SRG específico para describir una operación de extracción conocido como “Ponchón Savarit” plantea un sistema de líneas de trabajo y de operación correspondiéndose en un diagrama cartesiano dibujando proyecciones que aprovechan como punto generador (*pivot*) el del flujo neto.

El F_N se utiliza como punto de apoyo para encontrar los volúmenes de los demás flujos del sistema, utilizando la regla de la palanca.



Una vez determinados los puntos correspondientes al contenido inicial de aceite en la torta y el que se estima como límite de extracción, y la proporción de adición de solvente, como se expresa en el gráfico de la derecha, puede utilizarse el F_N para trazarse las líneas de trabajo y de operación que describen los estados de las fases del sistema.



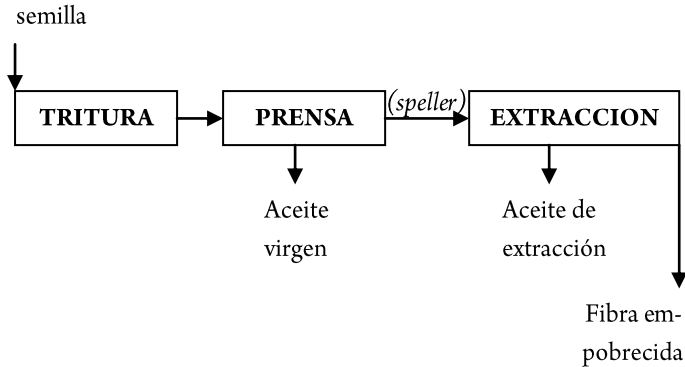
A la izquierda se puede observar la técnica de trazado de las líneas de trabajo y de operación, mientras que a la derecha se enseña un modelo terminado, correspondiente a un sistema de extracción de tres etapas.

La producción de los aceites obtenidos de oleaginosas, como la soja, emplean extracción por solventes (hexeno), un análisis típico de laboratorio de la materia prima es:

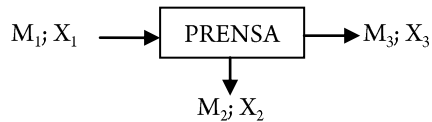
Composición	Porcentaje (%)
Aceite	18
Proteína	36
Carbohidratos	26
Fibra	9,5
Humedad	10,5

8.2.- Extracción aceite de soja (ejemplo):

Condiciones de diseño: (6% de aceite residual en torta y 0,5% aceite residual en fibra empobrecida)



Despreciando las pérdidas durante la trituration:



$$M_1 = M_2 + M_3$$

$$X_1 = 0,18; X_2 = 1; X_3 = 0,06$$

$$M_2 = \frac{M_1(X_1 - X_3)}{1 - X_3}$$

$$M_2 = 12,76\% \text{ (si } M_1 = 100\text{)}$$