

CLARIFICACION DE JARABE DE AZUCAR CON CARBON ACTIVADO PULVERIZADO



Introducción

- La clarificación del jarabe de azúcar en una planta embotelladora consiste en la eliminación de sustancias que son las causantes de producir turbidez, color y alteraciones en el sabor y olor.
- La clarificación se basa en la experimentación, debido a los parámetros variables involucrados en el proceso no se pueden establecer normas rígidas sino procesos dinámicos guiados por la práctica con el fin de obtener óptimos resultados

CONCEPTOS BASICOS

- Sólidos disueltos .- se encuentran en una mezcla íntima y homogénea con el medio que los contiene, su tamaño está en el rango de 0,1 a 1 milimicra
- Sólidos suspendidos .- insolubles en el medio que los contiene, en el caso del jarabe de azúcar se encuentran en tamaño coloidal.
- Coloide .- a las partículas presentes en una solución y cuyo tamaño se encuentra en el rango de 0,001 a 1 micra se les conoce como coloides, estos generalmente son los causantes de la turbidez y en menor grado también influyen en el color del jarabe de azúcar.

CONCEPTOS BASICOS

- Turbidez .- propiedad que tienen las soluciones de partículas muy finas de afectar la transmisión de la luz a través de ellas. La turbidez se expresa según el método usado para su determinación que puede ser:
 - Unidades Jackson
 - Unidades nefelométricas (NTU)
- Color .- causado por sólidos disueltos y coloides, el color se determina por intermedio de un equipo que tiene patrones de colores y generalmente se mide en unidades de color APHA. Si se desea obtener un valor más exacto se utiliza equipos fotoeléctricos y los resultados se obtienen en unidades de color ICUMSA o valores UMA.

Contaminantes presentes en el azúcar

- Causas

- Tipo de caña
- Forma de cortarla
- Impurezas presentes en las diferentes etapas del proceso de obtención del azúcar (lavado, molienda, extracción, purificación, blanqueo, concentración, cristalización)

- Tipos

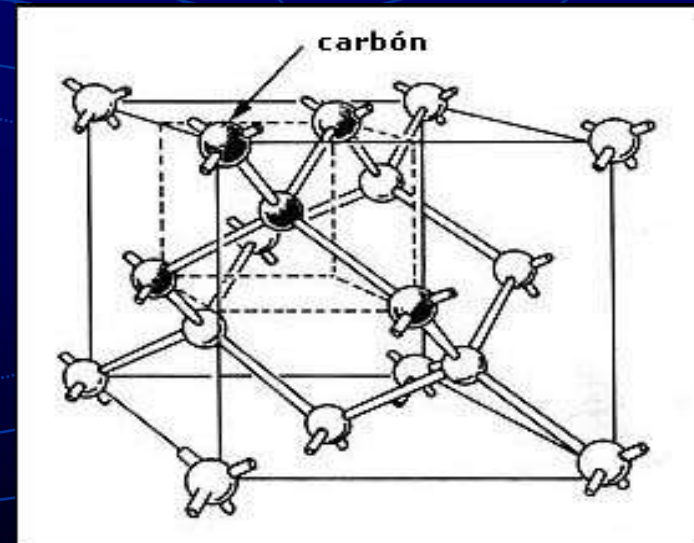
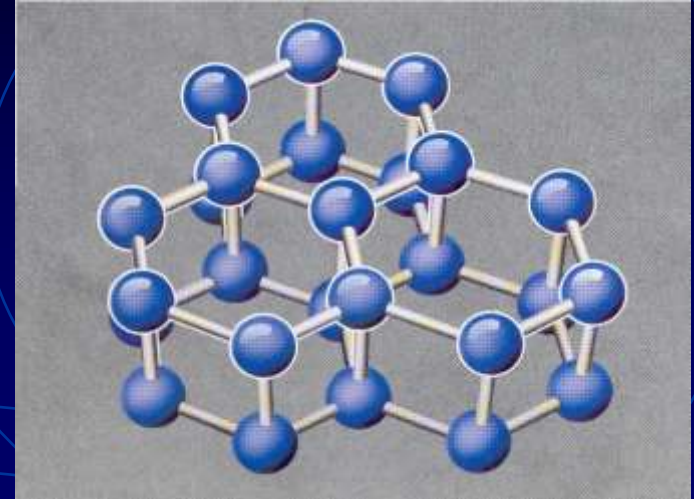
- Pueden ser contaminantes orgánicos e inorgánicos:
- Polvo, limo, cenizas (materia inorgánica oxidada), carbón coloidal, bagacillo, óxidos y sales de hierro o cobre (corrosión de equipos), pectinas, ligninas, melaloidinas (melaza descompuesta), gomas, proteínas, albúminas, compuestos clorofílicos, almidones, otros.

¿Qué es la adsorción?

- La adsorción es un proceso por el cual los átomos en la superficie de un sólido atraen y retienen moléculas de otros compuestos
- **Mecanismo de adsorción:**
 - Difusión externa
 - Difusión interna
 - Fijación en la superficie del carbón

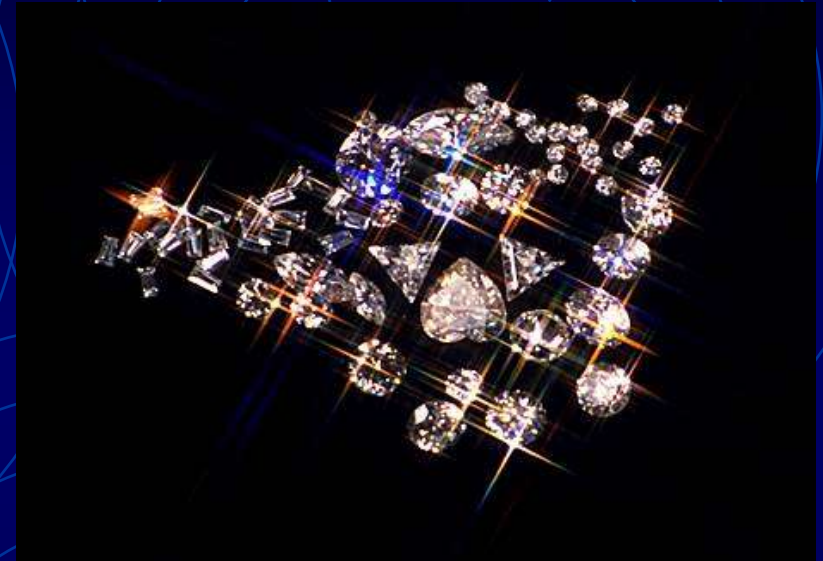
CARBON

- Con el término genérico de carbón se conocen a los compuestos que tienen en su composición al elemento carbono (C), ordenados regularmente
- Todos los átomos de carbono de una estructura cristalina se atraen unos a otros, los átomos situados en la parte exterior de la estructura cristalina disponen de fuerzas de atracción libres, lo que les permite atraer compuestos existentes en su inmediato alrededor



Estructura de los diferentes tipos de carbones

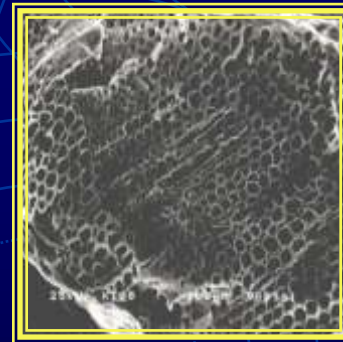
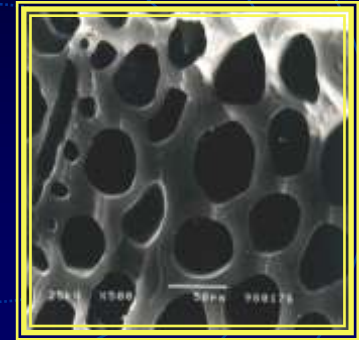
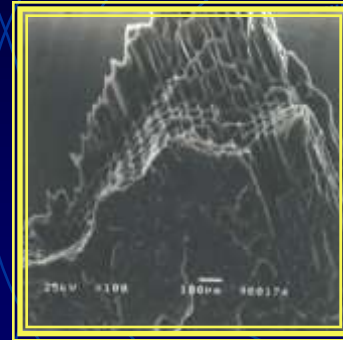
- Una de las maneras más sencillas de diferenciar los carbones que se encuentran en la naturaleza a los que son fabricados por el hombre es de acuerdo al grado de ordenamiento de sus átomos



- En el extremo de mayor orden se encuentra el diamante y poco antes de este el grafito
- Un carbón estará más ordenado mientras su proceso de formación se haya llevado a cabo a mayor temperatura y a mayor tiempo

¿Qué es carbón activado?

- Producto obtenido a partir del carbón amorfo, el cual se ha sometido a un tratamiento de activación con el fin de incrementar su área superficial hasta en 300 veces debido a la formación de “poros” internos, puede alcanzar áreas de 1200 – 1500 metros cuadrados por gramo de carbón



- Al incrementar su área se multiplica la capacidad de adsorción del carbón, pues se aumenta la cantidad de átomos disponibles para este fin y se crea una mayor superficie interna de contacto

Materias primas para la elaboración de carbón activado

El carbón amorfo susceptible de activación puede ser vegetal o mineral

- **Carbones Minerales**

- Antracitas
- Hulla bituminosa
- Lignita
- Turba

- **Carbones Vegetales**

- Madera (pino, acacia)
- Residuos de madera
- Cáscara de coco
- Bagazo
- Huesos de frutas

PROCESOS DE ACTIVACION

- Proceso físico

Consiste en carbonizar la materia prima llegando al rojo vivo para expulsar los hidrocarburos, pero sin el suficiente aire para mantener la combustión, obteniéndose así un carbón primario. Luego se expone este a un agente oxidante, usualmente el vapor de agua, la reacción es endotérmica por lo que es necesario generar una temperatura constante, (800-1000 C).

PROCESOS DE ACTIVACION

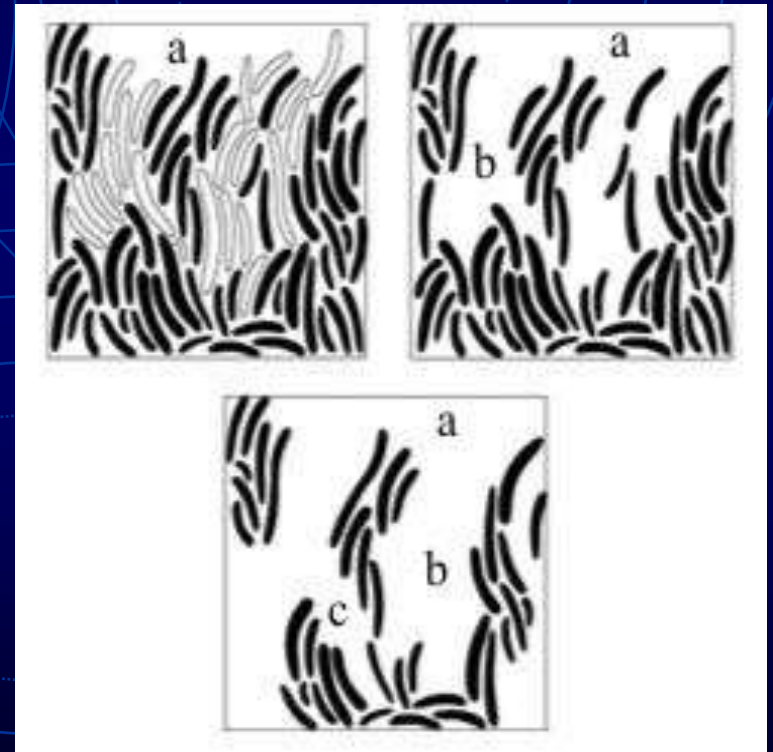
- Proceso químico

La *activación química* se basa en la deshidratación mediante sustancias químicas y a una temperatura media (400 a 600 C) ésta depende de las sustancias químicas a utilizar para activar el carbón, generalmente los agentes químicos son el ácido fosfórico, el cloruro de zinc y el ácido sulfúrico.

Proceso gráfico de activación

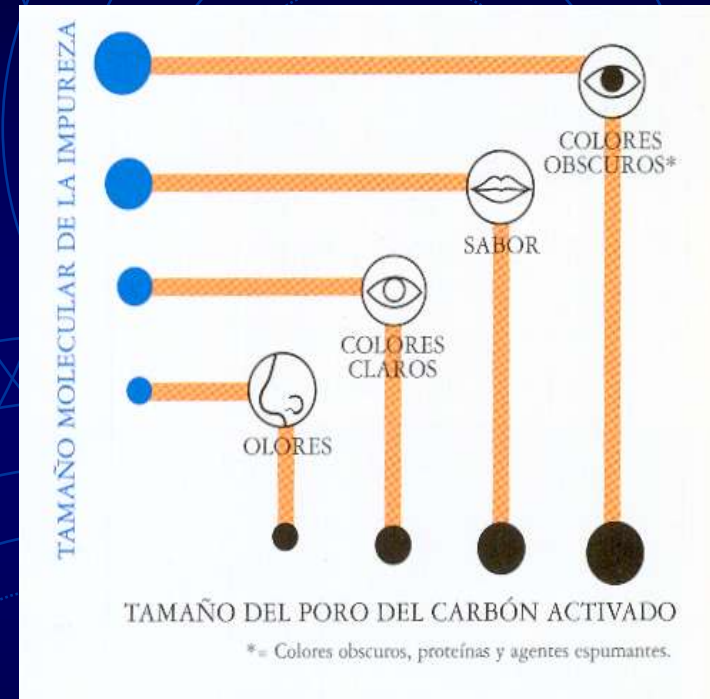
Al momento de activar un carbón se forman poros de tamaños distintos

- a. **Macroporos:** su importancia radica en que actúan como vías de acceso a los poros medios y microporos
- b. **Mesoporos:** poros medios, con radio de 20-500 Amstrongs, su tamaño les permite adsorber moléculas de tamaño mediano que por lo general están presentes en jarabes de azúcar
- c. **Microporos:** poros con un radio de 20 Amstrongs o menos, son útiles para adsorber moléculas muy pequeñas



Cinética de la adsorción

- El proceso de adsorción en sí es muy rápido, casi instantáneo; si la adsorción lleva a veces un tiempo apreciable se debe a la dificultad de penetración de las impurezas en el carbón activado y sobre todo, a la lentitud del proceso de difusión dentro de los poros del carbón



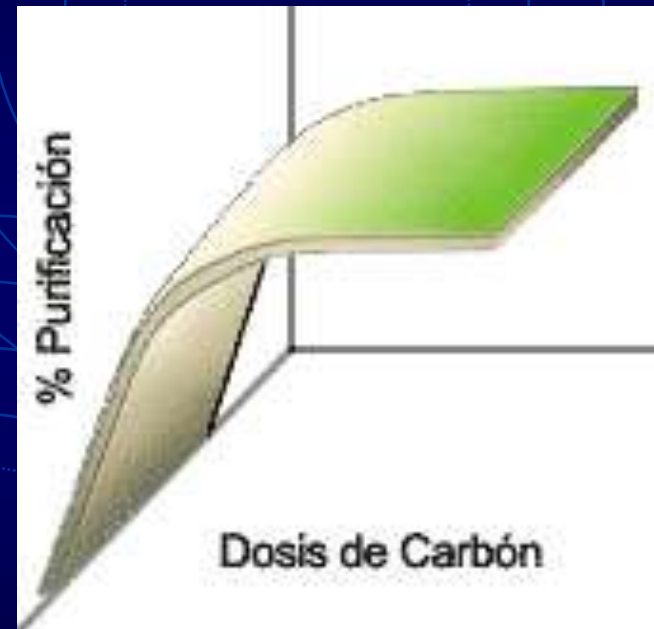
El carbón activado solamente adsorbe partículas más pequeñas que sus poros

DOSIS DE CARBÓN

Vs.

% DE IMPUREZAS REMOVIDAS

- La adsorción es un proceso de equilibrio
- Si la impureza es afín al producto en el que está presente dificultará la adsorción
- Entre más soluble sea la impureza en el medio en el que se encuentra más difícil será adsorberla
- Cualquier variable que afecte la difusividad afectará la adsorción



Un carbón activado normalmente adsorbe entre un 10 y 60% de su peso en impurezas

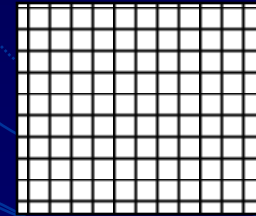
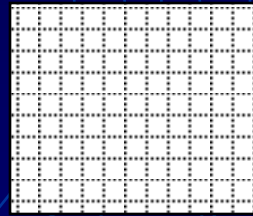
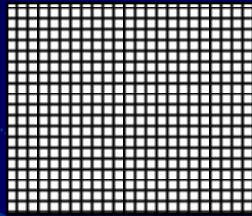
Factores que afectan la adsorción

- a. Temperatura
- b. Tiempo de contacto
- c. pH .- a pH ácido es más fácil la adsorción
- d. Tamaño de partícula

Granulometría de polvos

- **Escala de tamices**

Serie de tamices que van teniendo sucesivamente mayores aberturas



- **Escala normalizada de tamices de Tyler**

Numero de malla = Es el numero de aberturas que hay en una pulgada lineal (2.54 cm.) de una malla.

1 Pulgada

Ejemplo: I I I I I I I I I I I I I = Numero de malla: 11

11 Aberturas

Granulometría de polvos

- **Carbón activado en polvo**

A los carbones pulverizados debido a su tamaño muy pequeño se los denomina en términos de porcentaje de retención en malla 325

Ejemplo.

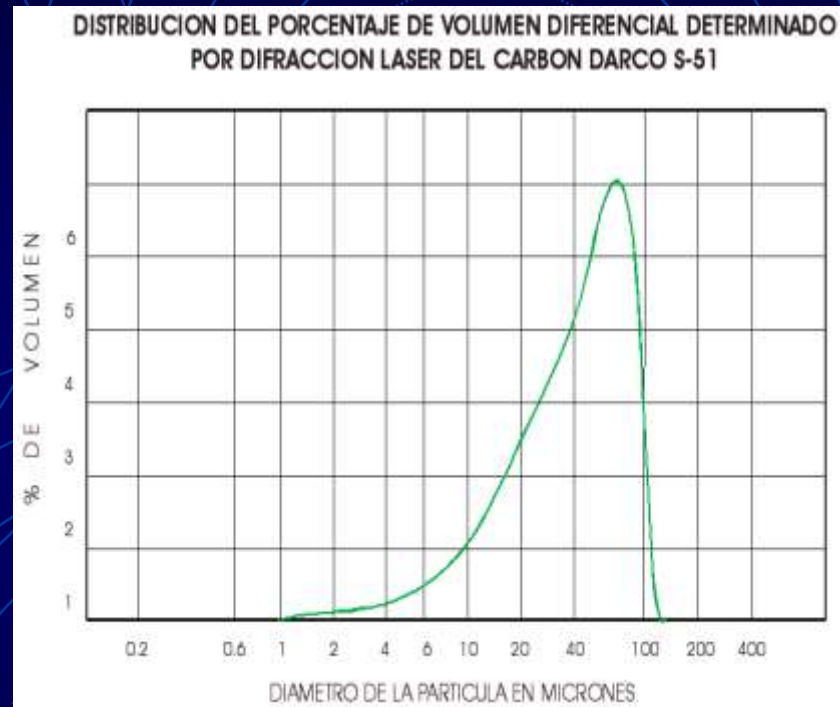
Granulometría = 40% de retención en malla 325.

Esto significa que el 40% de carbón en polvo que no pasa a través de la malla 325 tiene un tamaño de partícula mayor a 0.043milímetros

La diferencia en la calidad de partículas más finas es la que le imparte al carbón en polvo la característica de filtrabilidad

Tamaño de partícula

- La filtrabilidad depende del tamaño de la partícula y de la distribución de tamaño de partículas. Generalmente, mientras más pequeño es el tamaño de partículas y más ancha es la distribución de tamaño de partículas, más lenta es la tasa de filtración y la tasa de adsorción será mayor.



Una distribución uniforme de tamaño de partículas es fundamental para una buena filtrabilidad

¿Cómo seleccionar el carbón activado?

Las propiedades más importantes a considerar al seleccionar un carbón son el diámetro y las características de los poros, desafortunadamente estos parámetros no son fáciles de medir, y en consecuencia se pueden utilizar algunos índices como:

Índice de yodo.- medida indirecta para determinar el número de microporos. Rango óptimo : 600 – 1200 mg/gr de carbón activado.

Índice de melaza.- medida indirecta para determinar el número de poros medios o mesoporos, es un número adimensional, Su valor oscila entre 170 y 200.

Índice de azul de metileno.- es otra medida indirecta para determinar el número de macroporos, Generalmente su valor oscila entre 5 gr./100 gr. de carbón hasta 25 gr./ 100 gr. de carbón.

Determinación de dosificación de carbón activado

Los factores más importantes son:

- Calidad de azúcar
- Tipo de carbón activado
- Temperatura de jarabe
- Concentración de jarabe
- Tiempo de contacto
- Tipo de filtro
- Tipo de tierra filtrante

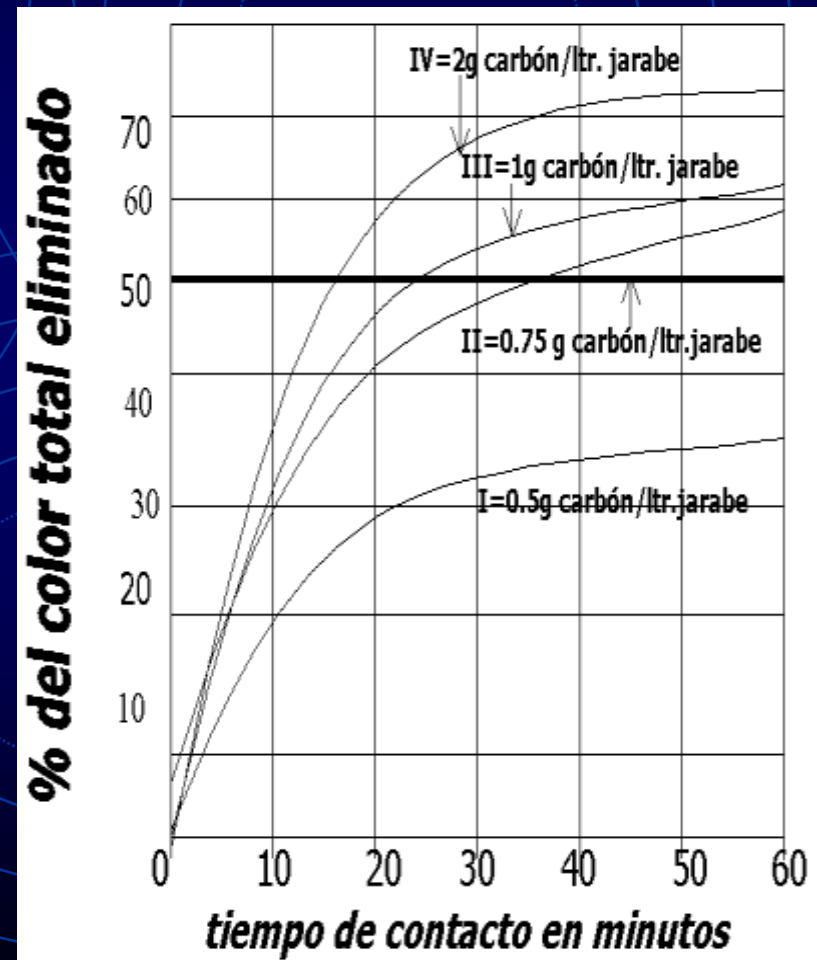
Cualquier variación de uno o varios de estos factores alterarán los resultados finales. En la adsorción en jarabes de azúcar hay parámetros que están previamente establecidos

- **Temperatura = 80 °C**
- **Tiempo de contacto = 30 minutos**
- **Concentración de jarabe de azúcar = 60 °Brix**

Métodos para evaluar resultados

Para evaluar los resultados y elegir la dosis más conveniente hay que tomar en cuenta los parámetros requeridos de color

- Con la curva I no se llega a obtener el color deseado
- Con la curva II se llega a obtener el color deseado con 35 minutos de contacto
- Con la curva III se llega a obtener el color deseado con 21 minutos de contacto
- Con la curva IV se llega a obtener el color deseado con 15 minutos de tiempo de contacto



La ecuación de Freundlich

- Es una ecuación empírica que ha demostrado ser útil para predecir el comportamiento del carbón activado en la mayoría de las aplicaciones en fase líquida, se define como:

$$\frac{X}{M} = KC^{1/n}$$

(A temperatura constante)

X= Cantidad de impureza adsorbida.

M= Dosis de carbón.

C= Concentración residual de la Impureza.

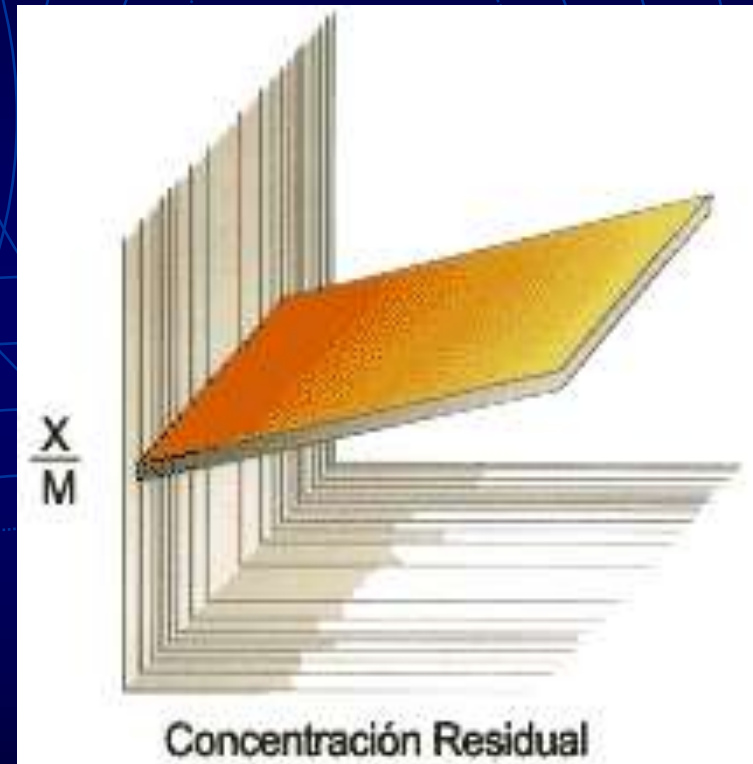
K,n= Constantes.

- Para poder graficarla como una línea recta, es necesario transformarla a ecuación logarítmica, y tendremos:

$$\text{Log} \frac{X}{M} = \text{Log} . K + \frac{1}{n} \text{Log} C$$

La ecuación de Freundlich

- Si graficamos en papel logarítmico esta ecuación obtendremos una recta.
- Esta gráfica es conocida como **Isoterma de Freundlich** y es de mucha utilidad al evaluar el comportamiento de un carbón activado para determinada aplicación, y encontrar la dosis adecuada
- Se utiliza la Isoterma de Freundlich especialmente cuando la concentración de color del jarabe de azúcar es demasiado alta



Aplicación de la ecuación de Freundlich

- Según la experiencia en filtración de jarabes de azúcar, cuando se utilizan azúcares con una calidad estable se pueden graficar curvas más sencillas y fáciles de interpretar, ejemplo:

