

## RECONOCIMIENTO DE LOS MONOSACARIDOS, DISACARIDOS Y DE LOS POLISACARIDOS

### I. OBJETIVOS

- Reconocimiento de los monosacáridos, disacáridos y de los polisacáridos
- Reconocimiento de la inversión de la sacarosa
- Reconocimiento de grupo funcional: aldosa o cetosa

### II. FUNDAMENTO TEORICO

Los carbohidratos este nombre viene de la fórmula empírica de estos compuestos  $(\text{CH}_2\text{O})_n$  son aldehídos y cetonas de polialcoholes. Se clasifican en función del tipo y número de productos que se forman al hidrolizarse en medio ácido:

- Monosacáridos: carbohidratos que no pueden hidrolizarse.
- Disacáridos: al hidrolizarse producen dos monosacáridos (iguales o diferentes).
- Oligosacáridos: al hidrolizarse dan de tres a diez moléculas de monosacáridos.
- Polisacáridos: al hidrolizarse producen más de diez moléculas de monosacáridos.

En forma sólida son de color blanco, cristalino, muy soluble en agua e insoluble en disolventes no polares. La mayoría tienen sabor dulce. Como hemos visto, no pueden ser hidrolizados en moléculas más sencillas. Son los azúcares más sencillos, son aldehídos (aldosas) o cetonas (cetosas) con dos o más grupos hidroxilo.

Los monosacáridos pueden subdividirse en grupos según el número de átomos de carbono que poseen:

Triosas  $(\text{CH}_2\text{O})_3$

Tetrosas  $(\text{CH}_2\text{O})_4$

Pentosas  $(\text{CH}_2\text{O})_5$

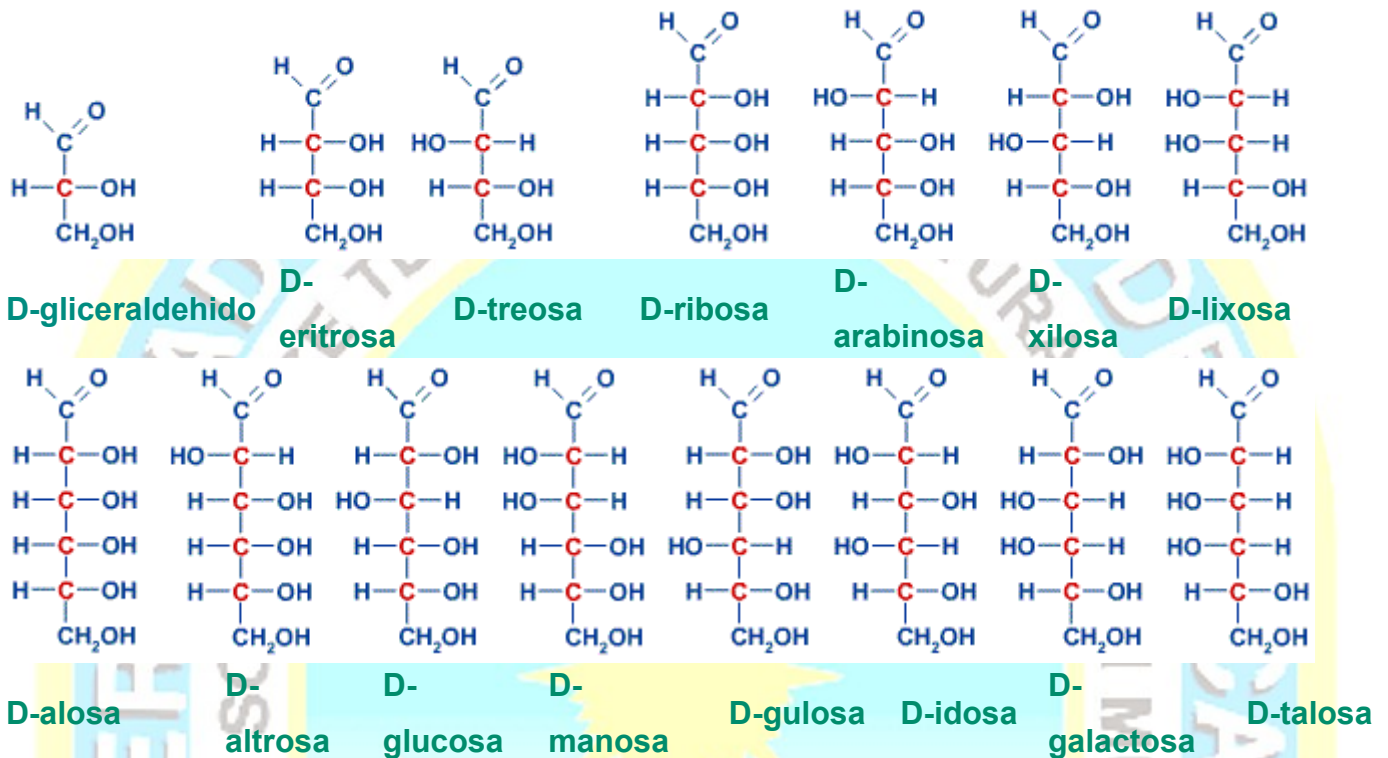
Hexosas  $(\text{CH}_2\text{O})_6$

Heptosas  $(\text{CH}_2\text{O})_7$

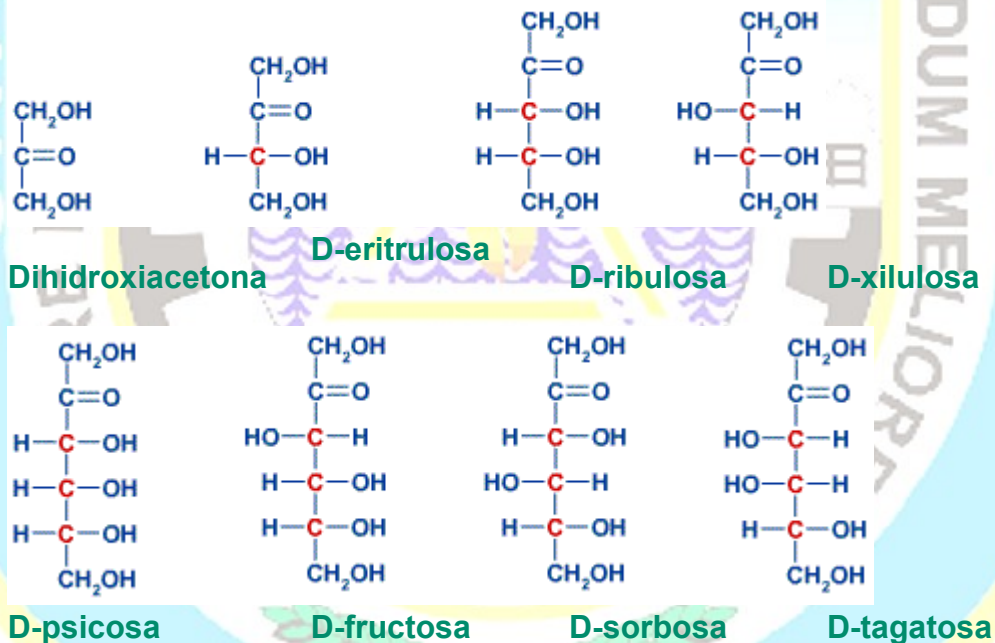
Octosas  $(\text{CH}_2\text{O})_8$

Pueden subdividirse, además, en aldosas y cetosas según tengan un grupo aldehído o ceto:

### Aldosas

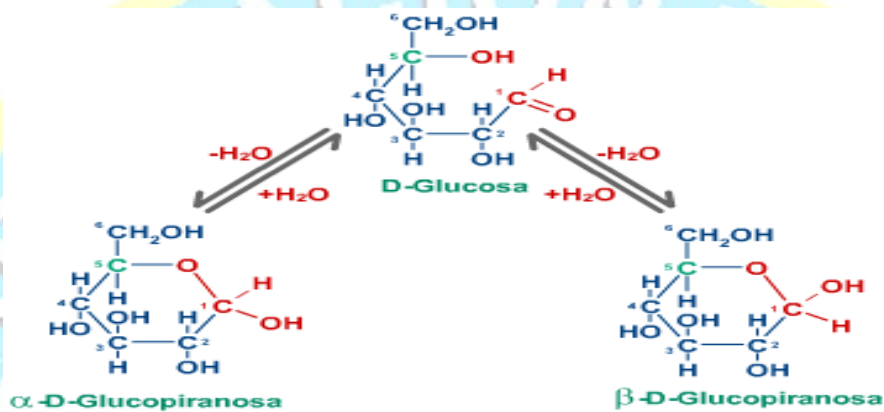


### Cetosas

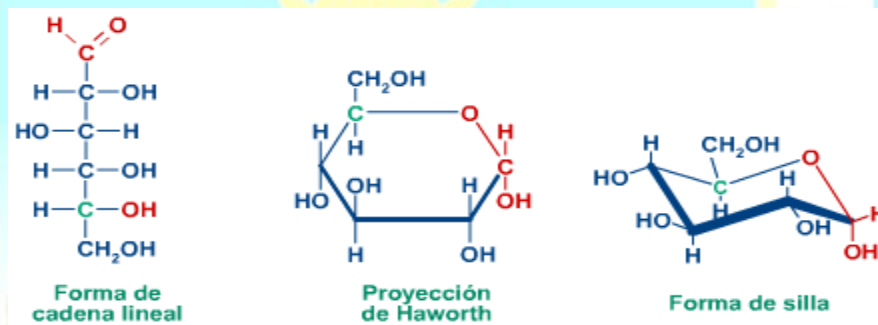


Los azúcares presentan estructura cíclica. El grupo carbonilo es un grupo muy reactivo y forma hemiacetales al reaccionar con un grupo -OH propio o de otra molécula. En el caso de que la cadena del azúcar sea lo suficientemente larga (4-6 átomos de carbono), uno de los grupos hidroxilo de la misma molécula puede reaccionar con el grupo carbonilo para formar un

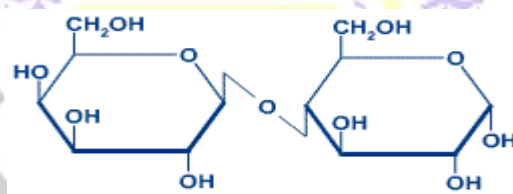
hemiacetal cíclico, que se halla en equilibrio con la forma de aldehído o de cetona libre. Los éteres de hidroxilo hemiacetálico reciben el nombre de glucósidos.



De esta forma, por ejemplo la glucosa, el monosacárido más común, se puede representar de tres maneras:

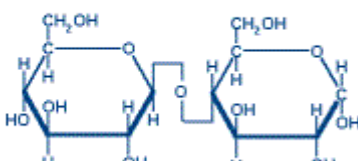


Los disacáridos se nombran indicando el lugar de formación del enlace glucosídico, el tipo de configuración cíclica y el nombre -D-glucopiranososa:  $\beta$ -D-galactopiranosil-4- de los azúcares que intervienen. Por ejemplo, la lactosa es la 1-

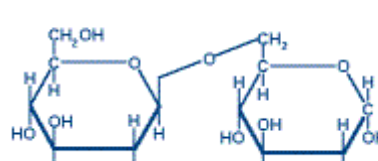


Los disacáridos más importantes son los que se detallan a continuación:

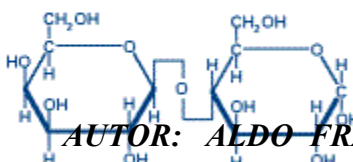
**Celobiosa**  $\beta$ -D-glucopiranosil[1 $\rightarrow$ 4] D-glucopiranososa



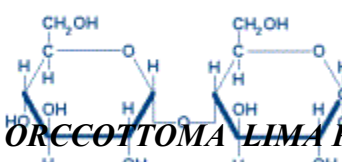
**Gentibiosa**  $\beta$ -D-glucopiranosil[1 $\rightarrow$ 6] D-glucopiranososa



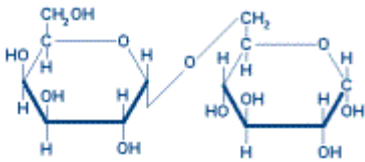
**Lactosa**  $\beta$ -D-galactopiranosil[1 $\rightarrow$ 4] D-glucopiranososa



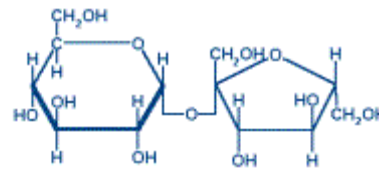
**Maltosa**  $\alpha$ -D-glucopiranosil[1 $\rightarrow$ 4] D-glucopiranososa



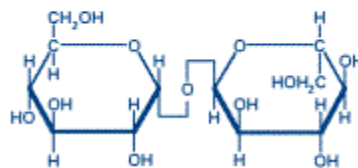
**Melibiosa**  $\alpha$ -D-galactopiranosil[1 $\rightarrow$ 6] D-glucopiranososa



**Sacarosa**  $\alpha$ -D-glucopiranosil[1 $\rightarrow$ 2]  $\beta$ -D-fructofuranosa



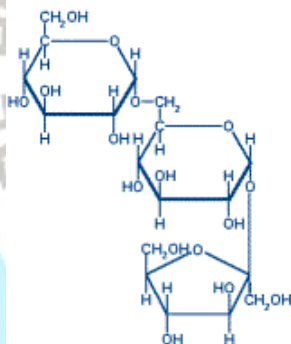
**Trehalosa**  $\alpha$ -D-glucopiranosil[1 $\rightarrow$ 1]  $\alpha$ -D-glucopiranososa



Los oligosacáridos al hidrolizarse dan de tres a seis moléculas de monosacáridos. Así los trisacáridos están formados por la condensación de tres moléculas de monosacáridos. Por ejemplo la rafinosa que  $\alpha$ -D-galactopiranosil [1 $\rightarrow$ 6]  $\rightarrow$ -D-glucopiranosil [1-6]  $\rightarrow$ -D-fructofuranosido es el-2] azúcar de la remolacha.

**Rafinosa**

$\alpha$ -D-galactopiranosil[1 $\rightarrow$ 6]  $\alpha$ -D-glucopiranosil [1 $\rightarrow$ 2]  $\beta$ -D-fructofuranosido



Los polisacáridos, también llamados poliósidos o glucanos, están formados por más de 10 residuos de monosacáridos. A continuación, se resumen las características más importantes de los principales tipos de polisacáridos.

### III. MATERIALES Y REACTIVOS

1. 6 tubos de ensayo.

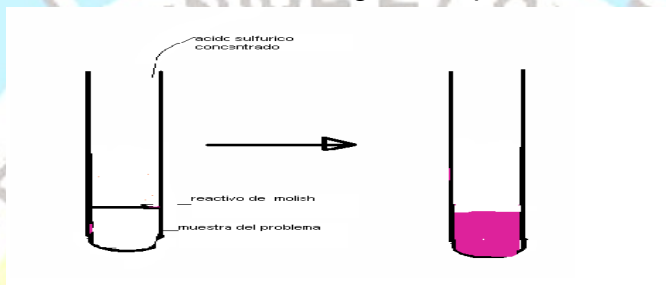
2. Una gradilla.
3. Reactivo de molish.
4. Reactivo de fheling. ( a, b)
5. Reactivo de tollens .
6. Reactivo de lugol.
7. Muestra del problema.
8. Reactivo de barfoed.
9. Equipo de baño maría.
10. Cronometro.
11. Ácido sulfúrico.
12. Yodo acuoso.
13. Yoduro de potasio.

**NOTA:** en la mayoría de los casos se usara como monosacárido base la glucosa sea en su forma piranosica o en su estructura de Fisher para su mejor comprensión y su ya conocida y estudiada propiedades que esta posee.

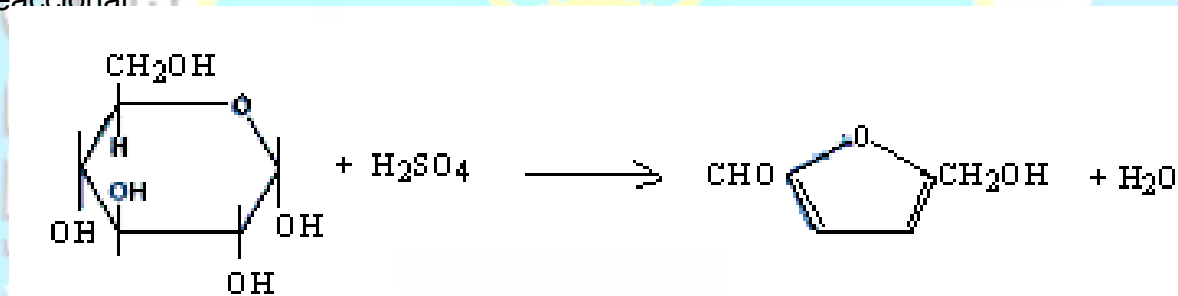
#### **IV. PARTE EXPERIMENTAL**

### PRUEBA DE MOLISH:

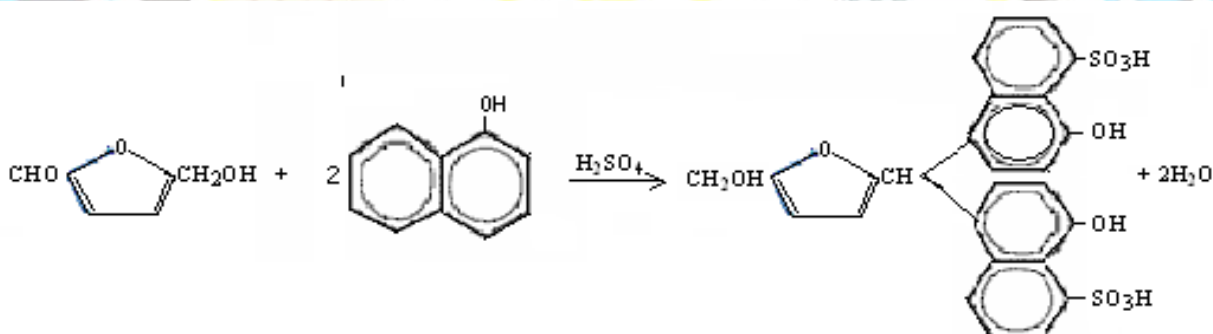
Al tubo de ensayo se coloca en primer lugar la muestra del problema que desconocemos su nombre de 1 a 2 mililitros luego adicionamos el reactivo de molish que es el alfa-naftol la misma cantidad seguidamente el ácido sulfúrico pero con cuidado por las paredes del recipiente por estar este ácido concentrado 2 gotas esperamos la reacción.



Observamos que la reacción tomó una coloración violeta rojizo demostrando que es positivo para monosacáridos además se nota que la reacción fue exotérmica pues liberó calor después de reaccionar.



Al haberse depositado en el fondo del recipiente el ácido sulfúrico este actúa sobre la glucosa arrancándole una molécula de agua y volviendo la molécula de glucosa un derivado del furfural en este caso el hidroximetilfurfural.



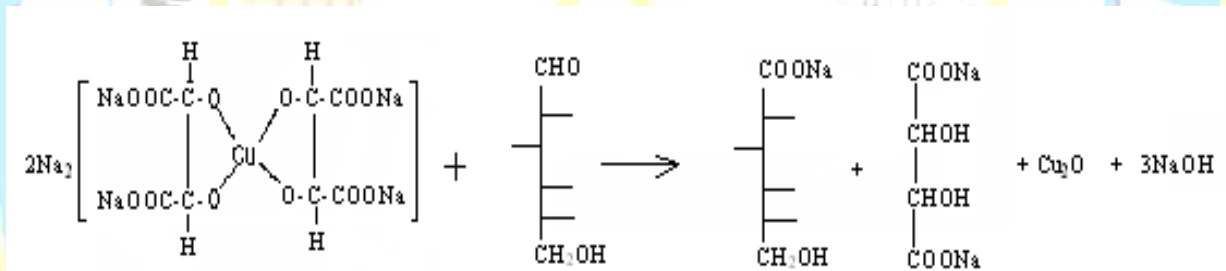
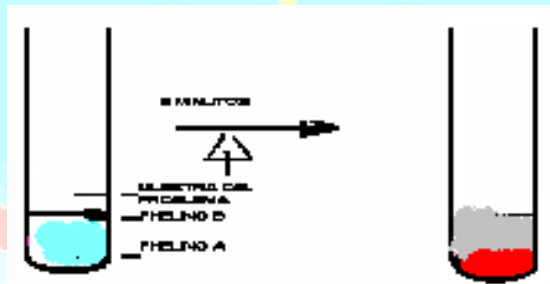
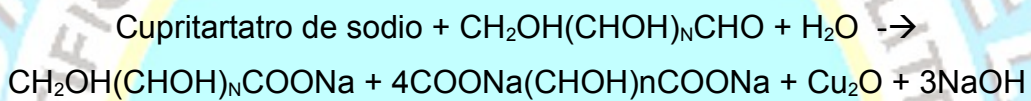
Luego de esa reacción se mezcla con el alfa-naftol en presencia de ácido sulfúrico atacando la zona del doble enlace del grupo carbonilo uniéndose en un compuesto mixto pues presenta sustituyentes ácidos y fenólicos que toma una coloración rojiza violeta en un anillo del tubo de ensayo.

### PRUEBA DE FEHLING

Al tubo de ensayo le colocamos primero la solución de Fehling A luego la solución de Fehling B solamente gotas y al final gotas de la muestra del problema toda esta muestra la llevamos a baño María durante un espacio de 5 minutos y observamos

Luego de colocarlo a baño maría durante 5 minutos observamos que este carbohidrato se oxida y en el fondo del recipiente se observando precipitado rojizo que demuestra la presencia del óxido cúprico este color demuestra que este es un monosacárido.

La reacción más general es:

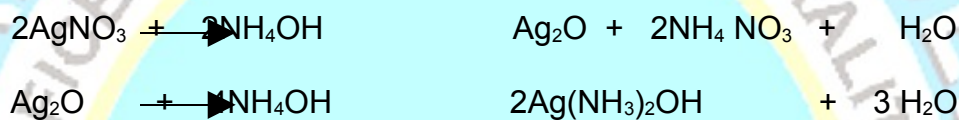


En un primer momento al haber echado el reactivo de Fehling y Fehling b al tubo de ensayo estos mostraban una coloración azulina pero luego de echar el monosacárido y colocar a baño maría toman un coloración rojiza en el fondo del recipiente demostrando que la sal cúprica se redujo a una sal cuprosa en este caso el óxido cuproso, volviéndose a regenerar el tartrato de sodio, formándose el gluconato de sodio y el hidróxido de sodio.

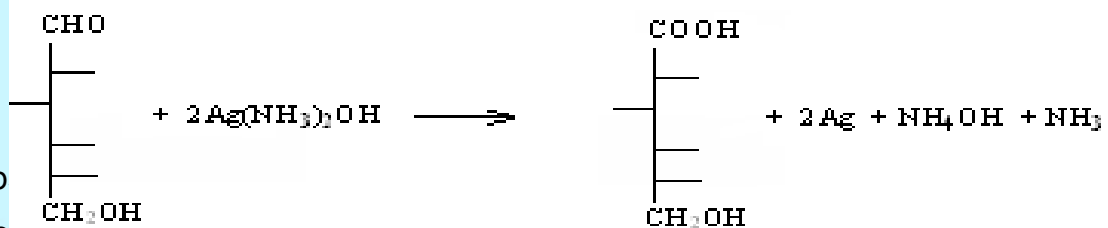
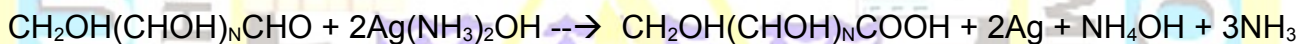
## PRUEBA DE TOLLENS

Al tubo de ensayo echamos primero la muestra del problema luego echamos el reactivo de Tollens que es el hidroxidiamino de plata luego de esto lo colocamos a baño maría durante 5 minutos observamos ( cabe resaltar que el reactivo de Tollens se prepara con la reacción entre el nitrato de plata con el hidróxido de amonio y en un segundo plano con el exceso de hidróxido de amonio ).

Reactivo de Tollens:



La reacción más general sería en tal caso esta



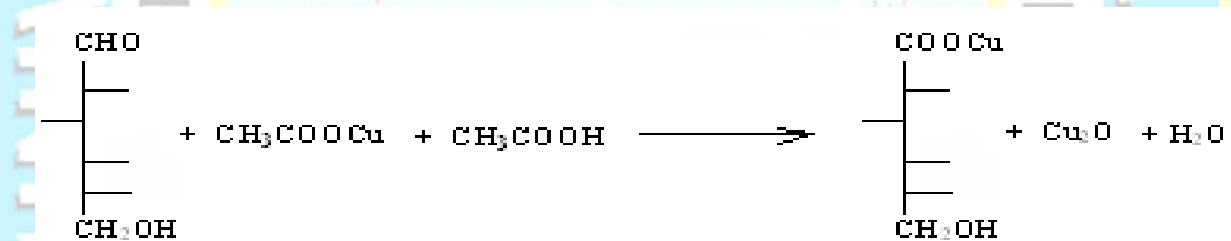
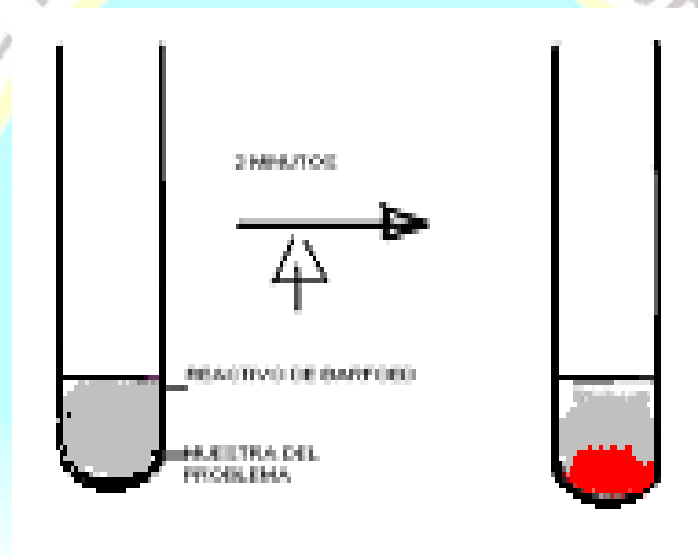
Como observamos se forma un espejo de plata luego de someterse a la acción del baño maría, formándose un ácido glucónico, hidróxido de amonio en solución acuosa y liberándose tal como lo demuestra la efervescencia el gas amoníaco.

### PRUEBA DE BARFOED



Esta prueba permite diferenciar la diferencia entre un monosacárido y un disacárido se echa la muestra del problema en el tubo de ensayo luego se adicionan el reactivo de Barfoed y se coloca a baño maría durante dos minutos observamos.

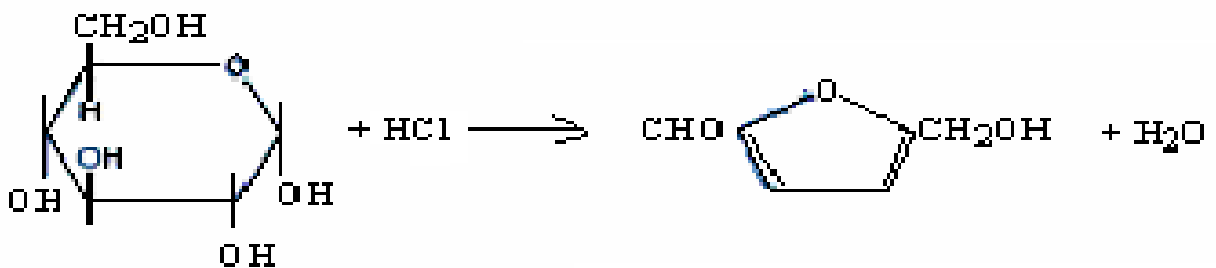
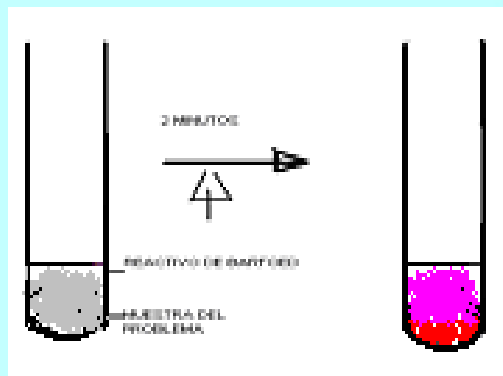
Cabe resaltar que el reactivo de Barfoed se prepara disolviendo 13.3 gramos de acetato de cobre neutro cristalizado en 200 ml de agua destilada si es necesario se filtra y luego se agrega 5 ml de agua destilada si es necesario luego se agrega 5 mililitros de ácido acético.



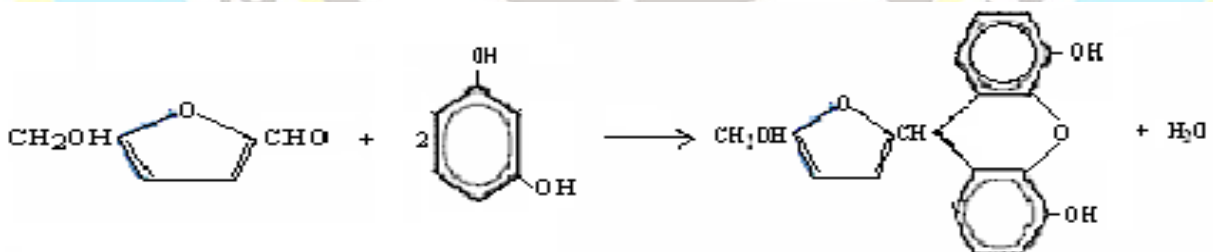
Como vemos la reacción procede siempre y cuando se adicione calor proveniente del baño maría en este caso se forma el gluconato de cobre o gluconato cúprico que es una sal orgánica, depositándose en el fondo del recipiente el oxido cuproso de color rojizo y la solución sobrante es el agua.

**PRUEBA DE SELIVANOFF**

Esta prueba sirve para diferenciar una aldosa de una cetosa la operación consiste en echar al tubo de ensayo la muestra del problema y luego el reactivo de selivanoff se coloca a baño maría durante un tiempo de 5 minutos observamos cabe resaltar que el reactivo de Selivanoff es resorcina diluida en ácido clorhídrico Después del tiempo observamos que la muestra cambio a coloración en dos fases rojiza en el fondo del tubo de ensayo y de un color rosadito en la parte superior.



En una primera etapa de reacción la glucosa reacciona con el ácido clorhídrico depositado primero en las paredes del recipiente este arranca una molécula de agua al monosacárido y lo vuelve un derivado del furfural en este caso el hidroximetilénfurfural la velocidad de formación es mas lenta que si hubiera reaccionado con las cetosas.

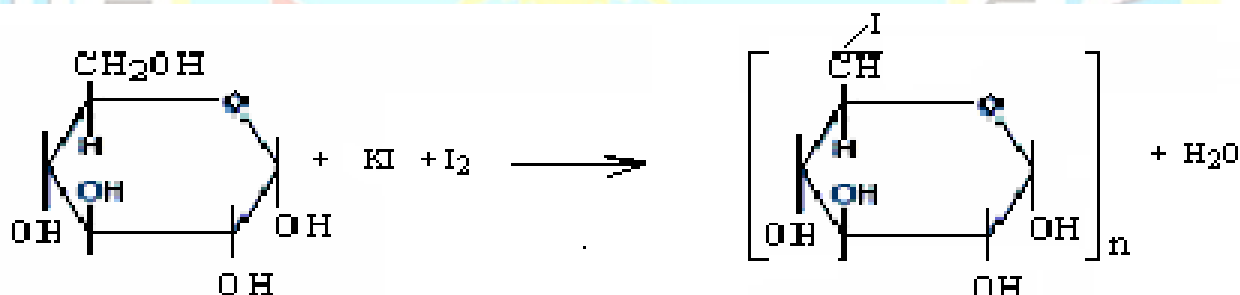
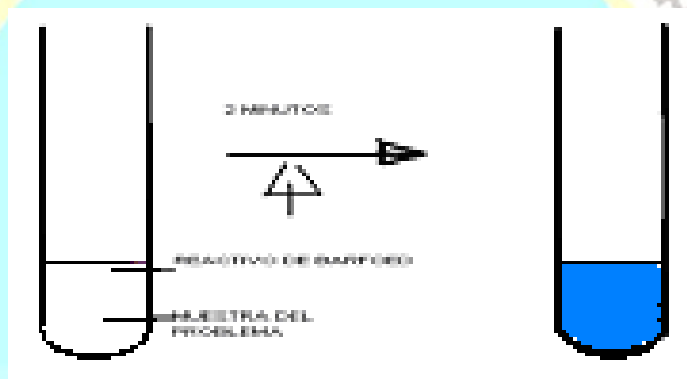


Ahora al adicionarse el resorcinol ataca el grupo carbonilo del radical formilo y forma un compuesto de coloración rojiza con poca presencia de precipitado del mismo color, y formación de agua que parece ser una constante en la copulación de este compuesto.

## PRUEBA DE POLISACARIDOS

Esta prueba se realiza con el reactivo de Lugol y sirve para identificar polisacáridos en la muestra del problema.

Al reaccionar con el reactivo de Lugol que es la mezcla de ioduro de potasio con yodo acuoso se forma un compuesto coordinado de mezcla, esta mezcla que esta en el tubo de ensayo se coloca a baño maría durante 5 minutos y observamos.

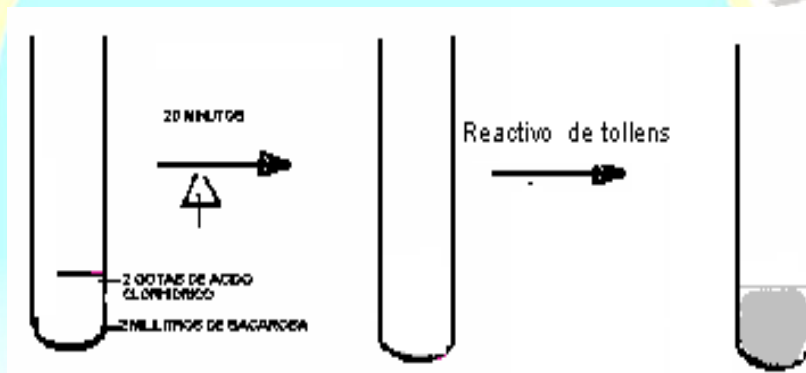


En un primer momento antes de llevar al equipo de baño maría la muestra con el reactivo eran incoloros pero luego de estar sometido durante 5 minutos a la acción de este calor esta se torna de color azulino pues se ha formado el ioduro de almidón este almidón se formo por la acción de halógeno correspondiente como lo es el yodo con la diferencia que arranca una molécula de agua sin formar derivados del furfural como lo son en la reacción con los ácidos orgánicos y también se forma agua.

## INVERSION DE LA SACAROSA

Esta prueba sirve para verificar si realmente los componentes de esta son la glucosa y la fructosa esta se verifica si se hace la prueba de identificación de monosacáridos y verifica la realidad de estos hechos además que de invertirse cambia toda la clase de sus enlaces la operación se realiza adicionando 2 mililitros de sacarosa luego 2 gotas de ácido clorhídrico y se coloca a baño maría durante 20 minutos observamos.

Al haber verificado que después de haber echado el reactivo de tollens se torno la película de palta superior se prueba que este disacárido rompió su enlace en glucosa y fructosa.

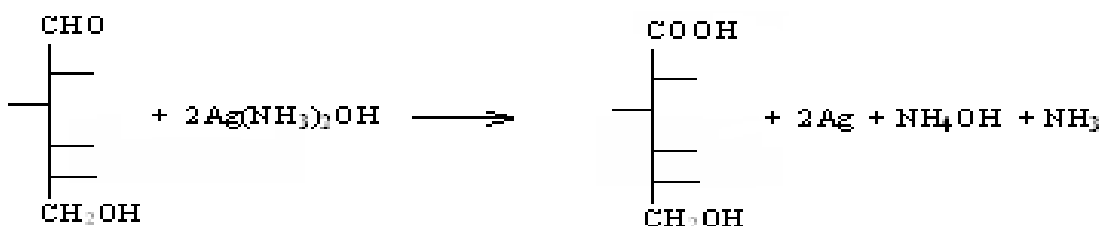


La reacción que se verifico fue la siguiente:

**Sacarosa**  $\alpha$ -D-glucopiranosil[1 $\rightarrow$ 2]  $\beta$ -D-fructofuranosa



Vemos la acción de la ácido de romper el enlace glucosidico y separarlo en carbohidratos mas simples como la glucosa y fructosa.



De esta manera comprobamos que efectivamente era un monosacárido por depositarse en las paredes del tubo un espejo de plata.

## V. CONCLUSIONES

En la prueba de Molish el cambio de coloración violeta demuestra positivo para monosacáridos

El ataque con ácido sulfúrico arranca una molécula de agua y transforma el monosacárido en un derivado furfuralico.

La unión con el alfa-naftol es donde realmente se da el cambio de coloración con radicales de ácido sulfónicos existentes en el alfa-naftol

El alfa-naftol ataca el grupo carbonilo del radical formilo del derivado furfuralico.

Esta reacción es similar a una reacción de copulación.

La copulación con el alfa-naftol se da en una posición opuesta al radical hidróxido del naftaleno.

El cambio de coloración en la prueba de Fehling a rojizo demuestra la presencia positiva del monosacárido por formar un precipitado de  $\text{Cu}_2\text{O}$ .

En la reacción del monosacárido con el reactivo de Fehling se regenera el tartrato de sodio que era componente inicial en la formación del cupritartrato de sodio.

En la prueba de Tollens la adhesión del espejo de plata al tubo de ensayo demuestra positivo para un monosacárido.

El hidrogeno alfa del grupo carbonilo del monosacárido es reemplazado por un radical hidróxido formándose el ácido glucónico.

El cambio de coloración en la prueba de Barfoed a rojizo demuestra la presencia positiva para monosacárido con formación de un precipitado de  $\text{Cu}_2\text{O}$ .

Es también un monosacárido por formarse el gluconato de cobre.

El ácido acético no hubiera sido capaz de romper el enlace de un disacárido por ser un ácido orgánico con una disociación débil.

En la prueba de Selivanoff el ataque al monosacárido con el ácido clorhídrico arranca una molécula de agua volviéndolo un derivado del furfural en este caso el hidroximetileno furfural.

El cambio de coloración de plomizo a rojizo da muestra positiva para aldosas por ser su velocidad de formación lenta en comparación con las cetosas.

El resorcinol ataca el grupo carbonilo del derivado furfúrico formando un compuesto de color rojizo.

El cambio de coloración a azulino en la prueba de polisacáridos demuestra la formación del yodo de almidón.

Se prueba que es un monosacárido puesto que el reactivo de Lugol solo ataca carbohidratos que no posean enlaces glucosídicos.

El reactivo de Lugol arranca una molécula de agua manteniendo el monosacárido el carácter de aldohexosa.

En la prueba de inversión de la sacarosa el ácido clorhídrico rompe los enlaces glucosídicos de la sacarosa separándola en glucosa y fructosa.

La inversión se da por que cambia el ángulo de polarización de la sacarosa al exponerla a la luz.

Los ácidos clorhídricos y sulfúricos vuelven derivados furfúricos a los monosacáridos.

Los ácidos clorhídricos y sulfúricos rompen los enlaces glucosídicos de los disacáridos.

En todas la reacciones se arrancan moléculas de agua.

Todas las reacciones son endotérmicas por estar expuestas al calor del equipo de baño maría.

## **VI. RECOMENDACIONES**

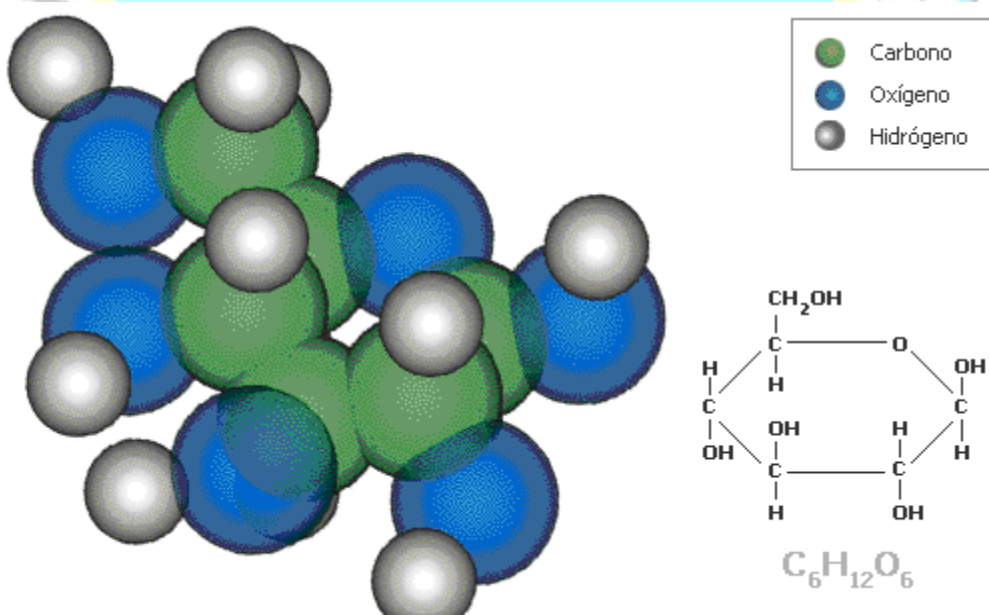
En si estos experimentos no tienen riesgo alguno a no ser por algunos reactivos como el ácido sulfúrico o el ácido clorhídrico pero también están diluidos.



## VII .ANEXOS

Azúcar, término aplicado a cualquier compuesto químico del grupo de los hidratos de carbono que se disuelve en agua con facilidad; son incoloros, inodoros y normalmente cristalizables. Todos tienen un sabor más o menos dulce. En general, a todos los monosacáridos, disacáridos y trisacáridos se les denomina azúcares para distinguirlos de los polisacáridos como el almidón, la celulosa y el glucógeno.

Molécula de glucosa La glucosa, de fórmula  $C_6H_{12}O_6$ , es un azúcar simple o monosacárido. Su molécula puede presentar una estructura lineal o cíclica; esta última, representada en la ilustración, es termodinámicamente más estable.



Los azúcares, que están ampliamente distribuidos en la naturaleza, son producidos por las plantas durante el proceso de fotosíntesis y se encuentran también en muchos tejidos animales (ver Metabolismo de glúcidos). La ribosa, un azúcar monosacárido que contiene cinco átomos de carbono en su molécula, es un componente del núcleo de todas las células animales. Los azúcares con cinco carbonos se conocen como pentosas.

Las triosas (azúcares con tres carbonos), las tetrasas (azúcares con cuatro carbonos), las heptosas (azúcares con siete carbonos), las octosas (azúcares con ocho carbonos) y las nonosas (azúcares con nueve carbonos) también se encuentran en la naturaleza. Sin embargo, los azúcares más extendidos son las hexosas, que se caracterizan por la presencia de seis átomos de carbono en su molécula y por la fórmula empírica  $C_6H_{12}O_6$ . Las hexosas distintas



con fórmula empírica y masa molecular iguales, son isómeros estructurales entre ellas. Cada hexosa se conoce en forma dextrógira y levógira.

En disolución, una forma dextrógira girará el plano de polarización de la luz a la derecha, y una forma levógira lo girará a la izquierda, pero todas las hexosas asimiladas por los animales y seres humanos se convierten en formas dextrógiras. Las hexosas más importantes son la glucosa y la galactosa, que son aldehídos, y la fructosa, que es una cetona, similar a un aldehído pero menos reactiva.

La fórmula empírica de los azúcares disacáridos, maltosa, lactosa y sacarosa, es  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . Al tratarlos con ácidos y enzimas, los disacáridos combinan con una molécula de agua y se dividen en dos monosacáridos, dos moléculas de hexosa. La maltosa, por ejemplo, se divide en dos moléculas de glucosa; la lactosa se divide en una molécula de glucosa y otra de galactosa, y la sacarosa se divide en una molécula de glucosa y otra de fructosa.

La mayoría de los azúcares importantes, excepto la sacarosa, reducen el óxido de cobre (II) a óxido de cobre (I) en disolución alcalina. Esta reacción se utiliza en los tests cualitativos de azúcar en la orina y en la sangre, así como en los tests cuantitativos de azúcar en la sangre; estos tests son importantes en la diagnosis y el control de la diabetes (véase *Diabetes mellitus*).

Entre los azúcares importantes desde el punto de vista comercial están la glucosa, la lactosa y la maltosa, que se usan frecuentemente en la alimentación para bebés. Sin embargo, el más importante es la sacarosa, llamado también azúcar de caña, aunque no proceda de la caña de azúcar. Se utiliza para dar sabor dulce a las comidas y en la fabricación de confites, pasteles, conservas, bebidas alcohólicas y no alcohólicas, y muchos otros alimentos. Como material alimenticio básico, la sacarosa suministra aproximadamente un 13% de la energía que se deriva de los alimentos.

## PRODUCTOS

El azúcar no sólo se usa como componente de alimentos caseros o industriales, sino que es también el material en bruto cuya fermentación produce etanol, butanol, glicerina, ácido cítrico y ácido levulínico. El azúcar es un ingrediente de algunos jabones transparentes y puede ser transformado en ésteres y éteres, algunos de los cuales producen resinas duras, infusibles e insolubles.