



DQO Y DBO

EDWIN RICARDO BARRERA HERNANDEZ
CONSULTOR CIENTÍFICO

¿Qué es DQO?

Demanda Química de Oxígeno se define como la cantidad de oxígeno que se requiere para oxidar el total de la materia orgánica presente en una muestra de agua residual hasta dar bióxido de carbono y agua como productos finales bajo condiciones controladas.

La determinación se logra al definir la cantidad de un oxidante específico que es consumido durante la reacción y se expresa en términos de su equivalencia en oxígeno.

DQO se expresa en mg/L O₂

¿Por qué determinar DQO?

El método DQO es una medida indirecta que se usa a menudo para medir contaminantes en el agua para evaluar la fuerza de los desechos tales como aguas residuales municipales e industriales.

Debido a que para la prueba se utilizan oxidantes fuertes, se tiene la ventaja que requiere sólo dos horas, a diferencia de la DBO que necesita 5 días.

Por regla general, la DQO es mayor que la DBO.



¿Cómo medimos DQO?



Constituyentes orgánicos e inorgánicos están sujetos a oxidación; sin embargo el componente orgánico predomina y es de mayor interés.

DQO es un test definido por:

- Tiempo de digestión
- Fuerza del reactivo
- Concentración de la muestra



¿Cómo medir?

DQO

- **Titulación de reflujo cerrado (Método 5520 C)**

** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*

- **Colorimétrico (Método 5520D)**

** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*

- **Método Oficial de Medición (Dicromato)**

US Environmental Protection Agency

- **Manganeso III (no oficial)**



En un análisis de DQO se generan residuos peligrosos de:

- ❖ Mercurio
- ❖ Cromo trivalente y hexavalente
- ❖ Ácido sulfúrico
- ❖ Plata



Se prefiere utilizar métodos de reflujo cerrado que de reflujo abierto debido a que generan menor cantidad de residuos.

Interferencias



Inhibición de
la actividad
catalítica de
la plata

Br⁻ **I⁻** y similares limitan la acción oxidante del ion dicromato

Si $[\text{Cl}^-] > 2.00 \text{ mg/L}$ se emplea sulfato de mercurio
(HgSO_4) para formar un complejo antes
del reflujo e inhibir la interferencia.

Titulación de reflujo cerrado

Exceso conocido
de $K_2Cr_2O_7$



Muestra fuertemente ácida



el $K_2Cr_2O_7$ sin reducir restante es
titulado con sulfato de amonio
ferroso

¿Cuánto $K_2Cr_2O_7$ se consumió?

La materia oxidable se calcula en términos de
equivalente en oxígeno.

Método aplicable a los valores DQO entre 40 y 400 mg/L

Se pueden obtener valores más altos con una dilución muy cuidadosa o
con concentraciones más altas de la solución de digestión de dicromato.

Hanna Instruments Confidential - For internal use only

Colorimétrico



Rango que cubre el método colorimétrico:

1) 0 -150 mg/L aprox. 420 nm

(Siguiendo la disminución del $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ con compensación)

2) 0 -1500 mg/L aprox. 600 nm

(Siguiendo el aumento de la concentración del Cr^{3+})

3) 0-15,000 mg/L aprox. 600 nm

(Siguiendo el aumento de la concentración del Cr^{3+} con dilución)

¿Quién mide DQO?

Plantas depuradoras de agua

- Municipales
- Industriales

- Indicador de la eficiencia del proceso de depuración

- Indicador de contaminantes orgánicos en el agua



Prueba	DQO entrada	DQO salida	% Eliminado
1	1214	451	62%
2	948	328	63%
3	1341	3207	77%

Clasificación

• Esta clasificación es aceptada en forma generalizada para aguas residuales ordenada por su Demanda de Oxígeno, que se mide bien por el método Bioquímico (DBO) o el método DQO.

Clasificación del agua	DBO	DQO
Débil	> 200 ppm	> 400 ppm
Media	350 ppm	700 ppm
Fuerte	500 ppm	1000 ppm
Muy fuerte	750 ppm	1500 ppm

Donde se utiliza.

- **Plantas Depuradoras de Aguas Municipales**

- ✓ Representan la mayor parte del Mercado ya que deben monitorear continuamente el agua de entrada (niveles altos) y el agua de salida (normalmente $>100\text{mg/L}$)

- **Plantas Depuradoras de Aguas Industriales**

- ✓ El agua ya sea para reúso o para descarga debe mantener los niveles de DQO bajo control.

- ✓ La determinación en este caso se puede realizar por dos vías:

- 1.- Análisis Interno << 200 a 3000 tests anuales >>

- 2.- Laboratorios privados <<500 a 5000 tests anuales>>

Campo industrial

- ॐ **Industria papelera**
- ॐ **Elaboración de alimentos**
- ॐ **Industria Química**
- ॐ **Industria Farmacéutica**
- ॐ **Lavanderías Comerciales**
- ॐ **Industria Textil**
- ॐ **Industria de Teñido de Tejidos**
- ॐ **Industria de Curtidos**
- ॐ **Servicios Generales en Plantas de Energía**
- ॐ **Educación**



Método Hanna

Se basa en los requisitos de dos fuentes oficiales de análisis químicos de Aguas Potables y Residuales:

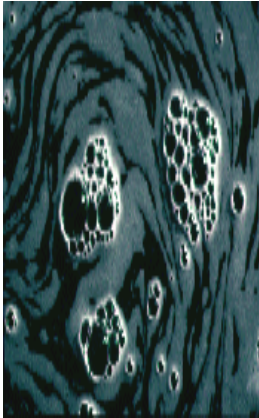
- *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.* (Método # 5220D)
- *EPA Methods and Guidance for Analysis of Water* (Método EPA # 410.4)



Método Hanna

Categoría	Requisitos	Hanna Instruments
Reactivos	Sol. Reactiva compuesta de: - Dicromato de Potasio (Solución de digestión) - Ácido Sulfúrico (Solución de digestión) - Sulfato de Plata (Solución Catalizadora)	Sol. Reactiva compuesta de: - Dicromato de Potasio (Solución de digestión) - Ácido Sulfúrico (Solución de digestión) - Sulfato de Plata (Solución Catalizadora)
	Se añade Sulfato Mercúrico a los tubos de digestión para evitar la interferencia por Cl-	Se añade Sulfato Mercúrico a los tubos de digestión para evitar la interferencia por Cl-
	Tubos de Borosilicato con tapa roscada recubierta de teflón 16x100 mm ó 25 x 150 mm	Tubos de Borosilicato con tapa roscada recubierta de teflón 16x100 mm
Analizador	Que funcione en la región de 420 nm (para rango bajo) y/o 600 nm (para rango medio y alto)	Funciona a 420 nm (para rango bajo) y 610 nm (para rango medio y alto)
Reactor	Que funcione a $150 \pm 2^{\circ}\text{C}$, con alojamiento para recipientes de digestión. Las tapas de los tubos han de estar fuera del recipiente.	Funciona a $150 \pm 2^{\circ}\text{C}$, con alojamiento para recipientes de digestión. Las tapas de los tubos están fuera del recipiente.

Procedimiento de medición



- Toma de muestra



- Colocar en contenedor y homogenizar la muestra, si es necesario en mezclador.



- Seleccionar los viales (verificar rango y fecha de caducidad)

Procedimiento de medición



- Colocar la muestra a través de pipeta volumétrica en el vial seleccionado. (preparar un blanco con agua desionizada por cada caja y/o lote de reactivos)
- Tapar el vial y colocarlo en el digestor.

- Digerir la muestra por 2 horas a 150° C (precalentado aprox. 20mins)

Procedimiento de medición



• **Enfriar las muestras a temperatura ambiente**

- **Seleccionar el programa adecuado.**
- **Ajustar a cero** (blanco preparado luego de la digestión)
- **Colocar muestra**
- **Leer resultado en mg/l DQO**

Reactivos Predosificados

- Fabricados según Métodos Estándar con reactivo para eliminar la interferencia por cloruros.
- Incluyen certificado de análisis con número de NIST
- El usuario debe elegir el rango en el que va a realizar el test y añadir la muestra de agua.
- Vidrio de alta calidad que disminuye considerablemente el error asociado a la celda.
- Las celdas tienen el logo Hanna y una zona para escribir alguna nota o marca a la celda.
- Disponemos de tres rangos (25 viales por caja)

Rango bajo: 0 a 150 ppm

Rango medio: 0 a 1500 ppm

Rango Alto: 0 a 15000 ppm





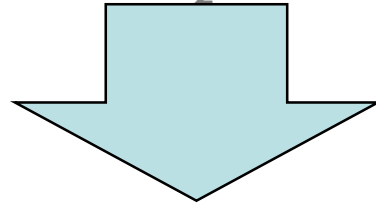
Demanda Bioquímica de oxígeno DBO

Es la cantidad de oxígeno disuelto consumida por un agua residual durante la oxidación por vía biológica, de la materia orgánica biodegradable presente en dicha agua residual, en unas determinadas condiciones de ensayo (20°C, presión atmosférica, oscuridad y muestra diluida con agua pura manteniendo condiciones aerobias durante la prueba) en un tiempo dado. Refleja la materia orgánica que existe en el agua, indicando el oxígeno necesario para alimentar a los microorganismos y las reacciones químicas.

CANTIDAD DE O₂ REQUERIDA POR LAS BACTERIAS PARA ESTABILIZAR LA MATERIA ORGANICA EN CONDICIONES AEROBIAS.

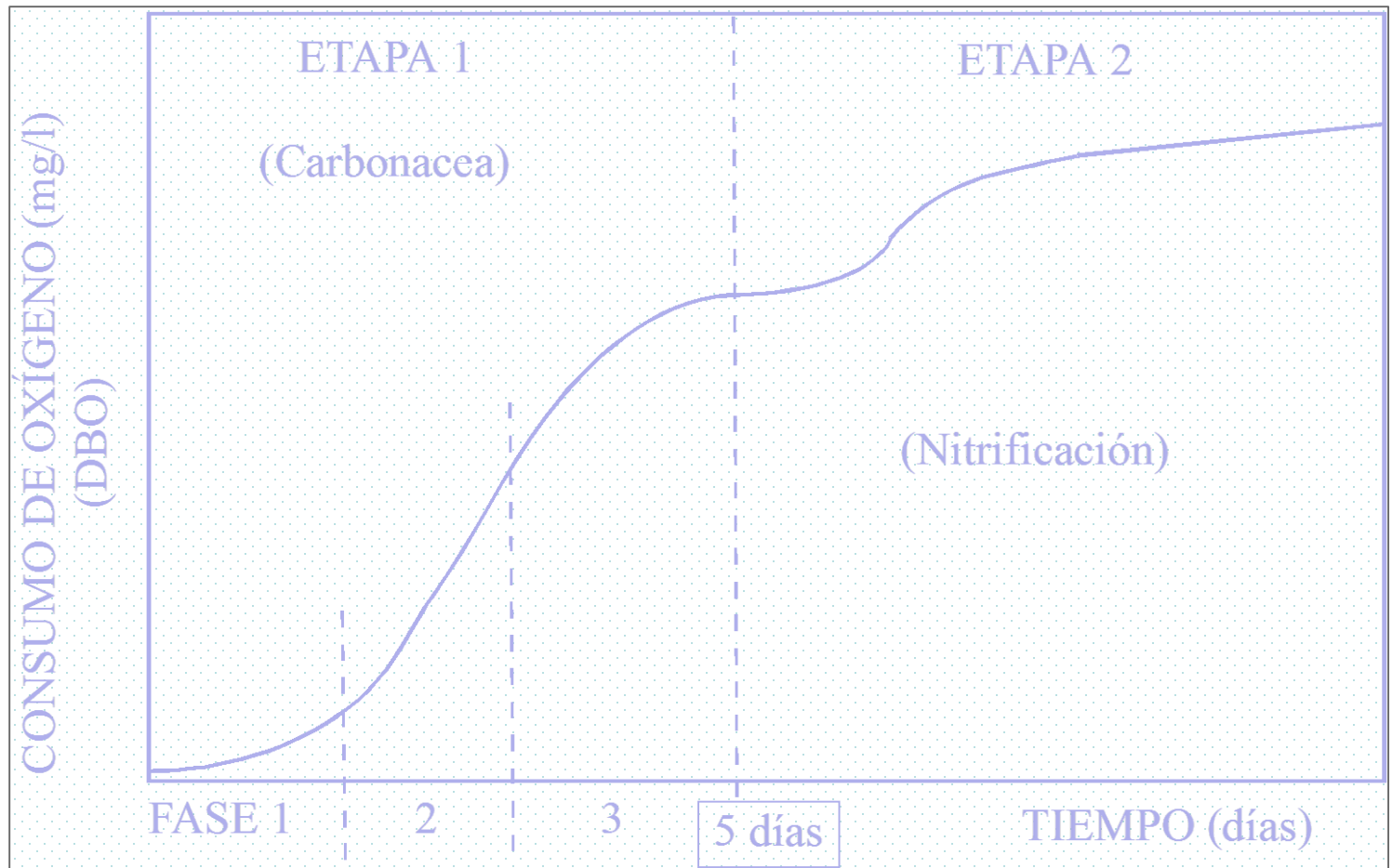
REPRESENTACION CLASICA

SUSTRATO + BACTERIAS + O₂ + FACTORES DE CRECIMIENTO

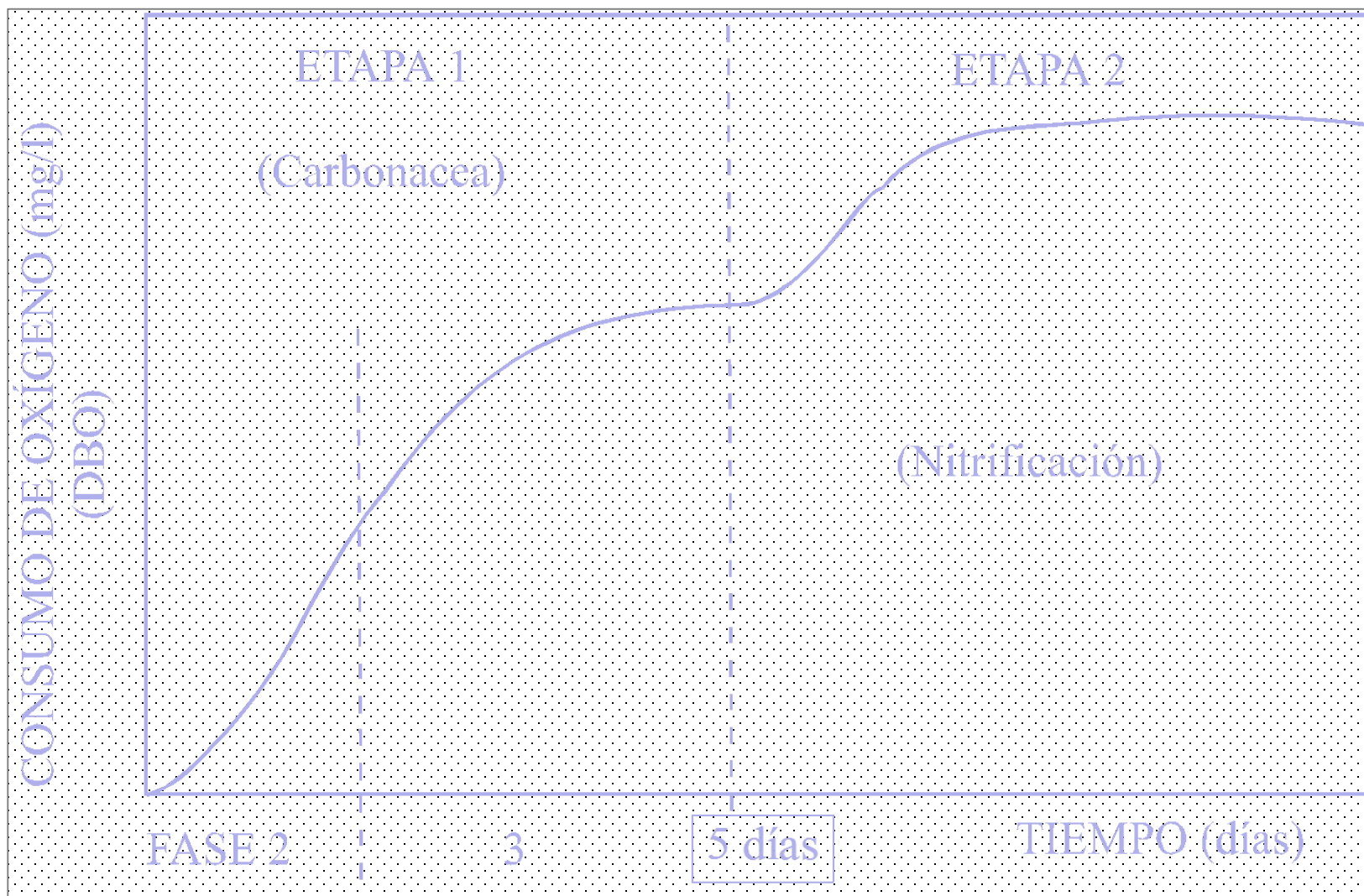


CO₂ + H₂O + BACTERIAS + ENERGIA

Curva de la DBO AR Industrial



Curva DBO AR Doméstica





- DBO_5 :MIDE LA CANTIDAD DE OXIGENO UTILIZADO PARA DESTRUIR SUSTRATOS CARBONACEOS. 70% OXIGENO TEORICO REQUERIDO.
- DBO_{20} :MIDE CONSUMO CARBONACEO + CONSUMO DEBIDO A LA OXIDACION N-NH_3 90% OXIGENO TEORICO REQUERIDO

Agua potable	0.75 a 1.5 ppm
Agua poco contaminada	5 a 50 ppm
Agua potable negra municipal	100 a 400 ppm
Residuos industriales	500 a 10000 ppm

Características de las muestras:

- Que las muestras estén exentas de algas o que si existen, estas no puedan prosperar.
- Que la incubación se efectúe a una temperatura determinada y constante, de 20 ± 1 °C.
- Que exista un tiempo de incubación definido, 5 días para DBO_5 y 7 días para DBO_7 .
- Que el oxígeno consumido al finalizar el tiempo de incubación, esté comprendido en el rango del 20 al 80%, con respecto al total de oxígeno disponible.





Así, la importancia de las pruebas de DBO radica en que permiten calcular o predecir, cuando menos aproximadamente, el efecto que causaría una determinada descarga de aguas residuales, sobre la concentración de oxígeno disuelto de un cuerpo de aguas receptor; dicho en otras palabras, las pruebas de DBO, permiten evaluar la capacidad de un cuerpo de aguas receptor, para asimilar un determinado tipo de descargas.



CONTROL DE LA DQO Y DBO

Debido que la DBO representa la cantidad de materia orgánica biodegradable y la DQO representa tanto la materia orgánica biodegradable como la no biodegradable. Es necesario, por tanto, controlar estos parámetros para asegurar una buena calidad de vertido.

Para reducir la DBO de un vertido lo más adecuado son los procesos biológicos dentro de los cuales nos encontramos con distintas alternativas:

- Los procesos aerobios se basan en microorganismos que en presencia de oxígeno transforman la materia orgánica en gases y en nueva materia celular que usan para su propio crecimiento y reproducción.
- Otro tipo de procesos a utilizar en la degradación de la materia orgánica son los procesos anaerobios, en este caso en ausencia total de oxígeno. Mediante estos tratamientos se obtienen gases que pueden ser aprovechados para uso energético como el metano.



- Mediante procesos de coagulación y floculación conseguimos desestabilizar las cargas orgánicas de la materia orgánica en suspensión a la vez que formamos pequeños flóculos de materia orgánica que son fácilmente filtrables o sedimentables
- Mediante procesos de coagulación y floculación conseguimos desestabilizar las cargas orgánicas de la materia orgánica en suspensión a la vez que formamos pequeños flóculos de materia orgánica que son fácilmente filtrables o sedimentables.
- Los reactores de aireación ayudan a conseguir una mejor oxidación como complemento de procesos de coagulación y floculación disminuyendo DQO en algunos casos.

- 
- El tratamiento con ozono es muy efectivo en la oxidación de materia orgánica. El ozono es una forma alotrópica de oxígeno que se distingue del oxígeno común en que la molécula está formada por tres átomos en vez de dos. Esto le confiere un poderoso poder oxidante por lo que resulta un tratamiento efectivo y eficaz para disminuir DQO y DBO.

La DBO real es menor a la teórica debido a la incorporación de algo de carbón en las nuevas células bacteriales.

Cuando la descomposición de los nutrientes de una muestra es tan completa como se pueda obtener aeróbicamente, el oxígeno disuelto así consumido es la DBO total o última.

Sin embargo, alguna materia orgánica puede quedar, la que no es afectada por procesos aeróbicos, pero que se descomponen anaeróbicamente como la celulosa.

La DBO de un agua residual en donde estén de por sí los microorganismos presentes en la muestra no requiere que se le siembre microorganismos y su cálculo se puede hacer a través de:

$$DBO = \frac{D1 - D2}{P}$$

D1 = oxígeno disuelto inicial de la muestra de agua residual, mg/l

D2 = oxígeno disuelto de la muestra de agua residual después de 5 días a 20 °C, mg/l

P = fracción residual decimal de la muestra de agua residual usada.

$$P = \frac{\text{Volumen de la muestra de agua residual (mL)}}{\text{Volumen del frasco para DBO (mL)}}$$

Si la prueba se realiza inoculando un cultivo microbiano:

$$DBO = \frac{(D1 - D2) - (B1 - B2)f}{P}$$

D1 = oxígeno disuelto de la muestra diluída inmediatamente después de la preparación en mg/l.

D2 = oxígeno disuelto después de 5 días de incubación, mg/l

P = fracción decimal volumétrica de la muestra usada.

B1 = oxígeno disuelto en el inóculo control antes de la incubación mg/l

B2 = oxígeno disuelto en el inóculo control después de la incubación, mg/l

f = proporción de inóculo en la muestra a inóculo en las botellas control o blanco.

$$f = \frac{\% \text{inoculación en D1}}{\% \text{inoculación en B1}}$$

Si las muestras en las cuales se va a determinar el DBO están lejos del laboratorio el oxígeno necesita ser fijado en ellas en el mismo sitio de determinación (se añade 1ml de MnSO₄ y 1ml de KI).

Preguntas y/o sugerencias

- ventas@hannacolombia.com
- Edwin.barrera@hannacolombia.com



Gracias