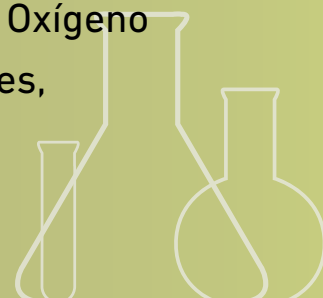


2007UY

Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en efluentes líquidos domésticos e industriales, aguas contaminadas y naturales.



Método respirométrico, sistema OXITOP®

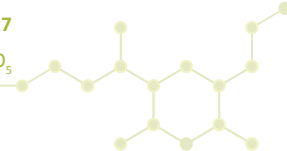
Elaborado - G. Pistone y M. Capandeguy

Modificado - No aplica

Revisado - G. Pistone, Jefe Sección Microbiología y Ecotoxicidad

Aprobado - N. Barboza, Director División Laboratorio Ambiental





1. APLICACIÓN

- 1.1. Esta normativa técnica se utiliza para la determinación de demanda bioquímica de oxígeno en efluentes líquidos y aguas naturales. El límite de detección es de 4,6 mg O₂/L y el límite de cuantificación es de 14 mg O₂/L.

2. REFERENCIAS

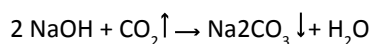
- 2.1. Manual de Calidad– Laboratorio Ambiental DINAMA
- 2.2. Manual de Gestión de Calidad– Laboratorio Ambiental DINAMA
- 2.3. Manual de Control de Calidad Analítico – Laboratorio Ambiental DINAMA
- 2.4. Carpeta de mantenimiento y control de equipos – Laboratorio Ambiental DINAMA
- 2.5. Instructivo de uso destilador Barnstead (INE 36)
- 2.6. Instructivo de uso desionizador Milli Q (INE 28)
- 2.7. Instructivo de uso balanza de resolución 0,01 g (INE 16A)
- 2.8. Instructivo de uso balanza de resolución 0,0001 g (INE 94)
- 2.9. Instructivo de uso EQUIPO OxiTop® OC110 (INE 96)
- 2.10. Registro de Preparación de Reactivos y Estándares (RPR 02)
- 2.11. Registro de Preparación de Soluciones Control (RPS 09)
- 2.12. Registro de control de equipo (RCE 37 y RCE 112)
- 2.13. Registro de patrones calibrados y equipos controlados (RGC 32)
- 2.14. Ruta de análisis (RFQ 32)

3. RESUMEN DEL MÉTODO

- 3.1. La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) corresponde a la cantidad de oxígeno (expresada en mg/L) consumido por los microorganismos para la degradación bioquímica de la materia orgánica contenida en la muestra, durante un intervalo de tiempo específico y a una temperatura determinada. La medida de la DBO es, desde hace mucho tiempo, el método básico para determinar el grado de contaminación orgánica del agua.

El método respirométrico es el que mejor simula las condiciones reales bajo las cuales ocurre un proceso de degradación. En este método se mide el consumo de oxígeno de forma directa y continua a lo largo del tiempo. Al obtener datos de DBO en el mismo momento en que el proceso está teniendo lugar es posible un entendimiento más profundo de lo que ocurre en la muestra. Esto permite, además, la identificación inmediata de cualquier irregularidad o interferencia.

En este método, las muestras o diluciones adecuadas de las mismas se colocan en una botella dejando una cámara de aire y se incuban a (20 ± 1) °C durante 5 días. Por medio de agitación, el oxígeno presente en la cámara de la botella se disuelve en el líquido. Los microorganismos consumen el oxígeno durante el proceso de degradación de la materia orgánica, produciendo dióxido de carbono y agua. El dióxido de carbono reacciona con las pastillas de hidróxido de sodio (ubicadas en el vaso de caucho en la parte superior de la botella) según la siguiente reacción:



De esta forma, el dióxido de carbono (gas) es transformado en carbonato de sodio, produciéndose así un vacío dentro de la botella debido al consumo de oxígeno. Esta diferencia de presión es medida directamente por el sensor electrónico de presión ubicado dentro de los cabezales de medición OxiTop-C y transformada en el correspondiente valor de DBO según la siguiente ecuación:

$$DBO = \frac{M(O_2)}{R \cdot T_m} \cdot \left(\frac{V_b - V_m}{V_m} + \frac{T_m}{T_0} \right) \cdot \Delta p(O_2)$$

donde:

M(O₂): corresponde al peso molecular del oxígeno (32000 mg/mol)

R: corresponde a la constante de los gases (83,144 L.hPa/(mol.K))

T₀: corresponde a la temperatura (273,15 K)

T_m: corresponde a la temperatura de medición (293,15 K)

V_b: corresponde a la capacidad de la botella (510 mL)

V_m: corresponde al volumen de la muestra

Δp(O₂): corresponde a la diferencia de presión que mide el sensor del cabezal

Es importante notar que este ensayo además de medir la degradación de materia orgánica (demanda carbonosa) también mide el oxígeno usado para oxidar material inorgánico como sulfuro e ión ferroso y formas reducidas de nitrógeno (demanda nitrogenada) a menos que esta oxidación sea prevenida por un inhibidor.

4. PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

4.1. Utilizar guantes y túnica para el tratamiento de las muestras y el uso del inóculo bacteriano.

5. INTERFERENCIAS

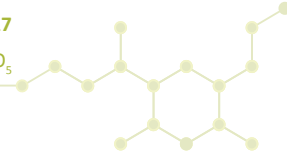
- 5.1. La producción de gases diferentes al CO₂ puede introducir errores en la medida de presión, disminuyendo la DBO. A su vez, sustancias que consumen oxígeno como compuestos de hierro II, sulfuro de hidrógeno o dióxido de azufre pueden aumentar la DBO.
- 5.2. La incompleta absorción de CO₂ puede introducir errores si la cantidad de NaOH absorbente no es suficiente.
- 5.3. Temperatura: el sistema OxiTop controla el inicio de la medición ya que tiene incluido un ajuste automático de la temperatura (función AutoTemp) que hace que la medición comience sólo cuando la temperatura se ha estabilizado en 20 °C. Esto lleva entre 1 y 3 horas. Por lo tanto, no es necesario termostatar las muestras exactamente a 20 °C para comenzar la medición. Sin embargo, para que esta función opere correctamente es necesario que la muestra se encuentre entre 15 °C y 21 °C.
- 5.4. Muestras que contienen cloro residual, metales tóxicos o compuestos orgánicos tóxicos no permiten el desarrollo de bacterias que degradan la materia orgánica, y por lo tanto afectan el valor de DBO.

6. MUESTREO Y PRESERVACIÓN DE LA MUESTRA

- 6.1. Recolectar la muestra en envases de plástico o vidrio de al menos 1 L de capacidad. Tomar la muestra y llenar el frasco evitando airear. Llenar el recipiente hasta el borde superior, sin cámara de aire.
- 6.2. Una vez colectada la muestra refrigerar a ≤ 6 °C (> 0 °C) y comenzar el análisis preferentemente antes de las 6 h. De no ser esto posible, refrigerar y comenzar el análisis como máximo dentro de las 24 horas de la toma de muestra.

7. INSTRUMENTAL Y MATERIALES

- 7.1. Incubadora controlada termostáticamente a (20 ± 1) °C.
- 7.2. Bandeja de agitación magnética IS6.
- 7.3. Botellas de medición color ámbar de 510 mL de capacidad con sus respectivos cabezales de medición OxiTop-C (Marca WTW).
- 7.4. Vasos de caucho que se ajustan al cuello de las botellas.
- 7.5. Barras magnéticas agitadoras.



- 7.6. Controlador OxiTop OC 110 (WTW) con su respectivo software (Achat OC).
- 7.7. Pipeta automática de volumen variable (rango de 1 mL a 10 mL y 200 µL a 1000 µL)
- 7.8. Probetas graduadas de 100 mL.
- 7.9. Balanza de resolución 0,01 g
- 7.10. Balanza de resolución 0,0001 g
- 7.11. Erlenmeyers de 500 mL.
- 7.12. Matraz aforado de 1000 mL.
- 7.13. pHímetro (analizador de iones Thermo Scientific Orion StarVersa o similar)

8. REACTIVOS

8.1. Agua desionizada (grado 2 según norma ISO 3696 en su versión vigente)

8.2. Reactivos:

- Absorbente de CO₂: pastillas de hidróxido de sodio (NHP 600, WTW)
- Fosfato de potasio monobásico (KH₂PO₄ Nro. CAS 7778-77-0)
- Fosfato de potasio dibásico (K₂HPO₄ Nro. CAS 7758-11-4)
- Fosfato de sodio dibásico heptahidratado (Na₂HPO₄·7H₂O Nro. CAS 7782-85-6)
- Cloruro de amonio (NH₄Cl Nro. CAS 12125-02-9)
- Cloruro de calcio (CaCl₂ Nro. CAS 10043-52-4)
- Sulfato de magnesio heptahidratado (MgSO₄·7H₂O Nro. CAS 10034-99-8)
- Cloruro férrico hexahidratado [(FeCl₃)·6H₂O Nro. CAS 7705-08-0]
- Ácido sulfúrico o ácido clorhídrico concentrado (H₂SO₄ Nro. CAS 7664-93-9 o HCl Nro. CAS 7647-01-0)
- Hidróxido de sodio (NaOH Nro. CAS 1310-73-2)
- D (+) glucosa anhidra (C₆H₁₂O₆ Nro. CAS 50-99-7)
- Ácido glutámico (C₅H₉NO₄ Nro. CAS 56-86-0)
- Inóculo Polyseed® (o similar)
- Sulfito de sodio (Na₂SO₃ Nro. CAS 7757-83-7)
- Almidón soluble [(C₆H₁₀O₅)_n Nro. CAS. 9005-25-8]
- Yoduro de potasio (KI Nro. CAS 7681-11-0)
- Ácido acético (C₂H₄O₂ Nro. CAS 64-19-7)

Nota 1: Salvo que se especifique, se debe emplear reactivos para análisis (PA), que son aquellos cuyo contenido en impurezas no rebasa el número mínimo de sustancias determinables por el método que se utilice.

8.3. Soluciones para ajuste de pH

- a) Solución ácida (H₂SO₄ o HCl, 1 N): diluir 28 mL de H₂SO₄ (concentrado) lentamente con agua destilada a 1 L, enfriando en baño de agua ó diluir 83 mL de HCl (concentrado) en aproximadamente 700 mL de agua y diluir a 1 L.
- b) Solución alcalina (NaOH, 1 N): disolver 40 g de NaOH en agua destilada y diluir a 1 L.

Nota 2: La cantidad de reactivo adicionado para la neutralización, no debe superar el 0,5 % del volumen a neutralizar. Si no se logra esto con las soluciones anteriores, realizarlos con otras más concentradas.

8.4. Soluciones de nutrientes

Almacenar refrigerada a ≤ 6 °C (> 0°C) hasta un máximo de 6 meses en botellas de vidrio ámbar. Descartar en caso de apreciable crecimiento biológico o precipitación.

- a) Solución buffer fosfato pH 7,2: disolver 4,25 g de fosfato de potasio monobásico (KH₂PO₄), 10,88 g de fosfato de potasio dibásico (K₂HPO₄), 16,7 g de fosfato de sodio dibásico heptahidratado (Na₂HPO₄·7H₂O) y 0,85 g de cloruro de amonio (NH₄Cl) en 250 mL de agua desionizada y diluir a 500 mL. El pH debe ser 7,2 sin ajustar. De lo contrario pesar 21,25 g de KH₂PO₄ y 0,85 g de NH₄Cl y agregar 350 mL de agua desionizada. Ajustar pH a 7,2 con NaOH. Completar a 500 mL con agua desionizada.

- b) Solución de sulfato de magnesio: disolver 11,25 g de sulfato de magnesio ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) en agua desionizada y diluir a 500 mL.
- c) Solución de cloruro de calcio: disolver 13,75 g de cloruro de calcio (CaCl_2) en agua desionizada y diluir a 500 mL.
- d) Solución de cloruro férrico hexahidratado: disolver 0,13 g de cloruro férrico ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) y diluir a 500 mL con agua desionizada.

Registrar en el envase la fecha de preparación de los reactivos y en el RPR correspondiente.

8.5. Inóculo

Inóculo bacteriano comercial (Polyseed[®] o similar): suspender el contenido de una cápsula de Polyseed en un Erlenmeyer con 500 mL de agua desionizada conteniendo 0,5 mL de cada una de las soluciones de nutrientes descritas en el punto 8.4. Agitar durante al menos 1 hora. Dejar decantar el sobrenadante (aserrín que actúa como carrier para los microorganismos) y transvasar la solución a un Erlenmeyer de 500 mL. La toma para inocular las botellas de DBO debe realizarse manteniendo agitación continua.

8.6. Solución ácido glutámico- glucosa

Secar la glucosa y el ácido glutámico de grado reactivo a 103 °C por 1 hora. Pesar 150,0 mg de glucosa y 150,0 mg de ácido glutámico en un matraz aforado de un litro. Completar con agua de dilución. De preferencia preparar cada día de análisis. De lo contrario almacenar refrigerada por no más de 24 horas. Dejar registro en el RPS correspondiente.

Nota 3: La glucosa y el ácido glutámico pueden tardar algún tiempo en disolverse y esto puede acelerarse calentando suavemente o sonicando la solución.

8.7. Reactivos para muestras cloradas

- a) Solución de sulfito de sodio 0,025 N: disolver 0,1575 g de sulfito de sodio (Na_2SO_3) en 100 mL de agua destilada. Esta solución no es estable. Prepararla en forma diaria.
- b) Solución de yoduro de potasio: disolver 10 g de yoduro de potasio (KI) en 100 mL de agua destilada.
- c) Solución indicadora de almidón: a 5 g de almidón se agrega un poco de agua fría y se tritura en un mortero hasta obtener una pasta fina. Se agrega 1 L de agua destilada hirviendo, se agita bien y se deja en reposo durante una noche. Utilizar el sobrenadante transparente, conservar con 1,25 g de ácido salicílico ($\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$ Nro. CAS 69-72-7), o 4 g de cloruro de zinc (ZnCl_2 Nro. CAS 7646-85-7) o una combinación de 4 g de propionato de sodio ($\text{C}_3\text{H}_5\text{NaO}_2$ Nro. CAS 137-40-6) y 2 g de azida de sodio (NaN_3 Nro. CAS 26628-22-8) por litro de solución de almidón. Mantener a 4 °C.
- d) Solución de ácido acético 1+1, o de ácido sulfúrico 1+50

9. PRECAUCIONES PARA LA OPERACIÓN

9.1. No aplica.

10. CALIBRACIÓN DEL MÉTODO

10.1. No aplica.

11. ANÁLISIS DE LA MUESTRA

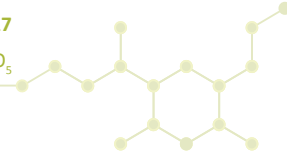
Operaciones previas

11.1. Ajuste de pH de la muestra (si corresponde):

Si el pH de la muestra se encuentra fuera del rango 6,0 - 9,0; neutralizar la fracción de la muestra a incubar empleando H_2SO_4 1 N (o HCl 1 N) o NaOH 1 N (ver punto 8.3) de forma que su pH final se encuentre dentro de dicho rango. Dejar registro en la ruta de análisis que se realizó corrección de pH. La cantidad de reactivo agregado no debe diluir la muestra en más de 0,5 %.

11.2. Neutralización del cloro residual (si corresponde):

Para muestras cloradas se debe neutralizar el cloro previamente a la inoculación de la muestra. El registro de la existencia original de cloro en la muestra se encuentra establecido en la ficha de ingreso correspondiente. Las muestras que contienen cloro residual se deben dejar por una o dos horas a la luz para disiparlo. En las



que persiste, proceder como sigue:

- Tomar 100 mL de la muestra a analizar en un Erlenmeyer de 250 mL.
- Adicionar 1,0 mL de ácido acético 1+1, o 1,0 mL de ácido sulfúrico 1 + 50.
- Adicionar 1,0 mL de solución de KI
- Titular con solución de Na₂SO₃ hasta que casi desaparezca el color amarillo de la solución. Añadir a continuación 1 mL de solución de almidón y continuar la titulación hasta su punto final, indicado por la desaparición del color azul.
- Tomar Gasto Total.
- Al poner la porción de la muestra a analizar en la botella de medición, adicionar a la misma la cantidad de Na₂SO₃ necesaria para neutralizar el cloro residual, de acuerdo a la valoración arriba descripta. Para lograr esto, prepararla en un matraz y luego repartir en las botellas de DBO. El volumen a adicionar de solución de Na₂SO₃ se calcula de la siguiente manera:

$$V_{Na_2SO_3} = (G_{Na_2SO_3} \times V_{muestra}) / 100$$

Nota 4: el agregado de exceso de solución de Na₂SO₃ produce consumo de oxígeno, por lo tanto debe ser agregado solamente en la cantidad necesaria.

Determinación de DBO₅ en aguas naturales.

11.3. En este tipo de aguas no es necesario el agregado externo de microorganismos.

Se excluyen de este procedimiento aquellas muestras cuyo pH esté fuera del rango 6-9 porque en ese caso es muy probable que la actividad microbiana se encuentre alterada, lo que arrojaría resultados falsos. Por lo tanto estas muestras deben ser tratadas como efluentes líquidos (ver 10.4).

Usar el valor de DQO para estimar el valor de la DBO y en función de esto seleccionar el rango y el volumen adecuado como se muestra en la **Tabla 1**. Si no se conoce la relación entre la DQO y la DBO asumir que la DBO es aproximadamente 3 veces menor que la DQO.

- Homogeneizar la muestra y colocar el volumen adecuado (por peso) directamente en la botella de medición color ámbar de 510 mL. Agregar 1 mL de cada uno de los cuatro nutrientes.
- Insertar una barra magnética en cada botella.
- Termostatar la muestra entre 15 °C y 21 °C.
- Usando pinzas colocar dos pastillas de hidróxido de sodio en el vaso de caucho e insertar éste en el cuello de la botella. Los vasos de caucho también cumplen la función de asegurar un cierre hermético con los cabezales.
- Cerrar herméticamente la botella con los cabezales de medición OxiTop-C.
- Comenzar la medición con el controlador OxiTop OC 110 (ver INE 96).
- Colocar las botellas de medición en la plataforma de agitación dentro de la incubadora.
- Enchufar el motor de la plataforma una vez que todas las botellas hayan sido colocadas.
- Incubar las muestras por 5 días a (20 ± 1) °C.
- Incubar junto con las muestras, los controles de calidad correspondientes (ver cap. 12)
- Luego de 5 días leer los valores de DBO (se obtienen directamente del controlador en mg O₂/L). No es necesario ningún cálculo posterior (ver 11.1)

Tabla 1

DBO estimada (mg/L)	Volumen de muestra (mL)	Volumen total de nutrientes (mL)*	Volumen final de la botella (mL)
0-40	428	4	432
0-80	361	4	365

*Se agrega 1 mL de cada uno de los nutrientes (ver 8.4)

Determinación de DBO₅ en efluentes líquidos.

11.4. Para poder medir la DBO en este tipo de muestras se les debe agregar nutrientes y microorganismos.

Usar el valor de DQO para estimar el valor de la DBO y en función de esto seleccionar el rango y el volumen adecuado como se muestra en la **Tabla 2**. Si no se conoce la relación entre la DQO y la DBO asumir que la DBO es aproximadamente 3 veces menor que la DQO. Si el valor estimado de DBO es mayor a 800 mg O₂/L, se realiza una dilución primaria, 1:10 (por peso), en un matraz aparte, y se toma una porción adecuada de dicha dilución. Dejar registro en la ruta de análisis.

- Homogeneizar la muestra y colocar el volumen elegido (por peso) directamente en la botella de medición color ámbar de 510 mL. Agregar 10 mL del inóculo bacteriano y 1 mL de cada uno de los cuatro nutrientes.
- Insertar una pastilla magnética a cada botella.
- Termostatar la muestra entre 15 °C y 21 °C.
- Con la ayuda de unas pinzas insertar dos pastillas de hidróxido de sodio en los vasos de caucho y colocar éstos en el cuello de la botella. Los vasos de caucho también cumplen la función de asegurar un cierre hermético con los cabezales.
- Cerrar las botellas fuertemente con los cabezales de medición OxiTop.
- Comenzar la medición con el controlador OxiTop OC 110 (ver INE 96).
- Colocar las botellas de medición en la plataforma de agitación dentro de la incubadora.
- Enchufar el motor de la plataforma una vez que todas las botellas hayan sido colocadas.
- Incubar las muestras por 5 días a (20 ± 1) °C.
- Junto con las muestras incubar los controles de calidad correspondientes (ver cap. 12)
- Luego de 5 días leer los valores de DBO (se obtienen directamente del controlador en mg O₂/L) y realizar los cálculos correspondientes (ver 11.2).

Tabla 2

DBO estimada (mg/L)	Volumen de muestra (mL)	Volumen de inóculo (mL)	Volumen total de nutrientes (mL)*	Volumen final de la botella (mL)
0-40	418	10	4	432
0-400	150	10	4	164
0-800	83	10	4	97

*Se agrega 1 mL de cada uno de los nutrientes (ver 8.4)

12. ANALISIS DE DATOS

12.1. Aguas naturales

En este caso la medida de DBO es la que se lee directamente del controlador OxiTop OC 110 en mg/L. No es necesario restarle el valor del control de siembra (ver capítulo 12) ni corregir por un factor de dilución ya que la muestra no fue inoculada ni diluida.

12.2. Efluentes líquidos

En el caso de los efluentes industriales, la DBO₅ de la muestra se calcula como:

$$DBO_5 = \left[(DBO_5 \text{ muestra} - \frac{DBO_5 \text{ siembra} \times \text{Vol siembra}}{\text{Vol control de siembra}}) \times \frac{\text{Vol final}}{\text{Vol muestra}} \right] \times \text{FD} \quad \text{Fórmula 1}$$

donde:

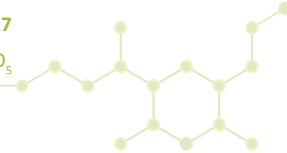
DBO₅: muestra corresponde al valor de DBO leído directamente del controlador en mg O₂/L al día 5.

DBO₅: siembra corresponde al valor de DBO del control de siembra leído directamente del controlador.

Vol: siembra corresponde al volumen de siembra agregado en la botella donde se incuba la muestra (10 mL)

Vol: control siembra corresponde al Volumen de siembra utilizado en el control de siembra (160 mL)

Vol: final corresponde al Volumen total de la botella donde se incuba la muestra.



Vol: muestra corresponde al Volumen de la muestra incubado en la botella

FD: en caso de realizar una dilución primaria se debe multiplicar por este factor (ej. dilución 10 en 100,

FD = 100/10 = 10)

13. CONTROL DE CALIDAD ANALITICO

13.1. Control de siembra: Este control se realiza para calcular la DBO del inóculo bacteriano. Este valor debe ser restado al valor de DBO de las muestras de efluentes líquidos y de la solución control de ácido glutámico-glucosa.

Colocar 160 mL de la suspensión Polyseed en una botella de medición y 1 mL de cada una de las cuatro soluciones de nutrientes

Comenzar la medición con el controlador OxiTop OC110, especificando el rango de medición de 0-400 ya que el volumen final de la botella es de 164 mL.

13.2. Control ácido glutámico - glucosa: Este control permite verificar la efectividad de los microorganismos y del sistema de medición, por lo que debe hacerse de rutina cada vez que se incuben muestras.

Preparar la solución como se indica en el punto 8.6. Transferir 150 mL de esta solución a una botella de medición y agregar 10 mL de la suspensión de microorganismos Polyseed y 1 mL de cada una de las cuatro soluciones de nutrientes (el volumen final de la botella debe ser 164 mL).

Comenzar la medición con el controlador OxiTop OC110, especificando un rango de medición de 0-400 ya que el volumen final de la botella es de 164 mL.

Leer el valor de DBO₅ en mg O₂/L directamente del controlador. Realizar los siguientes cálculos para corregir este valor por la dilución efectuada y por el consumo de oxígeno del control de siembra:

$$DBO_5 = (DBO_5 \text{ GGA} - \frac{DBO_5 \text{ siembra} \times \text{Vol siembra}}{\text{Vol control de siembra}}) \times \frac{\text{Vol final}}{\text{Vol GGA}} \quad \text{Fórmula 2}$$

donde:

DBO₅ GGA: corresponde al valor de DBO de la solución control de ácido glutámico-glucosa leído directamente del controlador en mg O₂/L al día 5.

DBO₅: Siembra corresponde al valor de DBO del control de siembra leído directamente del controlador en mg O₂/L al día 5

Vol siembra: corresponde al volumen de siembra agregado en la botella donde se incubó la muestra (10 mL)

Vol. control siembra: corresponde al volumen de siembra utilizado en el control de siembra (160 mL)

Vol. final: corresponde al volumen total de la botella donde se incubó la muestra (164 mL)

Vol. GGA: corresponde al volumen de GGA utilizado para este control (150 mL)

El valor final de la solución control GGA debe ser de (198 ± 30,5) mg O₂/L para poder considerar la performance biológica y el funcionamiento del sistema aceptable. Se debe llevar registro en gráfico de control correspondiente.

14. BIBLIOGRAFIA

14.1. System OxiTop Control®, Manual de Operación.

14.2. Determination of Biochemical Oxygen Demand (BOD), WTW. (páginas 4-37)

14.3. "Supervision of BOD measuring systems according to DIN/ISO 9000 and GLP" WTW Application Report 2010

14.4. "Respirometric BOD5 determination of domestic waste water" WTW Application Report 2010

14.5. "Respirometric BOD5 determination of waste water polluted with organic or inorganic toxins or inhibitors" WTW Application Report 2010

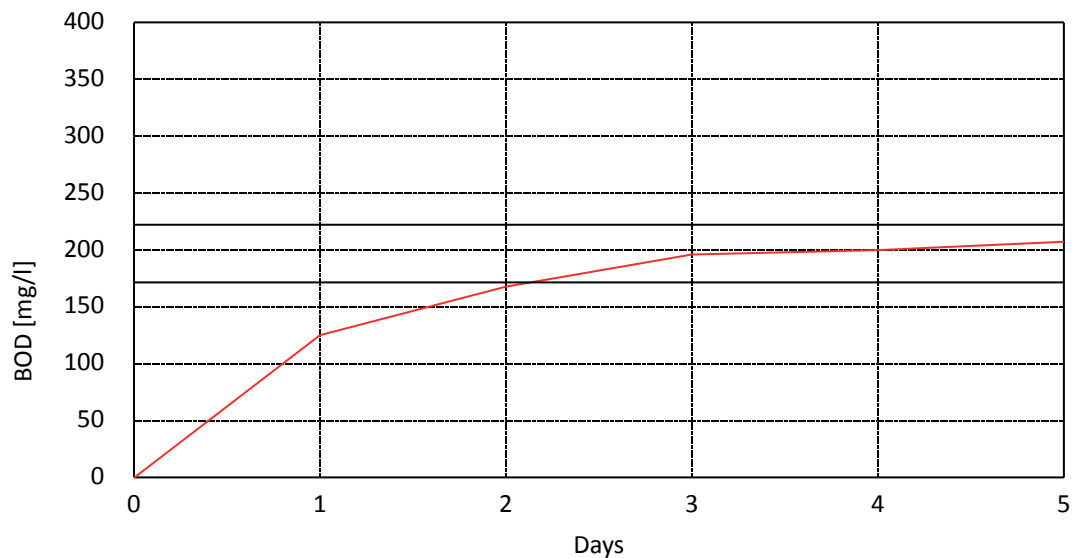
14.6. Instrucciones de uso inóculo bacteriano Polyseed o similar.

ANEXO I

Interpretación de gráficos

Curva Ideal

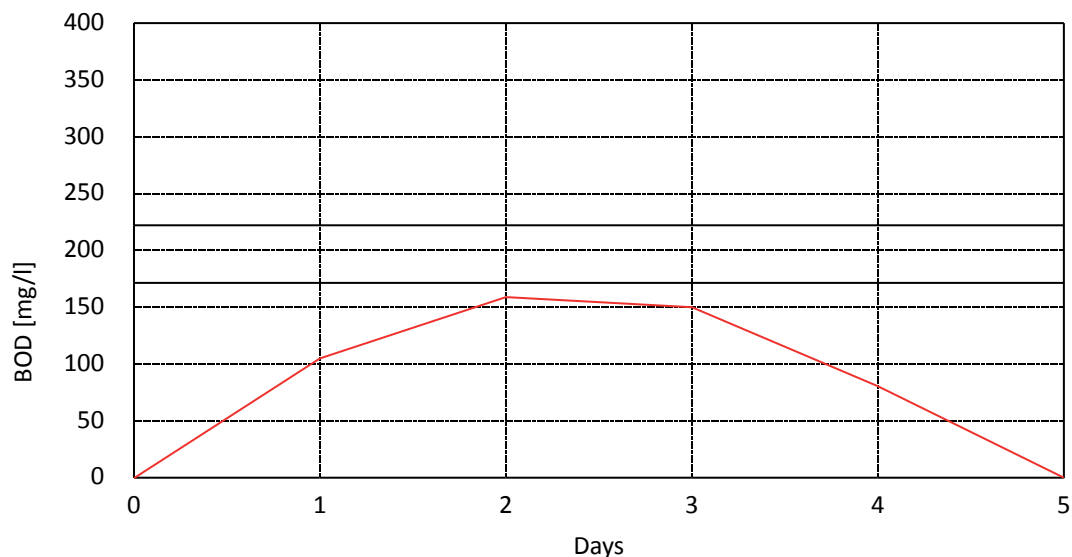
Graphic evaluation as BOD-Chart



En esta gráfica se muestra la curva ideal para la medida de DBO (ejemplo dado para la solución control de ácido glutámico-glucosa).

Sistema con fugas

Leaking measuring system



El sistema presenta fugas. Reemplazar el vaso de caucho o los cabezales de medición. También puede ser que no se haya colocado la cantidad suficiente de pastillas de hidróxido de sodio.