

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

REPORTE DE EVALUACIÓN DE INFORME TECNICO

Fondo:	I0003- Fondo SEP - CONACYT
Solicitud:	000000000080227- ESTUDIO DEL EFECTO SINÉRGICO D
Etapas:	001
Título:	ESTUDIO DEL EFECTO SINÉRGICO DE LA APLICACIÓN DE VARIABLES ELÉCTRICAS EN LA ACTIVIDAD DE MICROORGANISMOS, EN LA BIODEGRADACIÓN DE COLORANTES AZOICOS.
Usuario:	X_lgonzalez37804
Nombre:	Linda Gonzalez Gutierrez
formato:	INF_FINAL_CB- INFORME FINAL CIENCIA BASICA
Fecha:	de de
Estado del Documento:	En Proceso
Sección:	IFINAL_CB
Pregunta:	Capture aquí el resumen de este informe
	<p>Los colorantes azo (R-N=N-R) son ampliamente usados en la industria textil, farmacéutica y alimenticia, con una producción mundial de más de un millón de toneladas por año; cerca del 40% de esta cantidad termina como agua residual, encontrándose concentraciones alrededor de 300 mg/L (Mezohegyi y col, 2007). Estos compuestos generan problemas estéticos y debido a que son visibles en concentraciones bajas (1 mg/L), además al romperse el enlace azo son tóxicos a la vida acuática y mutagénicos en los humanos (Mondal, 2008). Este grupo al ser deficiente en electrones, tiende a reducirse. Las alternativas electroquímicas para llevar a cabo la degradación del colorante por reducción directa han demostrado una eficiencia del 60 al 80%. Sin embargo, el consumo energético para este proceso es muy alto (550-1100 Ah m⁻³) (Bechtold y Turcanu, 2004). En contraparte, el empleo de métodos microbiológicos para la degradación de colorantes azo, ha permitido realizar remociones entre 72% al 100%, en concentraciones de 100 a 1500 ppm (Tan, 1999; O'Neill y col, 1999; O'Neill y col, 2000), considerando un menor gasto energético. Específicamente, la reacción de biodegradación es más eficiente utilizando condiciones anaerobias, debido a que estos colorantes son utilizados como aceptores de electrones en el medio. Los mecanismos involucrados consideran procesos de reducción no específicos de transportadores de electrones procedentes de las rutas metabólicas celulares, que son acelerados por la presencia de mediadores redox externos (Pinheiro, 2004). En este sentido se han utilizado mediadores redox como la sal sódica del ácido 2,6-disulfónico de la 9,10-antraquinona, AQDS, entre otros, debido a que la reducción de este compuesto ocurre en potenciales redox entre las dos reacciones requeridas para llevar a cabo la degradación: la reducción del grupo azo y la oxidación del donador primario de electrones (Van der Zee y col, 2003). Otro mediador empleado es el carbón activado, debido a que en su estructura contiene diferentes grupos funcionales reducibles, actuando como aceptor final de electrones en la oxidación de sustratos orgánicos (Mondal, 2008). Un aspecto a considerar durante la remediación de aguas conteniendo grupos azo es que los productos de la reducción de dichos grupos, pueden ser aún más tóxicos que el compuesto original acumulándose en condiciones anaerobias, como aminas alifáticas o aromáticas (Brown y Hamburger, 1987; Field y col, 1995). Estos productos pueden ser degradados en un sistema aerobio; por ejemplo, algunas de ellas son autooxidadas en presencia de oxígeno (Sponza e Isik, 2004). Por lo tanto, la degradación completa de los compuestos que tienen un grupo azo requiere el uso de procesos consecutivos anaerobios-aerobios (Kuroda y Watanabe, 1996; Kandelbauer y Guebitz, 2005; Zahng y col, 2005). Los colorantes de tipo reactivo, como el</p>

Respuesta:

rojo reactivo 272, se degradan con mayor dificultad debido a que su estructura molecular está compuesta por anillos poliaromáticos y triazinas, que son compuestos muy estables, además contienen grupos sulfonados que los hacen muy solubles en agua. Estos compuestos se decoloran al romperse los enlaces azo (N=N) que es el grupo cromóforo; al llevarse a cabo la decoloración, se forma como primer paso, aminas aromáticas que son tóxicas, por lo tanto se debe tener cuidado del grado de degradación que se alcance en el proceso. Una alternativa para evitar el uso de cosustratos en estos bioprocesos considera la capacidad que tienen algunos microorganismos para aceptar electrones procedentes de un proceso electroquímico, lo que ha sido de utilidad para lograr la reducción de compuestos tanto orgánicos como inorgánicos (Strycharz y col, 2008). La estimulación eléctrica consiste en la aplicación de un campo eléctrico de baja intensidad a un sistema biológico de tal manera que ayude a ser más eficiente el bioproceso. Sin embargo, no se ha estudiado este efecto en biorreactores para tratar agua residual compleja como la proveniente de la industria textil, petroquímica y farmacéutica, donde se presentan cinéticas de biodegradación lentas. Una opción para el diseño de un proceso bioelectroquímico consiste en soportar estos microorganismos en la superficie del electrodo, y /o mantener una densidad de microorganismos en el medio del reactor, además de los que se depositen en la superficie del electrodo al momento de aplicar corriente al medio, dado que estos son partículas cargadas. Debido a ello, se propuso estudiar el efecto de la aplicación de un campo eléctrico de baja intensidad, aplicando corrientes bajas y voltajes alrededor de 1V/L (volt/litro) a un sistema biológico para degradar colorantes azo, compuesto de un consorcio de microorganismos adaptados, libres y fijos sobre carbón activado. Se analizó el efecto de la cinética y el medio de reacción variando la intensidad de la corriente para determinar así las condiciones óptimas en la biodegradación de los colorantes sin inhibir a los microorganismos en el sistema. La aplicación del campo eléctrico puede contribuir a eliminar la fuente de carbono simple como: dextrosa, glucosa, etc, si se logra la interacción entre los electrodos y los microorganismos, y estos últimos utilizan la superficie del electrodo como donador de electrones, con lo que se disminuiría el tiempo de residencia. También se permitiría la reducción de la toxicidad del efluente, al generar en el ánodo las condiciones para la degradación de los compuestos de la reducción del colorante, permitiendo así la oxidación de los productos de la reducción. Así mismo, en este trabajo se presentan algunos resultados útiles en el diseño de un bioelectro- reactor para la degradación del colorante Rojo Reactivo 272, utilizando carbón activado como soporte de microorganismos y mediador redox. El estudio de los factores individuales realizado en este trabajo, permitió establecer las condiciones para el diseño de un sistema de biodegradación del colorante azo estimulado electroquímicamente. En las pruebas de adaptación del consorcio microbiano, se logró la obtención de microorganismos capaces de resistir la aplicación de la corriente eléctrica tanto cerca de los electrodos, como en la solución de trabajo. Se obtuvo estabilidad en la formación de colonias durante todo el tiempo de operación, el cual fue de 5 h como máximo. Este es un resultado favorable ya que permite la recuperación de los microorganismos para su uso posterior en el bio-electro-reactor. En la operación del bio-electro-reactor por lote se observó una mayor remoción tanto de colorante como de DQO al tener un empaque de carbón activado, aunque no fue posible observar un efecto en la degradación al aumentar la corriente, lo cual era un efecto esperado; esto puede ser explicado debido a la configuración del reactor y la forma de los electrodos, además de la oxidación de los ánodos de titanio, debido a este proceso se liberaron compuestos en la solución, lo que incrementó los valores de DQO. Al utilizar el carbón activado como empaque del bioelectro- reactor, este ayudó a amortiguar el pH en las diferentes zonas; al igual que con el potencial de circuito abierto, este último incremento al aumentar la intensidad de corriente, un efecto no observado en el reactor sin empaque. El carbón activado muestra una mayor afinidad y capacidad de adsorción hacia el colorante en un pH de 5, la capacidad de adsorción del carbón activado es muy grande debido a su afinidad hacia el colorante, lo cual puede ser explicado con el ajuste tipo Freundlich, el que representa un modelo de adsorción multicapa. El carbón activado también presenta una respuesta electroquímica al estar en contacto con soluciones de colorante, esta respuesta pudo ser monitoreada utilizando la técnica de cronopotenciometría y mediante la construcción de electrodos de pasta de carbono, el proceso de adsorción fue seguido ya que se manifestaba con un cambio en el potencial durante la prueba. El reactor de placas paralelas en las condiciones de operación: corriente aplicada 5 mA, área de electrodo de 25 cm² y una separación entre las placas de 2.2 cm, mostró un campo eléctrico uniforme tanto en los electrodos como en la solución al realizar la simulación; en la operación el potencial se mantuvo constante al monitorear cerca del cátodo, además de lograr la recuperación en los electrodos de microorganismos viables.

Para empezar, debo explicar que el retraso del envío de este reporte se debe a una confusión ya que yo ya había enviado el reporte en el entendimiento que era el informe

observaciones:	<p>final, ya que el presente proyecto fue solo de una etapa, fue apoyado por un solo periodo con un monto reducido. De la tesis de maestria presentada no me fue posible adjuntarla (por su tamaño) y todavía no ha salido el certificado. En el periodo único de ejecución del proyecto se alcanzaron los resultados del estudio en lote de la biodegradación estimulada por corriente eléctrica de colorantes azo, específicamente, del rojo reactivo 272 que es el colorante modelo. Se presentan los resultados siguientes: ¿ El estudio de la cinética de degradación del colorante por microorganismos, en su periodo de adaptación, sin estimulación. Con esto se comprueba la capacidad de los microorganismos para decolorar por si mismos usando como glucosa y extracto de levadura como sustrato primario y nutriente. ¿ Se estudió la aplicación de corriente eléctrica a un biorreactor por lote, agitado, con y sin carbón activado como soporte de microorganismos y como mediador redox. Se obtuvieron los resultados del efecto de la aplicación de corriente en el ambiente del reactor: pH, potencial redox, crecimiento de microorganismos y remoción de color y DQO. En este se observó que el carbón activado amortiguaba el pH y potencial redox, y se incrementaba la remoción de color y pH, comprobando así su efecto como mediador redox. ¿ Se obtuvieron isotermas de adsorción y se realizó un estudio electroquímico por cronopotenciometria, para estudiar el efecto adsorptivo y mediador del carbón activado; este estudio se realizó mediante electrodos de pasta de carbono, utilizando el mismo carbón activado del estudio. Además se midieron los sitios ácidos y básicos para conocer el tipo de sitios en el carbón y se determinó que se trataba de un carbón tipo básico. ¿ Se estudió el cambio de conductividad al tener solución de colorante con carbón activado, ya que ambos afectan la conductividad del agua y al mezclarlos se observa una reducción debido a la adsorción de colorante y posteriormente aumenta hasta llegar a un equilibrio. ¿ Se estudio el efecto de la corriente sobre los microorganismos adaptados, su crecimiento y viabilidad al aplicar corriente y potencial controlado sobre un reactor de placas paralelas. Los microorganismos crecen sobre las placas de forma proporcional a la corriente o potencial aplicado, en forma de cúmulos y orientados hacia la entrada de la corriente. ¿ Se analizó la distribución de la corriente sobre el reactor por lote de placas paralelas mediante simulación utilizando COMSOL. Mediante esta simulación se puede observar como varían las líneas del campo eléctrico y como al aumentar la corriente aplicada el campo es menos uniforme y la intensidad aumenta por zonas, lo que puede llevar a la corrosión de los electrodos y al cambio en las condiciones de pH en el reactor.</p>
Pregunta:	Cuantitativamente, señale cuáles fueron los productos generados (Libros, Capítulos de Libro, Artículos, Tesis, etc.).
Respuesta:	<p>Los resultados del proyecto se presentaron en dos congresos nacionales: ¿ A.I. Cárdenas, L.V. González-Gutiérrez. "Application of an electric field in the anaerobic biodegradation of a reactive azo dye", IWA-Young Water Mexico Professional Conference 2010. Abril 12-14, Querétaro, México. ¿ A.I. Cárdenas Robles, C. Frontana*, L. V. González-Gutiérrez*, Optimización de las Condiciones Químicas para la Construcción de un Sistema de Biotratamiento de Colorantes asistido Electroquímicamente. XXV Congreso de la Sociedad Mexicana de ElectroQuímica, Zacatecas, México, 31 de Mayo-4 de Junio, 2010. Se realizó y concluyo una tesis de maestria por la alumna Arely Iraís Cárdenas Robles en el programa de maestría en Ingeniería Ambiental del Posgrado Interinstitucional de Ciencia y Tecnología (PICYT), con el título: Aplicación de un campo eléctrico en la biodegradación anaerobia de colorantes azo</p>
observaciones:	<p>Para empezar, debo explicar que el retraso del envío de este reporte se debe a una confusión ya que yo ya había enviado el reporte en el entendimiento que era el informe final, ya que el presente proyecto fue solo de una etapa, fue apoyado por un solo periodo con un monto reducido. De la tesis de maestria presentada no me fue posible adjuntarla (por su tamaño) y todavía no ha salido el certificado. En el periodo único de ejecución del proyecto se alcanzaron los resultados del estudio en lote de la biodegradación estimulada por corriente eléctrica de colorantes azo, específicamente, del rojo reactivo 272 que es el colorante modelo. Se presentan los resultados siguientes: ¿ El estudio de la cinética de degradación del colorante por microorganismos, en su periodo de adaptación, sin estimulación. Con esto se comprueba la capacidad de los microorganismos para decolorar por si mismos usando como glucosa y extracto de levadura como sustrato primario y nutriente. ¿ Se estudió la aplicación de corriente eléctrica a un biorreactor por lote, agitado, con y sin carbón activado como soporte de microorganismos y como mediador redox. Se obtuvieron los resultados del efecto de la aplicación de corriente en el ambiente del reactor: pH, potencial redox, crecimiento de microorganismos y remoción de color y DQO. En este se observó que el carbón activado amortiguaba el pH y potencial redox, y se incrementaba la remoción de color y pH, comprobando así su efecto como mediador redox. ¿ Se obtuvieron isotermas de adsorción y se realizó un estudio electroquímico por cronopotenciometria, para estudiar el efecto adsorptivo y mediador del carbón activado; este estudio se realizó mediante electrodos de pasta de carbono,</p>

	<p>utilizando el mismo carbón activado del estudio. Además se midieron los sitios ácidos y básicos para conocer el tipo de sitios en el carbón y se determinó que se trataba de un carbón tipo básico. ¿ Se estudió el cambio de conductividad al tener solución de colorante con carbón activado, ya que ambos afectan la conductividad del agua y al mezclarlos se observa una reducción debido a la adsorción de colorante y posteriormente aumenta hasta llegar a un equilibrio. ¿ Se estudio el efecto de la corriente sobre los microorganismos adaptados, su crecimiento y viabilidad al aplicar corriente y potencial controlado sobre un reactor de placas paralelas. Los microorganismos crecen sobre las placas de forma proporcional a la corriente o potencial aplicado, en forma de cúmulos y orientados hacia la entrada de la corriente. ¿ Se analizó la distribución de la corriente sobre el reactor por lote de placas paralelas mediante simulación utilizando COMSOL. Mediante esta simulación se puede observar como varían las líneas del campo eléctrico y como al aumentar la corriente aplicada el campo es menos uniforme y la intensidad aumenta por zonas, lo que puede llevar a la corrosión de los electrodos y al cambio en las condiciones de pH en el reactor.</p>
Pregunta:	Indique si se dio cumplimiento a los objetivos, metas y/o productos comprometidos (Fundamente/Justifique)
Respuesta:	<p>Los objetivos se cumplieron en su totalidad, estos fueron: Estudiar el efecto de la aplicación de un campo eléctrico de baja intensidad para la estimulación de bacterias en la biodegradación de colorantes azoicos de tipo reactivo y los compuestos orgánicos aromáticos derivados de su reducción. Objetivos específicos 1) Obtener un consorcio de microorganismos a las condiciones de agua residual textil enriquecida con colorante azo tipo reactivo, bajo condiciones anóxicas-anaerobias y con estimulación eléctrica. 2) Conocer la isoterma y parámetros de adsorción del colorante sobre carbón activado, como material de empaque en el bio-electro-reactor. 3) Analizar el efecto de la aplicación de distintas densidades de corriente eléctrica en los factores ambientales de un biorreactor. 4) Estudiar la cinética de degradación en un biorreactor por lote con estimulación eléctrica, sin y con empaque de carbón activado.</p>
observaciones:	<p>Para empezar, debo explicar que el retraso del envío de este reporte se debe a una confusión ya que yo ya había enviado el reporte en el entendimiento que era el informe final, ya que el presente proyecto fue solo de una etapa, fue apoyado por un solo periodo con un monto reducido. De la tesis de maestría presentada no me fue posible adjuntarla (por su tamaño) y todavía no ah salido el certificado. En el periodo único de ejecución del proyecto se alcanzaron los resultados dl estudio en lote de la biodegradación estimulada por corriente eléctrica de colorantes azo, específicamente, del rojo reactivo 272 que es el colorante modelo. Se presentan los resultados siguientes: ¿ El estudio de la cinética de degradación del colorante por microorganismos, en su periodo de adaptación, sin estimulación. Con esto se comprueba la capacidad de los microorganismos para decolorar por si mismos usando como glucosa y extracto de levadura como sustrato primario y nutriente. ¿ Se estudió la aplicación de corriente eléctrica a un biorreactor por lote, agitado, con y sin carbón activado como soporte de miroorganismos y como mediador redox. Se obtuvieron los resultados del efecto de la aplicación de corriente en el ambiente del reactor: pH, potencial redox, crecimiento de microorganismos y remoción de color y DQO. En este se observó que el carbón activado amortiguaba el pH y potencial redox, y se incrementaba la remoción de color y pH, comprobando así su efecto como mediador redox. ¿ Se obtuvieron isotermas de adsorcipon y se realizó un estudio electroquímico por cronopotenciometria, para estudiar el efecto adsortivo y mediador del carbón activado; este estudio se realizó mediante electrodos de pasta de carbono, utilizando el mismo carbón activado del estudio. Además se midieron los sitios ácidos y básicos para conocer el tipo de sitios en el carbón y se determinó que se trataba de un carbón tipo básico. ¿ Se estudió el cambio de conductividad al tener solución de colorante con carbón activado, ya que ambos afectan la conductividad del agua y al mezclarlos se observa una reducción debido a la adsorción de colorante y posteriormente aumenta hasta llegar a un equilibrio. ¿ Se estudio el efecto de la corriente sobre los microorganismos adaptados, su crecimiento y viabilidad al aplicar corriente y potencial controlado sobre un reactor de placas paralelas. Los microorganismos crecen sobre las placas de forma proporcional a la corriente o potencial aplicado, en forma de cúmulos y orientados hacia la entrada de la corriente. ¿ Se analizó la distribución de la corriente sobre el reactor por lote de placas paralelas mediante simulación utilizando COMSOL. Mediante esta simulación se puede observar como varían las líneas del campo eléctrico y como al aumentar la corriente aplicada el campo es menos uniforme y la intensidad aumenta por zonas, lo que puede llevar a la corrosión de los electrodos y al cambio en las condiciones de pH en el reactor.</p>
Pregunta:	Con base en los productos generados, señale los alcances en: a) Generación del conocimiento, b) Formación de recursos humanos especializados y c) Creación y/o fortalecimiento de grupos de investigación

<p>Respuesta:</p>	<p>Los productos comprometidos se alcanzaron: 1. Revisión bibliográfica sobre el estado del arte en el tema de degradación de colorantes azo, bioreactores y Bioprocesos con estimulación eléctrica. La información será utilizada en la escritura de artículos, reportes y será parte de la tesis del estudiante. 2. Se obtuvo un consorcio de microorganismos adaptados a la degradación de Colorante y a la estimulación eléctrica. Asimismo, se estudió el efecto de la corriente en el crecimiento de los microorganismos y viabilidad. 4. Se obtuvo el Rango de corriente eléctrica a aplicar en el biorreactor por Lote sin y con empaque de carbón activado y su efecto en el ambiente del Reactor (temperatura, pH, etc). Asimismo, se obtuvo el efecto de la caída del potencial en el ambiente del reactor, debido a que a cierto nivel de corriente aplicada se dañan los electrodos. 5. Se conoce la eficiencia de Remoción de colorante azo reactivo mediante este proceso, y los factores que afectan a esta. 6. Se presentaron los resultados del proyecto en dos congresos nacionales. Se está trabajando en el borrador de dos artículos de divulgación internacional. 7. Se realizó una tesis de maestría en ciencias en ingeniería ambiental y se presentó el proyecto en dos congresos nacionales hasta el momento.</p>
<p>observaciones:</p>	<p>Para empezar, debo explicar que el retraso del envío de este reporte se debe a una confusión ya que yo ya había enviado el reporte en el entendimiento que era el informe final, ya que el presente proyecto fue solo de una etapa, fue apoyado por un solo periodo con un monto reducido. De la tesis de maestría presentada no me fue posible adjuntarla (por su tamaño) y todavía no ha salido el certificado. En el periodo único de ejecución del proyecto se alcanzaron los resultados del estudio en lote de la biodegradación estimulada por corriente eléctrica de colorantes azo, específicamente, del rojo reactivo 272 que es el colorante modelo. Se presentan los resultados siguientes: ¿ El estudio de la cinética de degradación del colorante por microorganismos, en su periodo de adaptación, sin estimulación. Con esto se comprueba la capacidad de los microorganismos para decolorar por si mismos usando como glucosa y extracto de levadura como sustrato primario y nutriente. ¿ Se estudió la aplicación de corriente eléctrica a un biorreactor por lote, agitado, con y sin carbón activado como soporte de microorganismos y como mediador redox. Se obtuvieron los resultados del efecto de la aplicación de corriente en el ambiente del reactor: pH, potencial redox, crecimiento de microorganismos y remoción de color y DQO. En este se observó que el carbón activado amortiguaba el pH y potencial redox, y se incrementaba la remoción de color y pH, comprobando así su efecto como mediador redox. ¿ Se obtuvieron isotermas de adsorción y se realizó un estudio electroquímico por cronopotenciometría, para estudiar el efecto adsorptivo y mediador del carbón activado; este estudio se realizó mediante electrodos de pasta de carbono, utilizando el mismo carbón activado del estudio. Además se midieron los sitios ácidos y básicos para conocer el tipo de sitios en el carbón y se determinó que se trataba de un carbón tipo básico. ¿ Se estudió el cambio de conductividad al tener solución de colorante con carbón activado, ya que ambos afectan la conductividad del agua y al mezclarlos se observa una reducción debido a la adsorción de colorante y posteriormente aumenta hasta llegar a un equilibrio. ¿ Se estudio el efecto de la corriente sobre los microorganismos adaptados, su crecimiento y viabilidad al aplicar corriente y potencial controlado sobre un reactor de placas paralelas. Los microorganismos crecen sobre las placas de forma proporcional a la corriente o potencial aplicado, en forma de cúmulos y orientados hacia la entrada de la corriente. ¿ Se analizó la distribución de la corriente sobre el reactor por lote de placas paralelas mediante simulación utilizando COMSOL. Mediante esta simulación se puede observar como varían las líneas del campo eléctrico y como al aumentar la corriente aplicada el campo es menos uniforme y la intensidad aumenta por zonas, lo que puede llevar a la corrosión de los electrodos y al cambio en las condiciones de pH en el reactor.</p>
<p>Pregunta:</p>	<p>En términos de impacto, destaque las principales contribuciones de su investigación</p>
<p>Respuesta:</p>	<p>Estudiar y escribir el estado del arte en el tema de bioelectro-Degradaciones y degradación colorantes azoicos. Determinar el nivel y efecto de la corriente aplicada a la cinética de degradación biológica de colorantes azoicos reactivos. Los resultados esperados fueron: 1) El estudio de un proceso novedoso para el tratamiento de aguas residuales complejas (conteniendo distintos tipos de contaminantes orgánicos persistentes, en este caso específicamente para colorantes azo reactivos y los orgánicos derivados de su reducción). 2) Conocer el nivel y el efecto de la corriente aplicada a la cinética de biodegradación de colorantes azoicos reactivos. 3) Obtener la capacidad de remoción de colorantes y DQO (Demanda Química de Oxígeno) mediante el proceso propuesto. 4) Un modelo cinético para representar el proceso de bio-electro reacción para degradar colorantes. Estos resultados se lograron en su totalidad. En el caso del modelo cinético, se estudió el cambio de orden de la cinética de degradación del colorante, de primer a segundo orden respecto a la concentración inicial, que se observa tanto en el estudio electroquímico como en los estudios biológicos puros anteriores. Además, se estudió a</p>

	<p>mayor profundidad, el efecto de la aplicación de un campo eléctrico a microorganismos adaptados a la decoloración: viabilidad, crecimiento sobre electrodos, actividad de la biopelícula de los electrodos y más microorganismos libres. También se estudio el efecto del carbón activado como mediador redox y como adsorbente de colorantes por análisis electroquímico.</p>
<p>observaciones:</p>	<p>Para empezar, debo explicar que el retraso del envío de este reporte se debe a una confusión ya que yo ya había enviado el reporte en el entendimiento que era el informe final, ya que el presente proyecto fue solo de una etapa, fue apoyado por un solo periodo con un monto reducido. De la tesis de maestria presentada no me fue posible adjuntarla (por su tamaño) y todavía no ah salido el certificado. En el periodo único de ejecución del proyecto se alcanzaron los resultados dl estudio en lote de la biodegradación estimulada por corriente eléctrica de colorantes azo, específicamente, del rojo reactivo 272 que es el colorante modelo. Se presentan los resultados siguientes: ¿ El estudio de la cinética de degradación del colorante por microorganismos, en su periodo de adaptación, sin estimulación. Con esto se comprueba la capacidad de los microorganismos para decolorar por si mismos usando como glucosa y extracto de levadura como sustrato primario y nutriente. ¿ Se estudió la aplicación de corriente eléctrica a un biorreactor por lote, agitado, con y sin carbón activado como soporte de miroorganismos y como mediador redox. Se obtuvieron los resultados del efecto de la aplicación de corriente en el ambiente del reactor: pH, potencial redox, crecimiento de microorganismos y remoción de color y DQO. En este se observó que el carbón activado amortiguaba el pH y potencial redox, y se incrementaba la remoción de color y pH, comprobando así su efecto como mediador redox. ¿ Se obtuvieron isotermas de adsorcipon y se realizó un estudio electroquímico por cronopotenciometria, para estudiar el efecto adsortivo y mediador del carbón activado; este estudio se realizó mediante electrodos de pasta de carbono, utilizando el mismo carbón activado del estudio. Además se midieron los sitios ácidos y básicos para conocer el tipo de sitios en el carbón y se determinó que se trataba de un carbón tipo básico. ¿ Se estudió el cambio de conductividad al tener solución de colorante con carbón activado, ya que ambos afectan la conductividad del agua y al mezclarlos se observa una reducción debido a la adsorción de colorante y posteriormente aumenta hasta llegar a un equilibrio. ¿ Se estudio el efecto de la corriente sobre los microorganismos adaptados, su crecimiento y viabilidad al aplicar corriente y potencial controlado sobre un reactor de placas paralelas. Los microorganismos crecen sobre las placas de forma proporcional a la corriente o potencial aplicado, en forma de cúmulos y orientados hacia la entrada de la corriente. ¿ Se analizó la distribución de la corriente sobre el reactor por lote de placas paralelas mediante simulación utilizando COMSOL. Mediante esta simulación se puede observar como varían las líneas del campo eléctrico y como al aumentar la corriente aplicada el campo es menos uniforme y la intensidad aumenta por zonas, lo que puede llevar a la corrosión de los electrodos y al cambio en las condiciones de pH en el reactor.</p>
<p>Pregunta:</p>	<p>Cuáles argumentos plantearía como sustantivos para integrar su investigación dentro de los CASOS DE ÉXITO.</p>
<p>Respuesta:</p>	<p>El estudio de un nuevo proceso para el tratamiento de agua con contaminantes orgánicos, que puede ser de alta eficiencia y bajo costo, híbrido, electroquímico y biológico a la vez. Se presenta una contribución sobre el estudio del efecto de carbón en la aplicación de un campo eléctrico, sobre la interacción del os microorganimos con los electrodos y sobre la cinética de degradación de los compuestos, aunque esto todavía necesita más estudio.</p>
<p>observaciones:</p>	<p>Para empezar, debo explicar que el retraso del envío de este reporte se debe a una confusión ya que yo ya había enviado el reporte en el entendimiento que era el informe final, ya que el presente proyecto fue solo de una etapa, fue apoyado por un solo periodo con un monto reducido. De la tesis de maestria presentada no me fue posible adjuntarla (por su tamaño) y todavía no ah salido el certificado. En el periodo único de ejecución del proyecto se alcanzaron los resultados dl estudio en lote de la biodegradación estimulada por corriente eléctrica de colorantes azo, específicamente, del rojo reactivo 272 que es el colorante modelo. Se presentan los resultados siguientes: ¿ El estudio de la cinética de degradación del colorante por microorganismos, en su periodo de adaptación, sin estimulación. Con esto se comprueba la capacidad de los microorganismos para decolorar por si mismos usando como glucosa y extracto de levadura como sustrato primario y nutriente. ¿ Se estudió la aplicación de corriente eléctrica a un biorreactor por lote, agitado, con y sin carbón activado como soporte de miroorganismos y como mediador redox. Se obtuvieron los resultados del efecto de la aplicación de corriente en el ambiente del reactor: pH, potencial redox, crecimiento de microorganismos y remoción de color y DQO. En este se observó que el carbón activado amortiguaba el pH y potencial redox, y se incrementaba la remoción de color y pH, comprobando así su efecto como mediador redox. ¿ Se obtuvieron isotermas de adsorcipon y se realizó un estudio electroquímico por cronopotenciometria, para estudiar el efecto adsortivo y mediador del</p>

	<p>carbón activado; este estudio se realizó mediante electrodos de pasta de carbono, utilizando el mismo carbón activado del estudio. Además se midieron los sitios ácidos y básicos para conocer el tipo de sitios en el carbón y se determinó que se trataba de un carbón tipo básico. ¿ Se estudió el cambio de conductividad al tener solución de colorante con carbón activado, ya que ambos afectan la conductividad del agua y al mezclarlos se observa una reducción debido a la adsorción de colorante y posteriormente aumenta hasta llegar a un equilibrio. ¿ Se estudio el efecto de la corriente sobre los microorganismos adaptados, su crecimiento y viabilidad al aplicar corriente y potencial controlado sobre un reactor de placas paralelas. Los microorganismos crecen sobre las placas de forma proporcional a la corriente o potencial aplicado, en forma de cúmulos y orientados hacia la entrada de la corriente. ¿ Se analizó la distribución de la corriente sobre el reactor por lote de placas paralelas mediante simulación utilizando COMSOL. Mediante esta simulación se puede observar como varían las líneas del campo eléctrico y como al aumentar la corriente aplicada el campo es menos uniforme y la intensidad aumenta por zonas, lo que puede llevar a la corrosión de los electrodos y al cambio en las condiciones de pH en el reactor.</p>
<p>Observaciones:</p>	<p>Para empezar, debo explicar que el retraso del envío de este reporte se debe a una confusión ya que yo ya había enviado el reporte en el entendimiento que era el informe final, ya que el presente proyecto fue solo de una etapa, fue apoyado por un solo periodo con un monto reducido. De la tesis de maestria presentada no me fue posible adjuntarla (por su tamaño) y todavía no ah salido el certificado. En el periodo único de ejecución del proyecto se alcanzaron los resultados dl estudio en lote de la biodegradación estimulada por corriente eléctrica de colorantes azo, específicamente, del rojo reactivo 272 que es el colorante modelo. Se presentan los resultados siguientes: ¿ El estudio de la cinética de degradación del colorante por microorganismos, en su periodo de adaptación, sin estimulación. Con esto se comprueba la capacidad de los microorganismos para decolorar por si mismos usando como glucosa y extracto de levadura como sustrato primario y nutriente. ¿ Se estudió la aplicación de corriente eléctrica a un biorreactor por lote, agitado, con y sin carbón activado como soporte de miroorganismos y como mediador redox. Se obtuvieron los resultados del efecto de la aplicación de corriente en el ambiente del reactor: pH, potencial redox, crecimiento de microorganismos y remoción de color y DQO. En este se observó que el carbón activado amortiguaba el pH y potencial redox, y se incrementaba la remoción de color y pH, comprobando así su efecto como mediador redox. ¿ Se obtuvieron isotermas de adsorcipon y se realizó un estudio electroquímico por cronopotenciometria, para estudiar el efecto adsortivo y mediador del carbón activado; este estudio se realizó mediante electrodos de pasta de carbono, utilizando el mismo carbón activado del estudio. Además se midieron los sitios ácidos y básicos para conocer el tipo de sitios en el carbón y se determinó que se trataba de un carbón tipo básico. ¿ Se estudió el cambio de conductividad al tener solución de colorante con carbón activado, ya que ambos afectan la conductividad del agua y al mezclarlos se observa una reducción debido a la adsorción de colorante y posteriormente aumenta hasta llegar a un equilibrio. ¿ Se estudio el efecto de la corriente sobre los microorganismos adaptados, su crecimiento y viabilidad al aplicar corriente y potencial controlado sobre un reactor de placas paralelas. Los microorganismos crecen sobre las placas de forma proporcional a la corriente o potencial aplicado, en forma de cúmulos y orientados hacia la entrada de la corriente. ¿ Se analizó la distribución de la corriente sobre el reactor por lote de placas paralelas mediante simulación utilizando COMSOL. Mediante esta simulación se puede observar como varían las líneas del campo eléctrico y como al aumentar la corriente aplicada el campo es menos uniforme y la intensidad aumenta por zonas, lo que puede llevar a la corrosión de los electrodos y al cambio en las condiciones de pH en el reactor.</p>

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

REPORTE DE EVALUACIÓN DE INFORME TECNICO

Fondo:	I0003- Fondo SEP - CONACYT
Solicitud:	000000000080227- ESTUDIO DEL EFECTO SINÉRGICO D
Etapas:	001
Título:	ESTUDIO DEL EFECTO SINÉRGICO DE LA APLICACIÓN DE VARIABLES ELÉCTRICAS EN LA ACTIVIDAD DE MICROORGANISMOS, EN LA BIODEGRADACIÓN DE COLORANTES AZOICOS.
Usuario:	X_lgonzalez37804
Nombre:	Linda Gonzalez Gutierrez
formato:	INF_FINAL_CB- INFORME FINAL CIENCIA BASICA
Fecha:	de de
Estado del Documento:	En Proceso
Sección:	IFINAL_CB
Pregunta:	Capture aquí el resumen de este informe
	<p>Los colorantes azo (R-N=N-R) son ampliamente usados en la industria textil, farmacéutica y alimenticia, con una producción mundial de más de un millón de toneladas por año; cerca del 40% de esta cantidad termina como agua residual, encontrándose concentraciones alrededor de 300 mg/L (Mezohegyi y col, 2007). Estos compuestos generan problemas estéticos y debido a que son visibles en concentraciones bajas (1 mg/L), además al romperse el enlace azo son tóxicos a la vida acuática y mutagénicos en los humanos (Mondal, 2008). Este grupo al ser deficiente en electrones, tiende a reducirse. Las alternativas electroquímicas para llevar a cabo la degradación del colorante por reducción directa han demostrado una eficiencia del 60 al 80%. Sin embargo, el consumo energético para este proceso es muy alto (550-1100 Ah m⁻³) (Bechtold y Turcanu, 2004). En contraparte, el empleo de métodos microbiológicos para la degradación de colorantes azo, ha permitido realizar remociones entre 72% al 100%, en concentraciones de 100 a 1500 ppm (Tan, 1999; O'Neill y col, 1999; O'Neill y col, 2000), considerando un menor gasto energético. Específicamente, la reacción de biodegradación es más eficiente utilizando condiciones anaerobias, debido a que estos colorantes son utilizados como aceptores de electrones en el medio. Los mecanismos involucrados consideran procesos de reducción no específicos de transportadores de electrones procedentes de las rutas metabólicas celulares, que son acelerados por la presencia de mediadores redox externos (Pinheiro, 2004). En este sentido se han utilizado mediadores redox como la sal sódica del ácido 2,6-disulfónico de la 9,10-antraquinona, AQDS, entre otros, debido a que la reducción de este compuesto ocurre en potenciales redox entre las dos reacciones requeridas para llevar a cabo la degradación: la reducción del grupo azo y la oxidación del donador primario de electrones (Van der Zee y col, 2003). Otro mediador empleado es el carbón activado, debido a que en su estructura contiene diferentes grupos funcionales reducibles, actuando como aceptor final de electrones en la oxidación de sustratos orgánicos (Mondal, 2008). Un aspecto a considerar durante la remediación de aguas conteniendo grupos azo es que los productos de la reducción de dichos grupos, pueden ser aún más tóxicos que el compuesto original acumulándose en condiciones anaerobias, como aminas alifáticas o aromáticas (Brown y Hamburger, 1987; Field y col, 1995). Estos productos pueden ser degradados en un sistema aerobio; por ejemplo, algunas de ellas son autooxidadas en presencia de oxígeno (Sponza e Isik, 2004). Por lo tanto, la degradación completa de los compuestos que tienen un grupo azo requiere el uso de procesos consecutivos anaerobios-aerobios (Kuroda y Watanabe, 1996; Kandelbauer y Guebitz, 2005; Zahng y col, 2005). Los colorantes de tipo reactivo, como el</p>

Respuesta:

rojo reactivo 272, se degradan con mayor dificultad debido a que su estructura molecular está compuesta por anillos poliaromáticos y triazinas, que son compuestos muy estables, además contienen grupos sulfonados que los hacen muy solubles en agua. Estos compuestos se decoloran al romperse los enlaces azo (N=N) que es el grupo cromóforo; al llevarse a cabo la decoloración, se forma como primer paso, aminas aromáticas que son tóxicas, por lo tanto se debe tener cuidado del grado de degradación que se alcance en el proceso. Una alternativa para evitar el uso de cosustratos en estos bioprocesos considera la capacidad que tienen algunos microorganismos para aceptar electrones procedentes de un proceso electroquímico, lo que ha sido de utilidad para lograr la reducción de compuestos tanto orgánicos como inorgánicos (Strycharz y col, 2008). La estimulación eléctrica consiste en la aplicación de un campo eléctrico de baja intensidad a un sistema biológico de tal manera que ayude a ser más eficiente el bioproceso. Sin embargo, no se ha estudiado este efecto en biorreactores para tratar agua residual compleja como la proveniente de la industria textil, petroquímica y farmacéutica, donde se presentan cinéticas de biodegradación lentas. Una opción para el diseño de un proceso bioelectroquímico consiste en soportar estos microorganismos en la superficie del electrodo, y /o mantener una densidad de microorganismos en el medio del reactor, además de los que se depositen en la superficie del electrodo al momento de aplicar corriente al medio, dado que estos son partículas cargadas. Debido a ello, se propuso estudiar el efecto de la aplicación de un campo eléctrico de baja intensidad, aplicando corrientes bajas y voltajes alrededor de 1V/L (volt/litro) a un sistema biológico para degradar colorantes azo, compuesto de un consorcio de microorganismos adaptados, libres y fijos sobre carbón activado. Se analizó el efecto de la cinética y el medio de reacción variando la intensidad de la corriente para determinar así las condiciones óptimas en la biodegradación de los colorantes sin inhibir a los microorganismos en el sistema. La aplicación del campo eléctrico puede contribuir a eliminar la fuente de carbono simple como: dextrosa, glucosa, etc, si se logra la interacción entre los electrodos y los microorganismos, y estos últimos utilizan la superficie del electrodo como donador de electrones, con lo que se disminuiría el tiempo de residencia. También se permitiría la reducción de la toxicidad del efluente, al generar en el ánodo las condiciones para la degradación de los compuestos de la reducción del colorante, permitiendo así la oxidación de los productos de la reducción. Así mismo, en este trabajo se presentan algunos resultados útiles en el diseño de un bioelectro- reactor para la degradación del colorante Rojo Reactivo 272, utilizando carbón activado como soporte de microorganismos y mediador redox. El estudio de los factores individuales realizado en este trabajo, permitió establecer las condiciones para el diseño de un sistema de biodegradación del colorante azo estimulado electroquímicamente. En las pruebas de adaptación del consorcio microbiano, se logró la obtención de microorganismos capaces de resistir la aplicación de la corriente eléctrica tanto cerca de los electrodos, como en la solución de trabajo. Se obtuvo estabilidad en la formación de colonias durante todo el tiempo de operación, el cual fue de 5 h como máximo. Este es un resultado favorable ya que permite la recuperación de los microorganismos para su uso posterior en el bio-electro-reactor. En la operación del bio-electro-reactor por lote se observó una mayor remoción tanto de colorante como de DQO al tener un empaque de carbón activado, aunque no fue posible observar un efecto en la degradación al aumentar la corriente, lo cual era un efecto esperado; esto puede ser explicado debido a la configuración del reactor y la forma de los electrodos, además de la oxidación de los ánodos de titanio, debido a este proceso se liberaron compuestos en la solución, lo que incrementó los valores de DQO. Al utilizar el carbón activado como empaque del bioelectro- reactor, este ayudó a amortiguar el pH en las diferentes zonas; al igual que con el potencial de circuito abierto, este último incremento al aumentar la intensidad de corriente, un efecto no observado en el reactor sin empaque. El carbón activado muestra una mayor afinidad y capacidad de adsorción hacia el colorante en un pH de 5, la capacidad de adsorción del carbón activado es muy grande debido a su afinidad hacia el colorante, lo cual puede ser explicado con el ajuste tipo Freundlich, el que representa un modelo de adsorción multicapa. El carbón activado también presenta una respuesta electroquímica al estar en contacto con soluciones de colorante, esta respuesta pudo ser monitoreada utilizando la técnica de cronopotenciometría y mediante la construcción de electrodos de pasta de carbono, el proceso de adsorción fue seguido ya que se manifestaba con un cambio en el potencial durante la prueba. El reactor de placas paralelas en las condiciones de operación: corriente aplicada 5 mA, área de electrodo de 25 cm² y una separación entre las placas de 2.2 cm, mostro un campo eléctrico uniforme tanto en los electrodos como en la solución al realizar la simulación; en la operación el potencial se mantuvo constante al monitorear cerca del cátodo, además de lograr la recuperación en los electrodos de microorganismos viables.

Para empezar, debo explicar que el retraso del envío de este reporte se debe a una confusión ya que yo ya había enviado el reporte en el entendimiento que era el informe

observaciones:	<p>final, ya que el presente proyecto fue solo de una etapa, fue apoyado por un solo periodo con un monto reducido. De la tesis de maestria presentada no me fue posible adjuntarla (por su tamaño) y todavía no ha salido el certificado. En el periodo único de ejecución del proyecto se alcanzaron los resultados del estudio en lote de la biodegradación estimulada por corriente eléctrica de colorantes azo, específicamente, del rojo reactivo 272 que es el colorante modelo. Se presentan los resultados siguientes: ¿ El estudio de la cinética de degradación del colorante por microorganismos, en su periodo de adaptación, sin estimulación. Con esto se comprueba la capacidad de los microorganismos para decolorar por si mismos usando como glucosa y extracto de levadura como sustrato primario y nutriente. ¿ Se estudió la aplicación de corriente eléctrica a un biorreactor por lote, agitado, con y sin carbón activado como soporte de microorganismos y como mediador redox. Se obtuvieron los resultados del efecto de la aplicación de corriente en el ambiente del reactor: pH, potencial redox, crecimiento de microorganismos y remoción de color y DQO. En este se observó que el carbón activado amortiguaba el pH y potencial redox, y se incrementaba la remoción de color y pH, comprobando así su efecto como mediador redox. ¿ Se obtuvieron isotermas de adsorción y se realizó un estudio electroquímico por cronopotenciometria, para estudiar el efecto adsorptivo y mediador del carbón activado; este estudio se realizó mediante electrodos de pasta de carbono, utilizando el mismo carbón activado del estudio. Además se midieron los sitios ácidos y básicos para conocer el tipo de sitios en el carbón y se determinó que se trataba de un carbón tipo básico. ¿ Se estudió el cambio de conductividad al tener solución de colorante con carbón activado, ya que ambos afectan la conductividad del agua y al mezclarlos se observa una reducción debido a la adsorción de colorante y posteriormente aumenta hasta llegar a un equilibrio. ¿ Se estudio el efecto de la corriente sobre los microorganismos adaptados, su crecimiento y viabilidad al aplicar corriente y potencial controlado sobre un reactor de placas paralelas. Los microorganismos crecen sobre las placas de forma proporcional a la corriente o potencial aplicado, en forma de cúmulos y orientados hacia la entrada de la corriente. ¿ Se analizó la distribución de la corriente sobre el reactor por lote de placas paralelas mediante simulación utilizando COMSOL. Mediante esta simulación se puede observar como varían las líneas del campo eléctrico y como al aumentar la corriente aplicada el campo es menos uniforme y la intensidad aumenta por zonas, lo que puede llevar a la corrosión de los electrodos y al cambio en las condiciones de pH en el reactor.</p>
Pregunta:	Cuantitativamente, señale cuáles fueron los productos generados (Libros, Capítulos de Libro, Artículos, Tesis, etc.).
Respuesta:	<p>Los resultados del proyecto se presentaron en dos congresos nacionales: ¿ A.I. Cárdenas, L.V. González-Gutiérrez. "Application of an electric field in the anaerobic biodegradation of a reactive azo dye", IWA-Young Water Mexico Professional Conference 2010. Abril 12-14, Querétaro, México. ¿ A.I. Cárdenas Robles, C. Frontana*, L. V. González-Gutiérrez*, Optimización de las Condiciones Químicas para la Construcción de un Sistema de Biotratamiento de Colorantes asistido Electroquímicamente. XXV Congreso de la Sociedad Mexicana de ElectroQuímica, Zacatecas, México, 31 de Mayo-4 de Junio, 2010. Se realizó y concluyo una tesis de maestria por la alumna Arely Iraís Cárdenas Robles en el programa de maestría en Ingeniería Ambiental del Posgrado Interinstitucional de Ciencia y Tecnología (PICYT), con el título: Aplicación de un campo eléctrico en la biodegradación anaerobia de colorantes azo</p>
observaciones:	<p>Para empezar, debo explicar que el retraso del envío de este reporte se debe a una confusión ya que yo ya había enviado el reporte en el entendimiento que era el informe final, ya que el presente proyecto fue solo de una etapa, fue apoyado por un solo periodo con un monto reducido. De la tesis de maestria presentada no me fue posible adjuntarla (por su tamaño) y todavía no ha salido el certificado. En el periodo único de ejecución del proyecto se alcanzaron los resultados del estudio en lote de la biodegradación estimulada por corriente eléctrica de colorantes azo, específicamente, del rojo reactivo 272 que es el colorante modelo. Se presentan los resultados siguientes: ¿ El estudio de la cinética de degradación del colorante por microorganismos, en su periodo de adaptación, sin estimulación. Con esto se comprueba la capacidad de los microorganismos para decolorar por si mismos usando como glucosa y extracto de levadura como sustrato primario y nutriente. ¿ Se estudió la aplicación de corriente eléctrica a un biorreactor por lote, agitado, con y sin carbón activado como soporte de microorganismos y como mediador redox. Se obtuvieron los resultados del efecto de la aplicación de corriente en el ambiente del reactor: pH, potencial redox, crecimiento de microorganismos y remoción de color y DQO. En este se observó que el carbón activado amortiguaba el pH y potencial redox, y se incrementaba la remoción de color y pH, comprobando así su efecto como mediador redox. ¿ Se obtuvieron isotermas de adsorción y se realizó un estudio electroquímico por cronopotenciometria, para estudiar el efecto adsorptivo y mediador del carbón activado; este estudio se realizó mediante electrodos de pasta de carbono,</p>

	<p>utilizando el mismo carbón activado del estudio. Además se midieron los sitios ácidos y básicos para conocer el tipo de sitios en el carbón y se determinó que se trataba de un carbón tipo básico. ¿ Se estudió el cambio de conductividad al tener solución de colorante con carbón activado, ya que ambos afectan la conductividad del agua y al mezclarlos se observa una reducción debido a la adsorción de colorante y posteriormente aumenta hasta llegar a un equilibrio. ¿ Se estudio el efecto de la corriente sobre los microorganismos adaptados, su crecimiento y viabilidad al aplicar corriente y potencial controlado sobre un reactor de placas paralelas. Los microorganismos crecen sobre las placas de forma proporcional a la corriente o potencial aplicado, en forma de cúmulos y orientados hacia la entrada de la corriente. ¿ Se analizó la distribución de la corriente sobre el reactor por lote de placas paralelas mediante simulación utilizando COMSOL. Mediante esta simulación se puede observar como varían las líneas del campo eléctrico y como al aumentar la corriente aplicada el campo es menos uniforme y la intensidad aumenta por zonas, lo que puede llevar a la corrosión de los electrodos y al cambio en las condiciones de pH en el reactor.</p>
Pregunta:	Indique si se dio cumplimiento a los objetivos, metas y/o productos comprometidos (Fundamente/Justifique)
Respuesta:	<p>Los objetivos se cumplieron en su totalidad, estos fueron: Estudiar el efecto de la aplicación de un campo eléctrico de baja intensidad para la estimulación de bacterias en la biodegradación de colorantes azoicos de tipo reactivo y los compuestos orgánicos aromáticos derivados de su reducción. Objetivos específicos 1) Obtener un consorcio de microorganismos a las condiciones de agua residual textil enriquecida con colorante azo tipo reactivo, bajo condiciones anóxicas-anaerobias y con estimulación eléctrica. 2) Conocer la isoterma y parámetros de adsorción del colorante sobre carbón activado, como material de empaque en el bio-electro-reactor. 3) Analizar el efecto de la aplicación de distintas densidades de corriente eléctrica en los factores ambientales de un biorreactor. 4) Estudiar la cinética de degradación en un biorreactor por lote con estimulación eléctrica, sin y con empaque de carbón activado.</p>
observaciones:	<p>Para empezar, debo explicar que el retraso del envío de este reporte se debe a una confusión ya que yo ya había enviado el reporte en el entendimiento que era el informe final, ya que el presente proyecto fue solo de una etapa, fue apoyado por un solo periodo con un monto reducido. De la tesis de maestría presentada no me fue posible adjuntarla (por su tamaño) y todavía no ah salido el certificado. En el periodo único de ejecución del proyecto se alcanzaron los resultados dl estudio en lote de la biodegradación estimulada por corriente eléctrica de colorantes azo, específicamente, del rojo reactivo 272 que es el colorante modelo. Se presentan los resultados siguientes: ¿ El estudio de la cinética de degradación del colorante por microorganismos, en su periodo de adaptación, sin estimulación. Con esto se comprueba la capacidad de los microorganismos para decolorar por si mismos usando como glucosa y extracto de levadura como sustrato primario y nutriente. ¿ Se estudió la aplicación de corriente eléctrica a un biorreactor por lote, agitado, con y sin carbón activado como soporte de miroorganismos y como mediador redox. Se obtuvieron los resultados del efecto de la aplicación de corriente en el ambiente del reactor: pH, potencial redox, crecimiento de microorganismos y remoción de color y DQO. En este se observó que el carbón activado amortiguaba el pH y potencial redox, y se incrementaba la remoción de color y pH, comprobando así su efecto como mediador redox. ¿ Se obtuvieron isotermas de adsorcipon y se realizó un estudio electroquímico por cronopotenciometria, para estudiar el efecto adsortivo y mediador del carbón activado; este estudio se realizó mediante electrodos de pasta de carbono, utilizando el mismo carbón activado del estudio. Además se midieron los sitios ácidos y básicos para conocer el tipo de sitios en el carbón y se determinó que se trataba de un carbón tipo básico. ¿ Se estudió el cambio de conductividad al tener solución de colorante con carbón activado, ya que ambos afectan la conductividad del agua y al mezclarlos se observa una reducción debido a la adsorción de colorante y posteriormente aumenta hasta llegar a un equilibrio. ¿ Se estudio el efecto de la corriente sobre los microorganismos adaptados, su crecimiento y viabilidad al aplicar corriente y potencial controlado sobre un reactor de placas paralelas. Los microorganismos crecen sobre las placas de forma proporcional a la corriente o potencial aplicado, en forma de cúmulos y orientados hacia la entrada de la corriente. ¿ Se analizó la distribución de la corriente sobre el reactor por lote de placas paralelas mediante simulación utilizando COMSOL. Mediante esta simulación se puede observar como varían las líneas del campo eléctrico y como al aumentar la corriente aplicada el campo es menos uniforme y la intensidad aumenta por zonas, lo que puede llevar a la corrosión de los electrodos y al cambio en las condiciones de pH en el reactor.</p>
Pregunta:	Con base en los productos generados, señale los alcances en: a) Generación del conocimiento, b) Formación de recursos humanos especializados y c) Creación y/o fortalecimiento de grupos de investigación

<p>Respuesta:</p>	<p>Los productos comprometidos se alcanzaron: 1. Revisión bibliografica sobre el estado del arte en el tema de degradación de colorantes azo, bioreactores y Bioprocesos con estimulación eléctrica. La información será utilizada en la escritura de artículos, reportes y será parte de la tesis del estudiante. 2. Se obtuvo un consorcio de microorganismos adaptados a la degradación de Colorante y a la estimulación eléctrica. Asimismo, se estudió el efecto de la corriente en el crecimiento de los miroorganismos y viabilidad. 4. Se obtuvo el Rango de corriente eléctrica a aplicar en el biorreactor por Lote sin y con empaque de carbón activado y su efecto en el ambiente del Reactor (temperatura, pH, etc). Asimismo, se obtuvo el efecto de la caída del potencial en el ambiente del reactor, debido a que a cierto nivel de corriente aplicada se dañan los electrodos. 5. Se conoce la eficiencia de Remoción de colorante azo reactivo mediante este proceso, y los factores que afectan a esta. 6. Se presentaron los resultados del proyecto en dos congresos nacionales. Se está trabajando en el borrador de dos artículos de divulgación internacional. 7. Se realizó una tesis de maestria en ciencias en ingenierí ambienta y se presento el proyecto en dos congresos nacionales hasta el momento.</p>
<p>observaciones:</p>	<p>Para empezar, debo explicar que el retraso del envío de este reporte se debe a una confusión ya que yo ya había enviado el reporte en el entendimiento que era el informe final, ya que el peresente proyecto fue solo de una etapa, fue apoyado por un solo periodo con un monto reducido. De la tesis de maestria presentada no me fue posible adjuntarla (por su tamaño) y todavía no ah salido el certificado. En el periodo único de ejecución del proyecto se alcanzaron los resultados dl estudio en lote de la biodegradación estimulada por corriente eléctrica de colorantes azo, específicamente, del rojo reactivo 272 que es el colorante modelo. Se presentan los resultados siguientes: ¿ El estudio de la cinética de degradación del colorante por microorganismos, en su periodo de adaptación, sin estimulación. Con esto se comprueba la capacidad de los microorganismos para decolorar por si mismos usando como glucosa y extracto de levadura como sustrato primario y nutriente. ¿ Se estudió la aplicación de corriente eléctrica a un biorreactor por lote, agitado, con y sin carbón activado como soporte de miroorganismos y como mediador redox. Se obtuvieron los resultados del efecto de la aplicación de corriente en el ambiente del reactor: pH, potencial redox, crecimiento de microorganismos y remoción de color y DQO. En este se observó que el carbón activado amortiguaba el pH y potencial redox, y se incrementaba la remoción de color y pH, comprobando así su efecto como mediador redox. ¿ Se obtuvieron isotermas de adsorcipon y se realizó un estudio electroquímico por cronopotenciometria, para estudiar el efecto adsortivo y mediador del carbón activado; este estudio se realizó mediante electrodos de pasta de carbono, utilizando el mismo carbón ácido del estudio. Además se midieron los sitios ácidos y básicos para conocer el tipo de sitios en el carbón y se determinó que se trataba de un carbón tipo básico. ¿ Se estudió el cambio de conductividad al tener solución de colorante con carbón activado, ya que ambos afectan la conductividad del agua y al mezclarlos se observa una reducción debido a la adsorción de colorante y posteriormente aumenta hasta llegar a un equilibrio. ¿ Se estudio el efecto de la corriente sobre los microorganismos adaptados, su crecimiento y viabilidad al aplicar corriente y potencial controlado sobre un reactor de placas paralelas. Los microorganismos crecen sobre las placas de forma proporcional a la corriente o potencial aplicado, en forma de cúmulos y orientados hacia la entrada de la corriente. ¿ Se analizó la distribución de la corriente sobre el reactor por lote de placas paralelas mediante simulación utilizando COMSOL. Mediante esta simulación se puede observar como varían las líneas del campo eléctrico y como al aumentar la corriente aplicada el campo es menos uniforme y la intensidad aumenta por zonas, lo que puede llevar a la corrosión de los electrodos y al cambio en las condiciones de pH en el reactor.</p>
<p>Pregunta:</p>	<p>En términos de impacto, destaque las principales contribuciones de su investigación</p>
<p>Respuesta:</p>	<p>Estudiar y escribir el estado del arte en el tema de bioelectro-Degradaciones y degradación colorantes azoicos. Determinar el nivel y efecto de la corriente aplicada a la cinética de degradación biológica de colorantes azoicos reactivos. Los resultados esperados fueron: 1) El estudio de un proceso novedoso para el tratamiento de aguas residuales complejas (conteniendo distintos tipo de contaminantes orgánicos persistentes, en este caso específicamente para colorantes azo reactivos y los orgánicos derivados de su reducción). 2) Conocer el nivel y el efecto de la corriente aplicada a la cinética de biodegradación de colorantes azoicos reactivos. 3) Obtener la capacidad de remoción de colorantes y DQO (Demanda Química de Oxígeno) mediante el proceso propuesto. 4) Un modelo cinético para representar el proceso de bio-electro reacción para degradar colorantes. Estos resultados se lograron en su totalidad. En el caso del modelo cinético, se estudió el cambio de orden de la cinética de degradación del colorante, de primer a segundo orden respecto a la concentración inicial, que se observa tanto en el estudio electroquímico como en los estudios biológicos puros anteriores. Además, se estudió a</p>

	<p>mayor profundidad, el efecto de la aplicación de un campo eléctrico a microorganismos adaptados a la decoloración: viabilidad, crecimiento sobre electrodos, actividad de la biopelícula de los electrodos y más microorganismos libres. También se estudio el efecto del carbón activado como mediador redox y como adsorbente de colorantes por análisis electroquímico.</p>
<p>observaciones:</p>	<p>Para empezar, debo explicar que el retraso del envío de este reporte se debe a una confusión ya que yo ya había enviado el reporte en el entendimiento que era el informe final, ya que el presente proyecto fue solo de una etapa, fue apoyado por un solo periodo con un monto reducido. De la tesis de maestria presentada no me fue posible adjuntarla (por su tamaño) y todavía no ah salido el certificado. En el periodo único de ejecución del proyecto se alcanzaron los resultados dl estudio en lote de la biodegradación estimulada por corriente eléctrica de colorantes azo, específicamente, del rojo reactivo 272 que es el colorante modelo. Se presentan los resultados siguientes: ¿ El estudio de la cinética de degradación del colorante por microorganismos, en su periodo de adaptación, sin estimulación. Con esto se comprueba la capacidad de los microorganismos para decolorar por si mismos usando como glucosa y extracto de levadura como sustrato primario y nutriente. ¿ Se estudió la aplicación de corriente eléctrica a un biorreactor por lote, agitado, con y sin carbón activado como soporte de miroorganismos y como mediador redox. Se obtuvieron los resultados del efecto de la aplicación de corriente en el ambiente del reactor: pH, potencial redox, crecimiento de microorganismos y remoción de color y DQO. En este se observó que el carbón activado amortiguaba el pH y potencial redox, y se incrementaba la remoción de color y pH, comprobando así su efecto como mediador redox. ¿ Se obtuvieron isotermas de adsorcipon y se realizó un estudio electroquímico por cronopotenciometria, para estudiar el efecto adsortivo y mediador del carbón activado; este estudio se realizó mediante electrodos de pasta de carbono, utilizando el mismo carbón activado del estudio. Además se midieron los sitios ácidos y básicos para conocer el tipo de sitios en el carbón y se determinó que se trataba de un carbón tipo básico. ¿ Se estudió el cambio de conductividad al tener solución de colorante con carbón activado, ya que ambos afectan la conductividad del agua y al mezclarlos se observa una reducción debido a la adsorción de colorante y posteriormente aumenta hasta llegar a un equilibrio. ¿ Se estudio el efecto de la corriente sobre los microorganismos adaptados, su crecimiento y viabilidad al aplicar corriente y potencial controlado sobre un reactor de placas paralelas. Los microorganismos crecen sobre las placas de forma proporcional a la corriente o potencial aplicado, en forma de cúmulos y orientados hacia la entrada de la corriente. ¿ Se analizó la distribución de la corriente sobre el reactor por lote de placas paralelas mediante simulación utilizando COMSOL. Mediante esta simulación se puede observar como varían las líneas del campo eléctrico y como al aumentar la corriente aplicada el campo es menos uniforme y la intensidad aumenta por zonas, lo que puede llevar a la corrosión de los electrodos y al cambio en las condiciones de pH en el reactor.</p>
<p>Pregunta:</p>	<p>Cuáles argumentos plantearía como sustantivos para integrar su investigación dentro de los CASOS DE ÉXITO.</p>
<p>Respuesta:</p>	<p>El estudio de un nuevo proceso para el tratamiento de agua con contaminantes orgánicos, que puede ser de alta eficiencia y bajo costo, híbrido, electroquímico y biológico a la vez. Se presenta una contribución sobre el estudio del efecto de carbón en la aplicación de un campo eléctrico, sobre la interacción del os microorganimos con los electrodos y sobre la cinética de degradación de los compuestos, aunque esto todavía necesita más estudio.</p>
<p>observaciones:</p>	<p>Para empezar, debo explicar que el retraso del envío de este reporte se debe a una confusión ya que yo ya había enviado el reporte en el entendimiento que era el informe final, ya que el presente proyecto fue solo de una etapa, fue apoyado por un solo periodo con un monto reducido. De la tesis de maestria presentada no me fue posible adjuntarla (por su tamaño) y todavía no ah salido el certificado. En el periodo único de ejecución del proyecto se alcanzaron los resultados dl estudio en lote de la biodegradación estimulada por corriente eléctrica de colorantes azo, específicamente, del rojo reactivo 272 que es el colorante modelo. Se presentan los resultados siguientes: ¿ El estudio de la cinética de degradación del colorante por microorganismos, en su periodo de adaptación, sin estimulación. Con esto se comprueba la capacidad de los microorganismos para decolorar por si mismos usando como glucosa y extracto de levadura como sustrato primario y nutriente. ¿ Se estudió la aplicación de corriente eléctrica a un biorreactor por lote, agitado, con y sin carbón activado como soporte de miroorganismos y como mediador redox. Se obtuvieron los resultados del efecto de la aplicación de corriente en el ambiente del reactor: pH, potencial redox, crecimiento de microorganismos y remoción de color y DQO. En este se observó que el carbón activado amortiguaba el pH y potencial redox, y se incrementaba la remoción de color y pH, comprobando así su efecto como mediador redox. ¿ Se obtuvieron isotermas de adsorcipon y se realizó un estudio electroquímico por cronopotenciometria, para estudiar el efecto adsortivo y mediador del</p>

	<p>carbón activado; este estudio se realizó mediante electrodos de pasta de carbono, utilizando el mismo carbón activado del estudio. Además se midieron los sitios ácidos y básicos para conocer el tipo de sitios en el carbón y se determinó que se trataba de un carbón tipo básico. ¿ Se estudió el cambio de conductividad al tener solución de colorante con carbón activado, ya que ambos afectan la conductividad del agua y al mezclarlos se observa una reducción debido a la adsorción de colorante y posteriormente aumenta hasta llegar a un equilibrio. ¿ Se estudio el efecto de la corriente sobre los microorganismos adaptados, su crecimiento y viabilidad al aplicar corriente y potencial controlado sobre un reactor de placas paralelas. Los microorganismos crecen sobre las placas de forma proporcional a la corriente o potencial aplicado, en forma de cúmulos y orientados hacia la entrada de la corriente. ¿ Se analizó la distribución de la corriente sobre el reactor por lote de placas paralelas mediante simulación utilizando COMSOL. Mediante esta simulación se puede observar como varían las líneas del campo eléctrico y como al aumentar la corriente aplicada el campo es menos uniforme y la intensidad aumenta por zonas, lo que puede llevar a la corrosión de los electrodos y al cambio en las condiciones de pH en el reactor.</p>
<p>Observaciones:</p>	<p>Para empezar, debo explicar que el retraso del envío de este reporte se debe a una confusión ya que yo ya había enviado el reporte en el entendimiento que era el informe final, ya que el presente proyecto fue solo de una etapa, fue apoyado por un solo periodo con un monto reducido. De la tesis de maestria presentada no me fue posible adjuntarla (por su tamaño) y todavía no ah salido el certificado. En el periodo único de ejecución del proyecto se alcanzaron los resultados dl estudio en lote de la biodegradación estimulada por corriente eléctrica de colorantes azo, específicamente, del rojo reactivo 272 que es el colorante modelo. Se presentan los resultados siguientes: ¿ El estudio de la cinética de degradación del colorante por microorganismos, en su periodo de adaptación, sin estimulación. Con esto se comprueba la capacidad de los microorganismos para decolorar por si mismos usando como glucosa y extracto de levadura como sustrato primario y nutriente. ¿ Se estudió la aplicación de corriente eléctrica a un biorreactor por lote, agitado, con y sin carbón activado como soporte de miroorganismos y como mediador redox. Se obtuvieron los resultados del efecto de la aplicación de corriente en el ambiente del reactor: pH, potencial redox, crecimiento de microorganismos y remoción de color y DQO. En este se observó que el carbón activado amortiguaba el pH y potencial redox, y se incrementaba la remoción de color y pH, comprobando así su efecto como mediador redox. ¿ Se obtuvieron isotermas de adsorcipon y se realizó un estudio electroquímico por cronopotenciometria, para estudiar el efecto adsortivo y mediador del carbón activado; este estudio se realizó mediante electrodos de pasta de carbono, utilizando el mismo carbón activado del estudio. Además se midieron los sitios ácidos y básicos para conocer el tipo de sitios en el carbón y se determinó que se trataba de un carbón tipo básico. ¿ Se estudió el cambio de conductividad al tener solución de colorante con carbón activado, ya que ambos afectan la conductividad del agua y al mezclarlos se observa una reducción debido a la adsorción de colorante y posteriormente aumenta hasta llegar a un equilibrio. ¿ Se estudio el efecto de la corriente sobre los microorganismos adaptados, su crecimiento y viabilidad al aplicar corriente y potencial controlado sobre un reactor de placas paralelas. Los microorganismos crecen sobre las placas de forma proporcional a la corriente o potencial aplicado, en forma de cúmulos y orientados hacia la entrada de la corriente. ¿ Se analizó la distribución de la corriente sobre el reactor por lote de placas paralelas mediante simulación utilizando COMSOL. Mediante esta simulación se puede observar como varían las líneas del campo eléctrico y como al aumentar la corriente aplicada el campo es menos uniforme y la intensidad aumenta por zonas, lo que puede llevar a la corrosión de los electrodos y al cambio en las condiciones de pH en el reactor.</p>