

Diciembre
2012

06

BOLLETÍN

A Inf tm sfera



Centro de Ciencias de la Atmósfera



Contenido

- La niebla y la ecohidrología del Bosque Mesófilo de Montaña en México
- ¡Dale un sí a la ciencia!
- Reconstrucción del destino del petróleo proveniente del pozo Macondo

COMPROMETIDOS CON LA CIENCIA Y LA SOCIEDAD

La niebla y la ecohidrología del Bosque Mesófilo de Montaña en México

La presencia de niebla se considera generalmente como un elemento positivo e importante en el funcionamiento hidrológico y ecológico de diversos ecosistemas terrestres. Esto se ve reflejado en un interés cada vez mayor por parte de la comunidad científica hacia este tema. Al realizar una búsqueda en el ISI Web of Knowledge con la combinación de las palabras “fog and hydrology” o “fog and ecology”, se obtuvo un total de 961 resultados (10 de noviembre de 2012).

La ecohidrología es un área de trabajo novedosa e interdisciplinaria, que busca entender las interacciones entre el ciclo hidrológico y los ecosistemas terrestres. La niebla es simplemente una nube en contacto con la superficie terrestre. Su presencia en forma de numerosas y muy pequeñas gotas de agua produce una visión limitada de los objetos. Por tanto, no es sorprendente que la densidad de la niebla se exprese en términos de la visibilidad, que es la distancia a la cual se puede observar claramente un objeto o una luz.

La niebla puede influenciar en la ecohidrología de los ecosistemas de diferentes formas. Probablemente la más conocida es el proceso de deposición de niebla, que también se conoce como *intercepción de niebla* o *goteo de niebla*. Las gotitas de agua de niebla tienen un diámetro menor a 0.1 mm, mucho más pequeño que el de las gotas de lluvia, las cuales tienen diámetros que van de los 0.5 a 4 mm. Por consiguiente, las gotitas de niebla son por lo general lo suficientemente pequeñas como para que la gravedad no tenga un efecto en sus movimientos, lo que hace que permanezcan suspendidas en el aire.

Sin embargo, cuando una masa de aire pasa sobre el dosel de los árboles, las gotitas son transportadas hacia la vegetación por los remolinos que se crean en la interfaz vegetación-atmósfera. Una vez dentro de la vegetación, las gotitas pueden impactarse en las hojas, ramas y otros elementos de la misma. Si este proceso se lleva a cabo por un tiempo suficientemente largo, las gotas depositadas sobre la superficie de la vegetación pueden llegar a ser lo suficientemente grandes como para caer al suelo. De esta forma, el goteo de niebla se puede considerar como una entrada de agua adicional a los ecosistemas, incrementando sus rendimientos hídricos (la diferencia entre las

entradas de agua por precipitación y las pérdidas por evapotranspiración).

El transporte de niebla hacia el interior de la capa de vegetación es regulado por el denominado proceso de difusión turbulenta. La tasa de difusión turbulenta es proporcional a la rugosidad aerodinámica de la superficie, la cual a su vez es una función de la altura de la vegetación. La vegetación aerodinámicamente lisa, como la de un pastizal, tiene una resistencia al transporte turbulento mucho mayor comparado con la vegetación rugosa que caracteriza al bosque. Además, el bosque, por lo general, tiene mucho más follaje y mejor expuesto que el de un pastizal. El resultado de esto es que la tasa de deposición de niebla sobre los bosques es típicamente un orden de magnitud mayor comparado con la de los pastizales. Por lo tanto, en aquellas regiones afectadas por la niebla en el mundo, la deforestación puede causar una disminución significativa en la entrada de agua, debido a la pérdida del componente de intercepción de niebla.

Por otra parte, la presencia de niebla también reduce la insolación y el déficit de humedad atmosférica. Como resultado, los ecosistemas con la presencia constante de niebla pueden presentar menores pérdidas de agua por evapotranspiración, y por tanto, rendimientos hídricos más altos comparados con ecosistemas con poca niebla, lo cual, desde un punto de vista hidrológico es muy importante.

Además, se ha demostrado que muchas plantas en ecosistemas de niebla tienen la capacidad de absorber el agua de la niebla que fue interceptada por sus hojas. Esto se conoce como *absorción foliar de niebla*, y ha demostrado tener muchos beneficios a nivel fisiológico, como la hidratación directa de las hojas y una mayor fotosíntesis después de que las hojas se secan.

El bosque de secuoyas en California, EUA

El Dr. Todd Dawson y su equipo de investigación de la Universidad de California-Berkeley (EUA) han proporcionado ejemplos fascinantes sobre la relevancia de la niebla en el funcionamiento ecosistémico de los bosques. Ellos han estudiado el papel de la niebla en los procesos ecohidrológicos del bosque de secuoyas costeras (*Sequoia sempervirens*) del norte de California. La secuoya costera es la especie arbórea más alta del planeta. En el verano cuando la lluvia es escasa en California, el bosque de secuoya se encuentra frecuentemente envuelto en la niebla. La niebla en esta región se forma por el enfriamiento del aire sobre la superficie fría del Océano Pacífico a lo largo de la costa de California y es advectada hacia tierra adentro por brisa marina.

La investigación realizada por el Dr. Dawson y sus colegas mostró que el 34% de la entrada de agua anual en el bosque de secuoya proviene del goteo por niebla. Además, análisis de isótopos estables de muestras de agua de lluvia, niebla, suelo y tejido xilemático (tejido vegetal que transporta líquidos, sales minerales y otros nutrientes desde la raíz hasta las hojas de las plantas) en los árboles mostraron que la entrada de agua de niebla constituye entre el 13 y el 45% del consumo anual de agua (transpiración) de estos árboles. Por lo tanto, a través de la interceptación de niebla, las secuoyas mismas proporcionan una gran parte del agua que consumen durante su transpiración. Otros ejemplos de ecosistemas secos costeros, que en gran medida, si no del todo, dependen de entradas de agua por nieblas marinas provienen del norte de Chile y de la isla Guadalupe situada a 260 km de la costa de Baja California.

El bosque de niebla en la montaña

El bosque de niebla en las regiones de montaña es otro ejemplo icónico de un ecosistema, en el cual su composición, estructura y funcionamiento están fuertemente influenciados por la presencia de niebla. Los bosques de niebla se encuentran comúnmente en el lado barlovento de las montañas expuestas a las masas de aire húmedas del océano. La forma y apariencia del bosque de niebla varían mucho de acuerdo con las condiciones climáticas, incluyendo la frecuencia de ocurrencia de niebla, y edáficas.

Durante mi doctorado, tuve la oportunidad de trabajar en el bosque de niebla de Puerto Rico. El

bosque de niebla en este lugar está compuesto por árboles muy pequeños (tan sólo 3 m de altura), con troncos retorcidos e inclinados por el viento, los cuales están complementamente cubiertos por plantas epífitas de todos los tipos. Los bosques de niebla de muy baja estatura como el de Puerto Rico los llaman comúnmente bosques enanos. Se cree que la combinación de un suelo poco profundo y muy húmedo es la razón de su baja estatura. Las condiciones húmedas del suelo son el resultado de la niebla persistente en este sitio (aproximadamente el 80% del tiempo) y de su alta precipitación (con un total aproximado de 4500 mm por año).

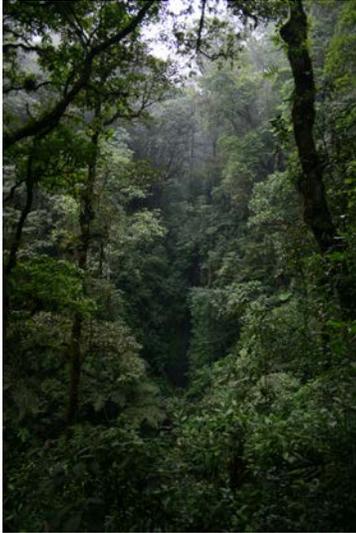


Bosque de niebla enano en la zona de Pico del Este, Puerto Rico. Fotografía: Friso Holwerda.

El Bosque Mesófilo de Montaña de México

El bosque de niebla en México se conoce comúnmente como *Bosque Mesófilo de Montaña* (BMM). Los BMM se encuentran principalmente en la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre del Sur y la Sierra Madre de Chiapas a una altitud entre los 1100 y 2000 m s.n.m., aunque este rango varía según la latitud y la distancia al mar. Durante mi posdoctorado trabajé con un grupo de investigación multinacional y multidisciplinario, el cual estuvo enfocado a estudiar los efectos del cambio de uso del suelo sobre los procesos ecohidrológicos del BMM en el centro de Veracruz. La estructura del BMM en Veracruz es muy distinta a la del bosque de niebla enano en Puerto Rico. La altura de su dosel varía entre los 25 y 30 m, aunque algunos árboles pueden alcanzar los 40 m de altura. Además, estos árboles están cubier-

tos con mucho menos epífitas en comparación con el bosque de Puerto Rico.



Bosque Mesófilo de Montaña en La Cortadura, municipio de Coatepec, Veracruz.

Fotografía: Lyssette Muñoz.

Como parte de mi investigación, cuantifiqué la deposición de niebla en un BMM maduro y en un BMM en regeneración natural, con una edad aproximada de 20 años. Ambos bosques se localizan en la Reserva Forestal “La Cortadura” del municipio de Coatepec, Ver. a una altitud promedio de 2100 m s.n.m. Durante el 2006-2008, llevé a cabo mediciones de la lluvia, niebla, escurrimiento foliar y escurrimiento troncal en estos bosques. La presencia de la niebla se midió en una área abierta entre los dos bosques, utilizando un colector de niebla.



Estación meteorológica con colector de niebla en La Cortadura.

Fotografía: Friso Holwerda.

El colector consistió en una malla fina de forma cilíndrica con un embudo instalado en la parte inferior. Su funcionamiento es el siguiente: Las gotitas de niebla transportadas por el viento son impactadas en la pantalla del colector. Una vez que la pantalla está lo suficientemente humedecida por la niebla, el agua interceptada comienza a drenar en el embudo, de donde es llevado a un pluviómetro tipo balancín para medir los volúmenes de agua colectados.

Es importante mencionar que la cantidad de niebla interceptada por un colector de niebla es mucho mayor a la cantidad que se deposita sobre la vegetación. La razón de esto es que el colector recibe la niebla a una tasa igual a la velocidad del viento, mientras que el transporte de la niebla hacia la vegetación ocurre a través de movimientos verticales de aire (la turbulencia). Además, el material con el cual se construye el colector posee una alta eficiencia de captura de niebla, por tanto esta es otra razón por la cual el colector intercepta más agua de niebla.

Si se determinan todos los otros componentes del balance hídrico del dosel (la lluvia, escurrimiento foliar, etc.), se puede calcular la deposición de niebla por diferencia. Un resultado interesante que obtuve fue que los eventos de precipitación con cantidades medibles de goteo por niebla solamente ocurrieron durante la estación seca (noviembre a abril). La deposición de niebla en esta época fue de 50 mm para el BMM maduro y 40 mm para el BMM secundario.



Niebla en La Cortadura.

Fotografía: Martín Gómez Cárdenas.

Estas cantidades fueron equivalentes a un 6-8% de la lluvia en la época de secas (~650 mm), y a $\leq 2\%$ de la lluvia total anual en esta zona de estudio (~3200 mm). Por lo tanto, desde un punto de vista hidrológico, las entradas de agua por goteo de niebla son prácticamente despreciables comparado con la cantidad de agua que cae como lluvia en esta región. Las principales razones de esto son la baja frecuencia de ocurrencia de niebla (aproximadamente el 20% del tiempo durante la época seca) y la baja velocidad del viento ($1-2 \text{ m s}^{-1}$). A manera de comparación, la deposición de niebla que medí en el bosque enano de Puerto Rico fue mucho mayor (aproximadamente 800 mm por año), lo que refleja una mayor presencia de niebla (80% del tiempo) así como velocidades del viento más altas (5 m s^{-1}) en ese sitio.

La Dra. Sybil Gotsch del Franklin and Marshall College en Pennsylvania (EUA.) investigó la importancia de la niebla en la ecología del BMM. Ella determinó la absorción foliar de niebla en una de las especies dominantes de encino (*Quercus lanceifolia*) del BMM en Veracruz. Para ello, instaló sensores de flujo de savia en las ramas de las copas de tres encinos (de 20 a 25 m de altura), y midió la velocidad de movimiento del agua en el xilema.



La Dra. Gotsch trabajando en la copa de un encino.

Los sensores utilizados permitieron medir el flujo de savia en dos direcciones, tanto el flujo inducido por la transpiración (de la rama hacia la hoja) como el flujo relacionado con la absorción foliar de niebla (de la hoja hacia la rama). La razón por la cual los sensores fueron instalados en las ramas y no en

el tronco del árbol cercano al suelo, lo que es más común en estudios de transpiración, es porque muy probablemente no se iba a observar el flujo de savia en reversa causado por la absorción de niebla a una distancia lejos de la copa del árbol debido al gran almacenamiento de agua de estos encinos.

Los resultados del trabajo de la Dra. Gotsch mostraron que la cantidad de agua absorbida de la niebla por las hojas de los encinos durante la estación seca fue equivalente al 9% del agua consumida por transpiración durante este período. Tiene sentido pensar que en ausencia de esta absorción foliar, el agua habría tenido que ser extraída de la reserva de agua disponible en el suelo. Además, la absorción foliar tiene importantes beneficios ecológicos para los encinos. Estos árboles tan altos aumentan el potencial hídrico de sus hojas más distales mucho más rápido a través de la absorción de agua por sus hojas, en vez de absorber el agua por sus raíces. Esto, a su vez, mejora los procesos de fotosíntesis, y por consiguiente el crecimiento, después de que la niebla se disipa y la superficie de las hojas se seca.

A escala global, existe cada vez más evidencia que las más altas temperaturas del mar y en la superficie terrestre como consecuencia del cambio en el uso de suelo y climático, provocarán periodos de sequía más pronunciados y una disminución de la presencia de niebla en los bosques de montaña. Por tanto, se requiere más trabajo para poder cuantificar el impacto del cambio global sobre el hidroclima del BMM en México, junto con estudios que evalúen los efectos relacionados sobre el funcionamiento ecohidrológico de este ecosistema, altamente valorado por su biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.

Texto del Dr. Friso Holwerda, grupo de Hidrología y meteorología, CCA, UNAM, México y de la Dra. Sybil Gotsch, Franklin and Marshall College, PA, EUA.

¡DALE UN SÍ A LA CIENCIA!

Consulta ciudadana en Internet para definir problemas que la ciencia y la tecnología enfrentará en el año 2030.

La construcción de una sociedad democrática, equitativa y con desarrollo sustentable, requiere hacer que la ciencia y la tecnología formen parte medular de la agenda nacional y que la ciudadanía participe en la toma de decisiones y conozca los avances, logros, dificultades y alternativas asociados a la generación y difusión del conocimiento.

La Agenda Ciudadana de Ciencia, Tecnología e Innovación es una consulta a nivel nacional que se realiza por primera vez en México. Este proyecto consiste en que la población podrá elegir, de entre 10 retos, los tres que considere más importantes y que se deben afrontar con la participación de la ciencia y la tecnología para alcanzar una mejor calidad de vida en el horizonte del año 2030.

En esta primera consulta, que se llevará a cabo hasta el día 30 de enero de 2013, se plantean retos en temas de agua, cambio climático, educación, energía, investigación espacial, ambiente, migración, salud mental y adicciones, salud pública y seguridad alimentaria. Los ciudadanos, incluyendo menores de edad, podrán emitir su voto en: www.agendaciudadana.mx; además, la consulta se realizará también en centros públicos destinados especialmente para esta actividad.

Los resultados de esta Agenda se presentarán formalmente al nuevo gobierno, a los legisladores y al sector empresarial del país. También, se elaborarán 10 libros temáticos de cada uno de los retos, de manera que tanto la consulta ciudadana como los libros sean considerados como el resultado de la reflexión conjunta de la sociedad y los académicos para proponer opciones de solución a los grandes problemas nacionales.

Entre las instituciones que organizan la Agenda Ciudadana de Ciencia, Tecnología e Innovación se encuentran la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), el Instituto Politécnico Nacional (IPN), la Unión de Universidades de América Latina



Página web de la Agenda Ciudadana de Ciencia, Tecnología e Innovación, México 2012

(UDUAL), la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), el Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal (ICyTDF), el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV), la Asociación Mexicana de Museos y Centros de Ciencia y Tecnología (AMMCCyT), y el Centro de Capacitación Cinematográfica (CCC), entre otras más.

Antecedentes

Esta iniciativa tiene su antecedente en España. En 2010, la Fundación Española para la Ciencia y Tecnología, y el Ministerio de Ciencia e Innovación llevaron a cabo este ejercicio con el propósito de conformar una agenda iberoamericana de ciencia y tecnología. México es el primer país de América Latina que toma la estafeta de este esfuerzo.

Uno de los factores que le da relevancia a este proyecto es que coincidirá, a finales de 2012, con la creación de una Agenda Ciudadana 2030 Iberoamericana, que contará con la participación de los países que integran la Cumbre Iberoamericana.

RECONSTRUCCIÓN DEL DESTINO DEL PETRÓLEO PROVENIENTE DEL POZO MACONDO

El accidente ocurrido el pasado 20 de abril de 2010 en la plataforma petrolera Deepwater Horizon (pozo Macondo), operada por British Petroleum, provocó el incendio, explosión y hundimiento de dicha plataforma. El grupo de Interacción Océano-Atmósfera del Centro de Ciencias de la Atmósfera realizó una reconstrucción del destino del petróleo a partir de modelos numéricos.



Imagen de Internet sobre el vertido de petróleo en el Golfo de México. 2010

La plataforma petrolera Deepwater Horizon se construyó en el año 2001, siendo entonces una torre de perforación de quinta generación, semisumergible y una de las más grandes en aguas profundas, con capacidad para perforar a una profundidad máxima de 9,100 m. Esta plataforma tenía como propósito perforar pozos petrolíferos en el subsuelo marino trasladándose de un lugar a otro conforme se requiriera.

La torre de British Petroleum (BP) se encontraba en la fase final de la perforación de un pozo cuando sucedió una explosión el 20 de abril de 2010, provocando un incendio en el sitio. De acuerdo con algunos periódicos de circulación nacional e internacional, once personas estaban desaparecidas y siete trabajadores fueron llevados vía aérea a la estación naval en Nueva Orleans. La plataforma Deepwater Horizon se hundió dos días después de la explosión, a una profundidad aproximada de 1,500 metros.

Como consecuencia del accidente se produjo un

derrame petrolero que generó preocupación en la sociedad, la comunidad científica y los gobiernos de México y Estados Unidos por su posible impacto sobre los ecosistemas, las especies vulnerables (muchas de ellas protegidas) y las pesquerías. La contaminación provocada por el accidente también puede tener consecuencias para la salud humana, al contaminarse los productos que se consumen, así como para la industria del turismo.

Las estimaciones sobre la cantidad de petróleo derramado a lo largo del período en que el pozo Macondo estuvo fuera de control, se basan en el reporte técnico Oil Budget Calculator (OBC), elaborado por The Federal Interagency Solutions Group que fue creado por el gobierno de los Estados Unidos para atender el accidente.

A través de mediciones directas y de las mejores estimaciones científicas disponibles, el OBC reportó un flujo de petróleo de alrededor de 60 mil barriles



Imagen de Internet sobre las costas de Estados Unidos, después del derrame petrolero. 2010

diarios y un total de petróleo derramado de aproximadamente 4.9 millones de barriles, con un 10% de incertidumbre. Cabe mencionar que las estimaciones del crudo vertido fueron cambiando a lo largo del tiempo, ya que inicialmente BP y el gobierno de los Estados Unidos calcularon valores mucho menores. Investigadores independientes llamaron la atención señalando que las estimaciones iniciales (5 mil barriles por día) estaban muy lejos de lo que las imágenes de satélite sugerían. Entre ellos, el Dr. Ian McDonald de la Universidad Estatal de Florida indicó, a principios de Mayo de 2010, que el derrame era de más de 25,000 barriles diarios. Posteriormente, otras estimaciones mostraron que el derrame era mucho mayor.

Ante esta situación, el Instituto Nacional de Ecología (INE), la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) tuvieron el interés de conocer el impacto que este derrame pudiera haber ocasionado en las costas y aguas mexicanas. Para ello, estas instituciones acordaron realizar varios estudios, incluyendo varias campañas de monitoreo, y una reconstrucción de las concentraciones del petróleo derramado en el Golfo de México, la cual fue realizada por el grupo de Interacción Océano-Atmósfera del Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA) de la UNAM.

Reconstrucción de los daños

El grupo de investigación del CCA desarrolló una

reconstrucción de la evolución del petróleo derramado a raíz del accidente del pozo Macondo mediante simulaciones numéricas y considerando tres escenarios distintos basados en la información proporcionada por el OBC. Para ello utilizaron el modelo de circulación oceánica Hybrid Coordinate Ocean Model (HYCOM), el modelo meteorológico Weather Research and Forecasting (WRF), y datos satelitales que permitieron estimar la extensión de la mancha de petróleo en superficie.

El estudio incluyó la revisión de los procesos que se dan conforme el petróleo va subiendo a la superficie y cuando se encuentra en la superficie misma, como son evaporación, dispersión, dilución y sedimentación.

La vida media del petróleo depende de su tipo, si es petróleo ligero o petróleo pesado, además del tamaño de las partículas. El petróleo ligero tiene la característica de que se diluye en el agua y, al llegar a la superficie, se evapora hacia la atmósfera en pocas horas o, a lo mucho, en días. Los componentes más pesados del petróleo son los que tienen una vida más larga y pueden evolucionar de diferente forma. Dependiendo del tamaño de las gotas, el petróleo puede sobrevivir más tiempo y, a veces, generar una especie de bolas de alquitrán y formar costras que se observan en algunas playas. Cuando estas costras llegan a las playas pueden durar muchos días o incluso años, dependiendo de las condiciones de la playa y de su espesor. Cuando el petróleo es pesado se queda en el fondo del mar, acumulándose en los sedimentos.

En la simulación realizada en el CCA se consideró la evolución espacial del petróleo, junto con su desintegración por procesos como evaporación, dispersión, disolución, emulsificación (mezcla de agua y petróleo), formación de capas delgadas de aceite, formación de bolas de alquitrán (tarballs) y/o biodegradación. Los resultados de esta simulación son almacenados cada 6 horas y fueron graficados para tener una estimación visual.

Escenarios simulados

Con los datos reportados por la OBC, introducidos en ecuaciones para realizar la simulación numérica, se obtuvo una velocidad de degradación del petróleo y, con ello, se generaron tres escenarios.

Los escenarios simulados se obtuvieron con datos de corrientes oceánicas y vientos realistas, pero variando la tasa de decaimiento de las partículas. En el escenario uno se consideraron partículas inertes, es decir, sin ningún decaimiento. En dicho escenario el petróleo se dirige hacia las costas del norte, es decir, de estados como Mississippi, Alabama, Florida y Louisiana. Se observó también que, si el petróleo no se hubiera disuelto o degradado y hubiera permanecido hasta los meses de Noviembre o Diciembre, éste hubiera llegado a las costas mexicanas a lo largo de la plataforma continental de la mayor parte de Tamaulipas y Veracruz, incluyendo el norte de la península de Yucatán.

En los escenarios 2 y 3 se consideró una tasa de biodegradación del orden de 60 y 15 días, respectivamente. Los valores publicados son similares a los del tercer escenario. En estos escenarios se encontró que la posibilidad de que el petróleo llegara a costas mexicanas es casi nula.

Los resultados se compararon con las observaciones satelitales de la cantidad de petróleo derramado, mostrando un buen desempeño de las simulaciones. A diferencia de los Estados Unidos, en México no existen reportes de que el petróleo haya llegado a nuestras costas.

Medidas de remediación

Además de los procesos naturales, el hidrocarburo derramado fue removido por diversas actividades humanas. En el derrame de BP se aplicaron dispersantes químicos en superficie y directamente en el sitio de la fuga. También se recuperó petróleo en la superficie del mar y en las costas por medio de barreras y barcos recolectores (skimmers) y se prendió fuego al petróleo en la superficie cuando las condiciones de concentración y edad del petróleo lo permitieron.

En el OBC se estimó que el petróleo quemado, recuperado en superficie y recuperado directamente desde la cabeza del pozo representó un 25%. Otro 25% se evaporó o disolvió en forma natural. Aproximadamente el 24% se dispersó en forma natural o con la ayuda de dispersantes químicos, formando gotas microscópicas de petróleo en las aguas del Golfo. El resto, alrededor del 26%, permaneció en la superficie como una delgada película o en forma de bolas de alquitrán o tarballs formadas después de un tiempo de interacción con la intemperie o llegaron a las

costas o sedimentos. Se estima que 5% se quemó en forma controlada y 3% se recuperó.

Las bolas de alquitrán se disuelven y/o biodegradan a una tasa que depende de la temperatura, la presencia de oxígeno, la energía del oleaje, la intensidad de las corrientes y la presencia de bacterias que degradan hidrocarburos, en un proceso que toma de semanas a años.

Para el accidente de BP se aplicaron aproximadamente 2.1 millones de galones de dispersantes, de los cuales, 0.77 millones se aplicaron directamente en la descarga del fondo del mar y 1.4 millones de galones se rociaron sobre la superficie. El efecto de los dispersantes en la superficie fue el inhibir la formación de emulsiones y favorecer la dispersión.

La recuperación de agua con petróleo y la quema controlada variaron mucho a lo largo del tiempo, dependiendo de las condiciones atmosféricas y oceánicas, observándose periodos en que se llevaron a cabo estas actividades. El recuperado en costas, también se realizó en forma discontinua, destacando un esfuerzo posterior al control del pozo.

Este derrame fue diferente a otros ocurridos con anterioridad, como el Ixtoc en 1979, ya que el derrame de BP sucedió en aguas profundas, a 1,500 metros bajo la superficie del mar. Esto permite que, en su ascenso hacia la superficie, el petróleo suba por la columna de agua dispersándose y disolviéndose, cambiando la composición del petróleo que finalmente llega hacia el exterior. Estos procesos, y los que se llevan a cabo en la superficie, cambian las propiedades físicas y químicas del petróleo, afectando



Imagen de Internet sobre un ave afectada por el derrame petrolero. 2010.

su destino final. Sin embargo, el impacto real del derrame petrolero del Pozo Macondo se conocerá hasta después de algunos años.

Conclusiones del estudio

Tanto el modelo WRF como el modelo HYCOM son modelos mundialmente reconocidos y son las herramientas de trabajo principales de muchas instituciones dedicadas al estudio de la interacción entre el océano y la atmósfera. Con los campos de corrientes y vientos que el grupo de Interacción océano-atmósfera simuló utilizando los modelos HYCOM y WRF, y con la información de los montos de crudo derramado, recolectado, quemado, etc., se hizo una reconstrucción de la evolución de las concentraciones del petróleo derramado en el Golfo de México como producto del accidente de la plataforma de British Petroleum ocurrido en 2010.

El Dr. Jorge Zavala, responsable del proyecto, expresó que el estudio sugiere que es muy poco probable que el petróleo derramado por la plataforma Deepwater Horizon haya llegado a las costas mexicanas debido a lo siguiente:

- El evento sucedió durante la primavera y el verano cuando las condiciones atmosféricas y oceánicas no favorecen el transporte hacia el occidente del Golfo de México. En esta época, los vientos y las corrientes superficiales favorecen el transporte hacia el norte
- Los procesos naturales y las actividades humanas removieron la mayor parte del petróleo en



Imagen de Internet sobre el derrame petrolero. 2010.

pocas semanas o días, no permitiendo que cantidades observables de petróleo sobrevivieran hasta el otoño, cuando las condiciones oceánicas y atmosféricas favorecen el transporte hacia el occidente.

- Otro factor por el cual el petróleo se degradó rápidamente es que en el Golfo de México existen, de forma natural, emanaciones de petróleo lo que ha dado lugar a la presencia permanente de bacterias que lo degradan.

Con información del Dr. Jorge Zavala, Interacción océano-atmósfera, CCA, UNAM



Imagen de Internet. Un año después del mayor derrame petrolero en la historia de los Estados Unidos.

Próximos eventos

		
<i>Seminario del Centro de Ciencias de la Atmósfera y de El Colegio Nacional</i>		
Todos los viernes Auditorio Dr. Julián Adem Centro de Ciencias de la Atmósfera		
12:00 h.	Conferencia	
13:00 h.	Discusión sobre el tiempo meteorológico	
<i>Informes al 5622-4070 Unidad de Comunicación comunicacion@atmosfera.unam.mx</i>		

IV Congreso Nacional de Estudiantes de Ciencias de la Tierra



**FACULTAD DE CIENCIAS
UNAM**

**20 al 23 de marzo
de 2013**

<http://sistemas.fciencias.unam.mx/~cnect/index.html>

DIRECTORIO

UNAM

Dr. José Narro Robles
Rector

Lic. Enrique del Val Blanco
Secretario Administrativo

Dr. Carlos Arámburo de la Hoz
Coordinador de la Investigación Científica

Lic. Enrique Balp Díaz
Director General de Comunicación Social

CENTRO DE CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA

Dra. María Amparo Martínez Arroyo
Directora

Dr. Steven Czitrom Baus
Secretario Académico

Dr. Michel Grutter de la Mora
Responsable de la Unidad de Vinculación

Fís. José Ramón Hernández Balanzar
Secretario Técnico

C.P. Juan Luis Bringas Mercado
Secretario Administrativo

M. en E. Claudio Amescua García
Jefe de Sección Editorial

INFO-ATMÓSFERA

Coordinación editorial L.C.C. Sandra Isabel Delgado Vivían
Diseño Pietro Villalobos Peñalosa

Consejo editorial

Claudio Amescua García, Steven Czitrom Baus, Diana L. Franco González, René Garduño López, Michel Grutter de la Mora, José Ramón Hernández Balanzar, Amparo Martínez Arroyo

Boletín informativo del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, que se publica bimestralmente, a través de la página principal del Centro y otros medios digitales. Mediante esta publicación se comunica y difunde a públicos internos y externos las actividades académicas y de investigación producidas en el CCA. Agradecemos a la D.G. Bertilde Citlalli Herrera Melchor por su contribución al diseño del logotipo de este boletín.

La presentación y redacción de los textos es responsabilidad de la Coordinación editorial de Info-Atmósfera

Visita nuestra página de Internet

<http://www.atmosfera.unam.mx>

Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México

Circuito Exterior s/n. Zona de Institutos

Ciudad Universitaria, 04510. México, D.F.

Escríbenos a: comunicacion@atmosfera.unam.mx

Tel. 5622 - 4070