

Sesión Especial

**LAS PROPIEDADES
MAGNÉTICAS DE LOS SUELOS
Y SUS APLICACIONES:
CONTAMINACIÓN,
CLASIFICACIÓN Y USO DEL
FUEGO EN LA AGRICULTURA**

Organizadores:

Francisco Bautista

Rubén Cejudo

Bertha Aguilar

SE18-1

ESTUDIO DE MAGNETISMO AMBIENTAL EN LA CIUDAD CALEXICO CALIFORNIA (USA)

Sánchez Duque Alexander¹, Cejudo Rubén¹, Bautista Zúñiga Francisco¹, Reyes López Jaime Alonso², Solís Domínguez Fernando Amílcar³, Herrera Martínez Aseneth³, Sánchez Leyva Israel Mateo³, Aguilar Bertha⁴, Morales Juan⁴ y Gogichaishvili Avto⁴

¹Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM

²Laboratorio de Ciencia y Tecnología del Agua, Suelo y Medio Ambiente, Instituto de Ingeniería, UABC

³Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, UABC

⁴Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Instituto de Geofísica, UNAM
asanchezduq@gmail.com

La problemática de la contaminación atmosférica radica en el hecho que los flujos de partículas suspendidas en el aire dependen de la dirección del viento, que generalmente se da en diferentes sentidos. De este modo, en la frontera norte de Baja California-California, se están sucediendo, hacia ambos lado de la frontera, el flujo de contaminantes por vía aérea. La ciudad de Calexico comparte la línea fronteriza con Mexicali, la cual es considerada la ciudad con la peor calidad de aire de México, según la base de datos de contaminación del aire urbano de la OMS (2011) en lo que respecta a la concentración media anual de partículas suspendidas en la atmósfera de diámetro menor a 10 μm (PM10). En este trabajo se presentan los resultados preliminares de las determinaciones de propiedades magnéticas del polvo urbano recolectado en 40 sitios sobre vialidades primarias, secundarias y terciarias a través de un muestreo sistemático bidimensional empleando una configuración de rejilla rectangular. La toma de muestras de polvo se realizó sobre una superficie de 1 a 2 m², preferentemente sobre los acotamientos de las vialidades. La separación aproximada entre sitios de muestreo fue de 500 metros y distribuidos de la siguiente forma: 10 sitios en vialidades primarias, 10 en vialidades secundarias, 10 en vialidades terciarias y 10 sitios en el occidente de la ciudad sin distinción del tipo de vialidad. Sobre estas muestras se realizarán las mediciones de susceptibilidad magnética (I^0) en alta y baja frecuencia por medio de un susceptibilímetro Bartington MS2B, curvas de adquisición de magnetización remanente isoterma (MRI) empleando un magnetizador de pulsos ASC IM10 y un magnetómetro de giro Molspin, y curvas de susceptibilidad magnética en función de la temperatura (I^0 -T) en un susceptibilímetro Bartington MS2WF. El análisis de varianza se hará para cada uno de los parámetros magnéticos para diferentes vialidades por medio del software STATGRAPHICS®. Los resultados de este estudio permitirán completar la información realizada en Mexicali que ya muestra una diferencia en los valores obtenidos para los parámetros magnéticos en polvos urbanos según el tipo de uso de suelo y vialidad donde fueron recolectados.

SE18-2

RESULTADOS PRELIMINARES DE UN ESTUDIO DE MAGNETISMO AMBIENTAL EN LA CIUDAD FRONTERIZA DE MEXICALI (MÉXICO)

Sánchez Duque Alexander¹, Cejudo Rubén¹, Bautista Zúñiga Francisco¹, Reyes López Jaime Alonso², Solís Domínguez Fernando Amílcar³, Aguilar Bertha⁴, Morales Juan⁴ y Gogichaishvili Avto⁴

¹Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM

²Laboratorio de Ciencia y Tecnología del Agua, Suelo y Medio Ambiente, Instituto de Ingeniería, UABC

³Instituto de Ingeniería, UABC

⁴Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Instituto de Geofísica, UNAM
asanchezduq@gmail.com

Mexicali es la ciudad mexicana con la peor calidad del aire según la base de datos de contaminación del aire urbano de la OMS (2011) tomando como referencia la concentración media anual de partículas de diámetro menor a 10 μm suspendido en la atmósfera (PM10). El objetivo de este trabajo fue determinar si existe una diferencia estadísticamente significativa en las propiedades magnéticas del polvo urbano recolectado en sitios con diferentes usos del suelo y tipos de vialidades. Un muestreo en 108 sitios distribuidos sistemáticamente en la ciudad y zona periurbana fue realizado en la primera quincena de abril de 2013 tomando muestras de polvo sobre una superficie de 1 m². Se realizaron mediciones de susceptibilidad magnética (I^0) en alta y baja frecuencia por medio de un susceptibilímetro Bartington MS2B, curvas de adquisición de magnetización remanente isoterma (MRI) empleando un magnetizador de pulsos ASC IM10 y un magnetómetro de giro Molspin, y curvas de susceptibilidad magnética en función de la temperatura (I^0 -T) en un susceptibilímetro Bartington MS2WF. Un análisis de varianza fue realizado para cada uno de los parámetros magnéticos para diferentes tipos de uso de suelo y vialidades por medio del software STATGRAPHICS®. La susceptibilidad magnética másica (I^0) muestra valores entre 21.3 a 688.15 $\mu\text{m}^3/\text{kg}$, con un valor medio de 159.0 $\mu\text{m}^3/\text{kg}$ indicando una distribución heterogénea de material magnético sobre la ciudad; el porcentaje de la susceptibilidad dependiente de la frecuencia (I^0 -T) presenta valores entre 0 a 4.9 que señalan la existencia de concentración baja y media de granos

superparamagnéticos; las curvas de MRI obtenidas muestran una saturación entre 200 y 300 mT indican la presencia de material magnético de baja coercitividad; la MRI de saturación muestra diferentes valores para cada uso de suelo. Las curvas I^0 -T muestran un decaimiento de la señal magnética alrededor de 580 $^{\circ}\text{C}$ indicando la presencia de magnetita con contenido de Ti. El análisis de varianza realizado con los valores de I^0 y I^0 -T para uso de suelo y vialidad muestra que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05 para ambos casos por lo que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las categorías con un nivel del 95% de confianza. La susceptibilidad magnética en baja frecuencia revela la presencia de partículas magnéticas de diámetro inferior a 10 μm para algunos sitios de las categorías de uso de suelo industrial y comercial con vialidad de tipo primaria. Se concluye que si existe una diferencia en los valores obtenidos para los parámetros magnéticos en polvos urbanos según el tipo de uso de suelo y vialidad donde fueron recolectados.

SE18-3

PROPIEDADES MAGNÉTICAS DE POLVO URBANO ADSORBIDO EN HOJAS DE FICUS BENJAMINA Y SU RELACIÓN CON LOS METALES PESADOS

Cejudo Rubén¹, Bautista Zúñiga Francisco², Delgado Carmen², Ramos Hernández Silvia³, Cossio Pérez Iris³, Hernández Ángeles³, Aguilar Bertha⁴, Morales Juan⁴ y Gogichaishvili Avto⁴

¹Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, CIGA UNAM

²Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM

³Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Escuela de Biología, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

⁴Instituto de Geofísica-UNAM

rcejudo@ciga.unam.mx

This study was aimed to identify some key magnetic parameters showing best relationships with the concentration of heavy metals in Ficus benjamina's leaves, as well as their spatial distribution in order to be used as a proxy for the atmospheric pollution monitoring Mexico City. 89 samples of leaves from different points of the city were collected during the March 2011 campaign. Magnetic parameters determined were: mass magnetic susceptibility (χ), percentage of dependent on frequency magnetic susceptibility (χ_{DF} %), saturation isothermal remnant magnetization (SIRM) and the MRIS/#, S-25 and S-200 ratios. Heavy metals concentration determinations were carried out by means of an ICP-MS facilities. Heavy metals, non-metals and metalloids yielded a higher correlation between χ and SIRM for Zn and between χ_{DF} % and S-200 for Pb.

SE18-4

PROPIEDADES MAGNÉTICAS Y PEDOGÉNESIS EN UN PERFIL DE SUELO CON HORIZONTES CONTRASTANTES

Bautista Zúñiga Francisco¹, Gogichaishvili Avto², Delgado María José³, Aguilar Bertha², Sánchez Antonio³, Cejudo Rubén⁴, Marín Purificación³, Gil Juana María⁵ y Díaz Pereira Elvira⁵

¹Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, LUGA-CIGA

²Instituto de Geofísica-UNAM

³Departamento de Química Agrícola, Geología y Edafología, Facultad de Química, Universidad de Murcia, España

⁴Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental-UNAM

⁵Departamento de Conservación de Suelos y Agua y Manejo de Residuos Orgánicos, Campus Universitario de Espinardo, Espinardo (Murcia), España

leptosol@ciga.unam.mx

El objetivo principal de este estudio fue analizar y relacionar las propiedades magnéticas de un Kastanozem con los resultados de las técnicas convencionales en cuanto a la identificación de los horizontes de diagnóstico y procesos edáficos. Se realizaron regresiones lineales simples utilizando las propiedades magnéticas como variables independientes y las propiedades convencionales como variables dependientes. Las partículas de diámetro entre 20-50, 50-100 y 100-250 μm presentaron correlaciones significativas con las propiedades magnéticas, como S-200, MRIS y MRIS/#. En el horizonte mólico se encontraron los valores más altos de la susceptibilidad magnética; un horizonte árgico por los valores más elevados de susceptibilidad dependiente de la frecuencia en los horizontes Bt; un horizonte cálcico por la disminución de los valores en la susceptibilidad magnética másica y magnetización remanente isotérmica en los horizontes Ck; y una discontinuidad textural entre los horizontes A2 y Bt constatada por el aumento de la susceptibilidad dependiente de la frecuencia en el horizonte 2BtA. Las propiedades magnéticas del suelo revelaron que la magnetita es pedogénica y que se produce en el horizonte A. Los portadores magnéticos en los horizontes Bt son más pequeños y se relacionan con el alto porcentaje de arcilla.

SE18-5 CARTEL

**INFLUENCE OF AGRICULTURAL BURNING ON
MAGNETIC PROPERTIES IN MAYA MILPAS**Aguilar Bertha¹, Carrancho Angel², Gogichaishvili Avto³, Quintana Owen Patricia⁴,
Bautista Zúñiga Francisco⁵, Morales Juan³, Faust Betty⁶ y Calvo Rathert Manuel⁷¹Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Instituto de Geofísica, UNAM²Área de Prehistoria, Dpto. CC. Históricas y Geografía, Edificio
I+D. Plaza Misael Bañuelos s/n 09001, Burgos, España.³LUGA, UNAM-Campus Morelia⁴Física Aplicada, CINVESTAV, Unidad Mérida, México.⁵Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Centro de Investigaciones en Geografía
Ambiental-Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia, México.⁶Centro de Investigación Científica de Yucatán⁷Universidad de Burgos, España

baquilar@geofisica.unam.mx

Maya soil management techniques considered traditional in this area include controlled burning on a rotation that includes two (or three) years of cropping and a forest management cycle of twenty years or more. The use of fire in agriculture is controversial; positions in favor of the use of fire are based on increasing soil fertility due to ash phosphorus inputs. The positions against the use of fire argue based on nutrient loss by burning, loss of organic matter and soil degradation. A detailed rock-magnetic investigation was carried out on the four most common agricultural soils in Pich, Campeche: Lithic Leptosol (LPLi), Chromic Stagnosol (STCh), Antrosol (AT) y Humic Rendzic Leptosol (LPhurz). These soil samples were heated from 250°C to 650°C using 50° C increments. We used different soil samples by each temperature level. The magnetic properties at each temperature have been measured using a Variable Field Translation Balance. Variation of rock magnetic parameters as a function of temperature allowing determination of the main magnetic minerals (primary and secondary) and their thermomagnetic stability. Changes in magnetism were correlated with temperature, but varied by soil group.

SE18-6 CARTEL

**MAGNETIC PARAMETERS AND THEIR RELATIONSHIP
WITH HEAVY METALS IN URBAN DUSTS OF MEXICO CITY**Bautista Zúñiga Francisco¹, Cejudo Rubén², Zapata Carbonell
Gonzalo³, Cortés Esquivel José Luis², Quintana Owen Patricia⁴,
Aguilar Daniel⁴, Aguilar Bertha⁵, Morales Juan⁵ y Gogichaishvili Avto⁵¹Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Centro
de Investigaciones en Geografía Ambiental, LUGA-CIGA²Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental-UNAM³Licenciatura en Ingeniería Ambiental, Universidad de Quintana Roo.⁴Centro de Investigación y de Estudios Avanzados- IPN- Unidad Mérida⁵Instituto de Geofísica-UNAM

leptosol@ciga.unam.mx

Environmental magnetism techniques have been used as proxy for the heavy metals (HM) monitoring by its correlation with magnetic parameters due its relatively low cost and high resolution. The objective of this work was to explore the relationship between the magnetic properties and HM on urban dusts samples. The magnetic susceptibility (χ) and the saturation isothermal remanent magnetization (SIRM) were measured. The content of HM were analyzed with the X ray fluorescence technique. Discriminant analyses were used to gather the samples in groups, considering the color indexes, and were related with both magnetic parameters and HM content applying multiple regressions. Five groups of samples were classified by dust-color. Group 1 correspond to very dark dusts, group 2 to dark gray, 3 to dark reddish gray, 4 to gray and 5 to reddish. On the first four groups good multiple regressions were found between magnetic susceptibility and HM, with the following values: $R^2 > 35\%$. In the case of SIRM the five groups reached values of $R^2 > 37\%$ and $p < 0.09$. In general SIRM proved to be more sensitive magnetic proxies with respect to the bulk magnetic susceptibility.

SE18-7 CARTEL

**COMPARACIÓN ENTRE LA CALIDAD DE MEDICIONES
MAGNÉTICAS EMPLEANDO PORTAMUETRAS CUBICO Y
CILÍNDRICO PARA ESTUDIOS DE MAGNETISMO AMBIENTAL**Cejudo Rubén¹, Bautista Zúñiga Francisco²,
Gogichaishvili Avto³, Aguilar Bertha⁴ y Morales Juan⁴¹Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, CIGA UNAM²Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental-UNAM³Instituto de Geofísica-UNAM⁴Instituto de Geofísica -UNAM

rcejudo@ciga.unam.mx

El empleo de un gran número de muestras en estudios de magnetismo ambiental y su almacenamiento por periodos de tiempo largo, representa un problema para los laboratorios, debido a la necesidad de adquirir un gran número de portamuestras nuevos, lo cual implica un alto costo económico y esperar un tiempo para obtener estos nuevos portamuestras. En el mercado local existen portamuestras de forma cilíndrica que son económicos y su tiempo de entrega es inmediata, por lo que pueden ser una opción de compra. El objetivo de este estudio fue realizar un análisis comparativo entre las mediciones magnéticas obtenidas por portamuestras cilíndricas conseguidas en el mercado local y los portamuestras cúbicas convencionales (ASC Scientific) con la finalidad de determinar si el portamuestra cilíndrico puede ser una opción para emplearse para los estudios magnéticos. Las mediciones de susceptibilidad magnética y la adquisición de las curvas de magnetización remanente isotérmica (MRI) se realizaron en ambos tipos de muestras con cuatro repeticiones para cada uno, las mediciones fueron realizadas sin muestra y con muestras de suelo.

Los dos datos se compararon utilizando un análisis de varianza simple para determinar si existe una variación en las mediciones magnéticas entre ambos tipos de portamuestras. Los resultados obtenidos no muestran diferencias estadísticamente significativas entre los tipos de portamuestra. Se determina que el uso de portamuestra cilíndrico no altera los parámetros magnéticos, por lo que es posible emplearse en estudios magnéticos, representando una opción económica de tiempo y dinero.

SE18-8 CARTEL

**POLVOS URBANOS COMO INDICADORES DE
CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS EN DIFERENTES
TIPOS DE USO DE SUELO: CIUDAD DE TOLUCA**Cortés Esquivel José Luis¹, Bautista Zúñiga
Francisco², Quintana Owen Patricia³ y Cejudo Rubén²¹CIGA, UNAM²CIGA-UNAM³CINVESTAV Unidad Mérida

luiguinet19@hotmail.com

La contaminación de polvos urbanos por metales pesados (MP) y óxidos en las grandes ciudades es un problema grave que afecta directamente la salud de las personas ya que estos se encuentran dispersos en el ambiente y son fácilmente inhalables por la población causando afecciones tales como el cáncer; sin embargo las ciudades están distribuidas de tal manera que las actividades en el uso de suelo se concentran en puntos específicos, por lo tanto la contaminación por MP y óxidos varía según el tipo de uso de suelo por lo que existe la necesidad de implementar técnicas que sean sencillas y que sus resultados sean confiables y rápidos. El objetivo de este trabajo fue encontrar la relación entre el contenido de MP y óxidos presentes en polvos urbanos con las diferentes estructuras urbanas en las diversas actividades en el uso del suelo utilizando técnicas proxy. Se recolectaron 89 muestras de polvos urbanos de diferentes puntos de la Ciudad de Toluca, Edo. de México, a los cuales se clasificaron dependiendo su actividad en el uso de suelo como lo son: habitacional o residencial, industria, agrícola, comercio y equipamiento; posteriormente fueron analizados con fluorescencia de rayos X mediante un espectrofotómetro Jordan Valey (EX-6600) para determinar MP y óxidos y finalmente por métodos estadísticos como el análisis discriminante para agrupación de muestras por su uso de suelo y análisis de regresiones múltiples. Los usos de suelo tuvieron una clasificación adecuada con los contenidos de MP y óxidos. En el caso de las regresiones múltiples se obtuvieron valores de r^2 de 57.5% y valores de p de 0.0. Siendo el clasificación por uso de suelo una metodología de bajo costo, rápido, sencillo y confiable por lo que puede ser considerada como un indicador Proxy.

Agradecemos a D. Aguilar, y A. Cristóbal por su valioso apoyo técnico. Este trabajo se llevó a cabo con apoyo de los proyectos FOMIX-Yucatán 2008-108160 y CONACYT LAB-2009-01 No. 123913.

SE18-9 CARTEL

PLAYAS DE ANIDACIÓN DE LA TORTUGA NEGRA EN LA COSTA MICOACANA: EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS MEDIANTE MÉTODOS MAGNÉTICOS

Fragoso Maldonado Marisol¹, Delgado Carlos², Pérez Cruz Ligia³ y Aguilar Bertha⁴

¹Laboratorio universitario de Geofísica Ambiental, LUGA-UNAM

²Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

³Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México

⁴Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo
Natural, Universidad Nacional Autónoma de México

marisolfragma@gmail.com

Las zonas de reproducción y anidación de la tortuga negra (*Chelonia agassizii*) de las playas de Colola y Maruata, en el estado de Michoacán, se encuentran actualmente en riesgo ya que se ha detectado una fuerte reducción en las poblaciones de casi todas las especies de tortuga, debido principalmente a la absorción de metales pesados por estos organismos. Aunque algunos metales pesados forman parte de las arenas de manera natural, hay que recordar que la zona ha estado expuesta durante los últimos 20 años a una intensa actividad antropogénica, de tipo industrial principalmente.

Con el fin de evaluar el nivel de contaminación en la zona, se estudiaron 6 perfiles de las playas de anidación de la tortuga negra. Se colectaron 113 muestras en tres playas y se determinó la susceptibilidad magnética así como la remanencia magnética natural e inducida, para posteriormente correlacionar éstas propiedades con el contenido de metales pesados. Muestras seleccionadas se analizaron mediante fluorescencia de rayos X, determinándose concentraciones significativas de Hg, Cu, Co, Ni, Mo, Pb, Cr y Cd, en una de las playas de estudio. Los resultados muestran que la playa de Colola, aun se encuentra en estado apropiado para la anidación mientras que las playas restantes ya están muy afectadas por la contaminación.

SE18-10 CARTEL

CARACTERIZACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN URBANA POR METALES PESADOS EN SUELOS, POLVOS Y HOJAS DE PLANTAS EN LA CIUDAD DE CALEXICO CALIFORNIA

Sánchez Duque Alexander¹, Solís Domínguez Fernando Amílcar², Bautista Zúñiga Francisco¹, Reyes López Jaime Alonso³, Herrera Martínez Aseneth², Sánchez Leyva Israel Mateo², Cejudo Rubén¹, Aguilar Bertha⁴, Morales Juan⁴ y Gogichaishvili Avto⁴

¹Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM

²Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, UABC

³Laboratorio de Ciencia y Tecnología del Agua, Suelo
y Medio Ambiente, Instituto de Ingeniería, UABC

⁴Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Instituto de Geofísica, UNAM
asanchezduq@gmail.com

La ciudad de Calexico California (USA) es frontera con Mexicali BC (México), la cual ha sido catalogada como el área urbana más contaminada de México, considerando la base de datos de calidad del aire de la OMS (2011) y según el indicador de partículas suspendidas de tamaño menor a 10 micras (PM10). Ya que la frontera política no es impedimento para los flujos de partículas suspendidas contaminantes en el aire, el estudio, además de Mexicali, incluye la zona urbana de Calexico. En este trabajo se presenta la caracterización de la contaminación urbana por metales pesados (V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn y Pb) de Calexico. Es de resaltar los efectos adversos que los niveles en exceso de ciertos metales tienen sobre la salud de ahí la importancia de cuantificarlos. Para ello se definieron 40 sitios para el muestreo de polvo urbano, suelo y plantas (hojas) sobre vialidades primarias, secundarias y terciarias a través de un muestreo sistemático bidimensional empleando una configuración de rejilla rectangular, con el fin de proporcionar un cubrimiento parejo sobre la mancha urbana. Para garantizar aleatoriedad en el muestreo, la mancha urbana se dividió en estratos según el uso de suelo y tipo de vialidad como lo recomiendan Webster y Oliver (2007). La separación aproximada entre sitios de muestreo fue de 500 metros y distribuidos de la siguiente forma: 10 sitios en vialidades primarias, 10 en vialidades secundarias, 10 en vialidades terciarias y 10 sitios en el occidente de la ciudad sin distinción del tipo de vialidad. Se espera encontrar un alto índice de contaminación en la ciudad de Calexico (USA) relacionado a los flujos de partículas suspendidas, que puede darse de la ciudad de Mexicali (México) para la mayoría de los metales pesados a analizar. Además, se espera que el índice de contaminación para cada metal pesado sea mayor en vialidades primarias y menor en estrato de uso residencial así como en vialidades terciarias. En una segunda etapa, el estudio permitirá realizar un estudio espacial y geoestadístico completo de Calexico y compararlo con la información de Mexicali.