

**Fondo Sectorial de Investigación, Desarrollo Tecnológico e  
Innovación en Actividades Espaciales**

**Clave del Proyecto:** AEM-2014-01-247741

**Título:** Comprensión de la firma de microondas en banda L sobre campos agrícolas a escala de 1 km para futuras estimaciones de humedad de suelo en México



**Responsable Técnico:** Dr. Alejandro Monsiváis Huertero

**Institución:** Instituto Politécnico Nacional

**Instituciones Participantes:  
(si aplica)** Centro Geo (México), Universidad de Florida (Estados Unidos)

**Entidad Federativa:** Ciudad de México

**Tiempo de Ejecución:** 2 años

**Hallazgos importantes no contemplados en la propuesta original**

Durante esta propuesta se desarrolló un modelo de dispersión para el análisis de campos de cultivos mediante las metodologías estándares (consideración de la vegetación y suelo como medios aleatorios). Sin embargo, se observó que a diferencia de lo que la metodología estándar que implementan la mayoría de los estudios, para el caso de observaciones de radar en banda L es necesario incluir los efectos periódicos debido a las líneas de arado. Dentro del modelo de dispersión, se incluyó esta componente y el desarrollo matemático se presentó en detalle en una publicación científica. Asimismo, en cuanto al análisis de los datos de suelo obtenido en una selva tropical se encontró que los protocolos estándares para la calibración de sensores de humedad de suelo no incluyen protocolos adaptados a suelos cársticos, lo cuales se encuentran principalmente en la península de Yucatán.

**Logros**

Durante este proyecto, se estudiaron los efectos del escalamiento de huellas satelitales para la explotación de datos espaciales de microondas gratuitos en beneficio del territorio mexicano. Específicamente, se analizaron estos datos a diferentes resoluciones espaciales (36, 9 y 3 km) para aplicaciones en campos agrícolas y en áreas heterogéneas. Para la elaboración de este proyecto, se trabajó en la explotación de datos satelitales más recientes y sin costo para el país. Adicionalmente, gracias a colaboraciones previas, se contó con la colaboración de especialistas de la Universidad de Florida con experiencia en el desarrollo de proyectos para NASA, particularmente, en el área de percepción remota satelital a frecuencia de microondas. Asimismo, se colaboró con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA por sus siglas en inglés) en el monitoreo de zonas agrícolas en Iowa. La metodología que se desarrolla y valida en este proyecto permite la explotación de imágenes SMAP para el monitoreo de campos agrícolas y zonas boscosas en territorio mexicano y, a corto plazo, el desarrollo de técnicas de inversión y asimilación para la estimación de parámetros de superficie como biomasa y humedad de suelo.

**Impacto que han tenido los resultados o que se considera que tendrán**

Este proyecto representó una excelente oportunidad para la formación de recursos humanos, especialmente dentro de programas de posgrados. Se tuvo la participación de un estudiante de maestría, cuyo financiamiento de becas fue obtenido mediante programas concurrentes de formación de jóvenes investigadores dentro del Instituto Politécnico Nacional y del CONACYT. Durante este proyecto, se llevaron a cabo estancias de estudiantes y

profesores en la Universidad de Florida mediante programas de movilidad internacional. Los módulos desarrollados en matlab y los ejecutables del modelo de retrodispersión de un campo de maíz están disponibles en la ESIME Ticomán del IPN para quienes quieran explotarlos a escala nacional. Los resultados fueron presentados en revistas nacionales e internacional.

### **Sitios WEB o Repositorio**

Los módulos desarrollados en matlab y los ejecutables del modelo de retrodispersión están disponibles en la ESIME Ticomán del IPN. Los detalles del trabajo se pueden encontrar en las publicaciones:

- 1) Hernández Sánchez, Juan Carlos; Zempoaltecatl Ramírez, Enrique; Jiménez Escalona, José Carlos; Monsiváis Huertero, Alejandro y Mosqueda Sánchez, Antonio. 2016. "Monitoreo de la humedad de suelo superficial a partir de observaciones satelitales de Microondas activas y pasivas". Ciencia UANL, 19 (81). pp. 83-88. <http://eprints.uanl.mx/8133/>
- 2) A. Monsiváis-Huertero, P.-W. Liu, and J. Judge, 2018, "Phenology-based backscattering model of sweet corn at L-band," IEEE Trans. Geosc. And Rem. Sens., doi: 10.1109/TGRS.2018.2803153. <http://ieeexplore.ieee.org/document/8304793/>
- 3) Monsiváis-Huertero, J.C Hernández-Sánchez, J.C. Jiménez-Escalona, J.M. Galeana-Pizaña, R. Magagi, and K. Goïta, 2018, "Validation of L-band soil moisture products over a tropical forest in Mexico", ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. Enviada.

**ANEXO**  
**Fondo Sectorial de Investigación, Desarrollo Tecnológico e  
Innovación en Actividades Espaciales**

**Clave del Proyecto:** AEM-2014-01-247741

**Título:** Comprensión de la firma de microondas en banda L sobre campos agrícolas a escala de 1 km para futuras estimaciones de humedad de suelo en México

**Equipo de trabajo**

Nombre	Institución	Correo
Dr. Alejandro Monsiváis Huertero	Instituto Politécnico Nacional	<a href="mailto:amonsivais@ipn.mx">amonsivais@ipn.mx</a>
Dr. José Carlos Jiménez Escalona	Instituto Politécnico Nacional	<a href="mailto:jjimeneze@ipn.mx">jjimeneze@ipn.mx</a>
Dra. Alejandra Aurelia López Caloca	Centro GEO	<a href="mailto:alopez@centrogeo.edu.mx">alopez@centrogeo.edu.mx</a>
M. en G. José Mauricio Galeana Pizaña	Centro GEO	<a href="mailto:mgaleana@centrogeo.edu.mx">mgaleana@centrogeo.edu.mx</a>
Dra. Jasmeet Judge	Universidad de Florida	<a href="mailto:jasmeet@ufl.edu">jasmeet@ufl.edu</a>
Dr. Pang-Wei Liu	Universidad de Florida	<a href="mailto:bonwei@ufl.edu">bonwei@ufl.edu</a>

**Formación de Recursos Humanos**

Nombre	Institución	Grado obtenido
Juan Carlos Hernández Sánchez	Instituto Politécnico Nacional	Maestría

**Infraestructura Adquirida**

**Detalle**

Dentro de este proyecto, no se contempló el gasto de inversión por lo que no se adquirió infraestructura nueva.