

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DEL SUELO MEDIANTE EL USO DE SENSORES REMOTOS



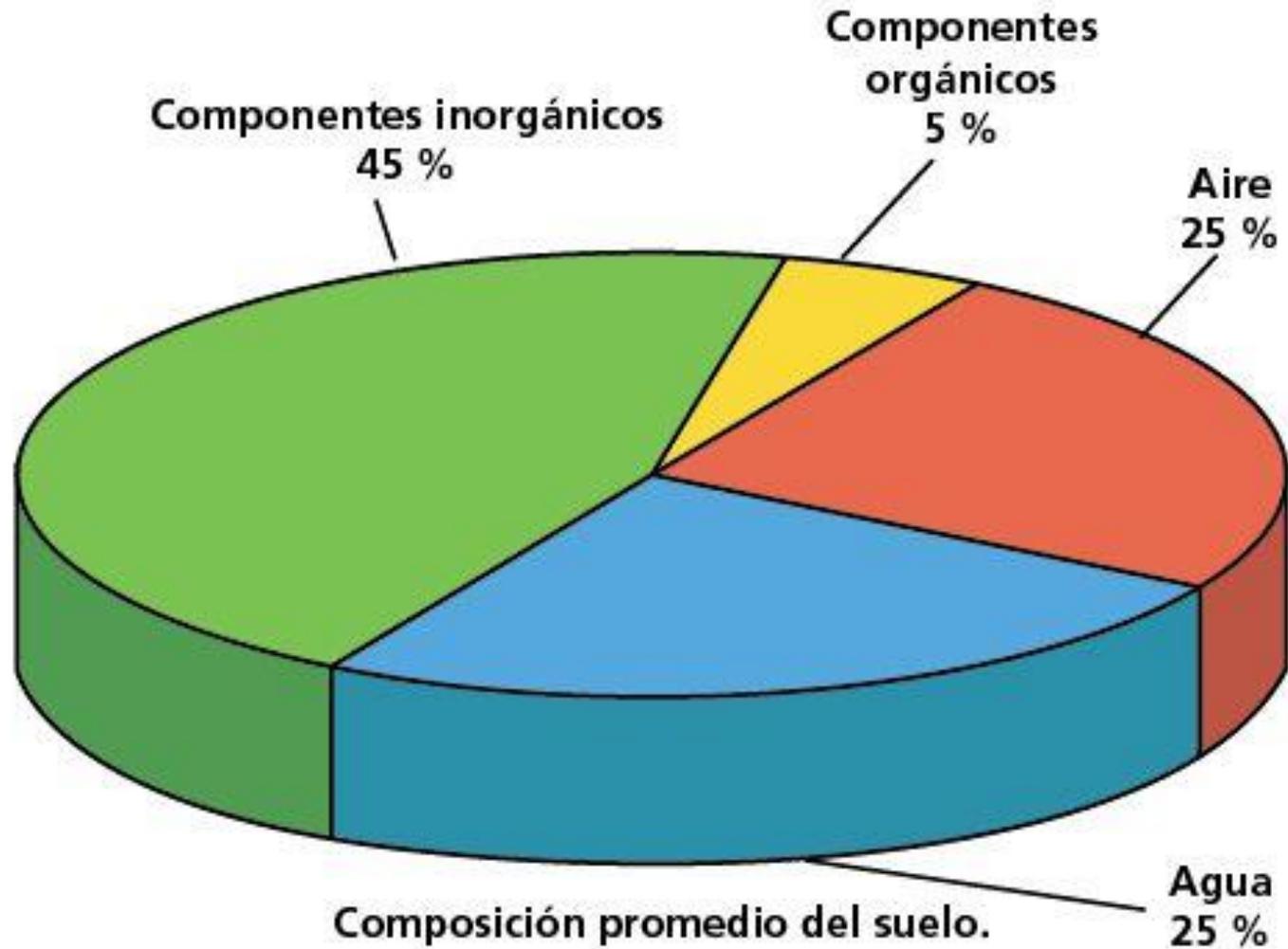
**Sergio Iván Jiménez Jiménez ;
Mariana de Jesús Marcial Pablo;
Waldo Ojeda Bustamante;
Ronald Ernesto Ontiveros Capurata**

I CONGRESO NACIONAL COMEII 2015 DE RIEGO Y DRENAJE
23 Y 24 de noviembre de 2015
Jiutepec, Morelos



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA
DEL AGUA

Introducción



Contenido de humedad en el suelo

La humedad del suelo se refiere a la cantidad de agua por volumen de suelo que existe en un área determinada



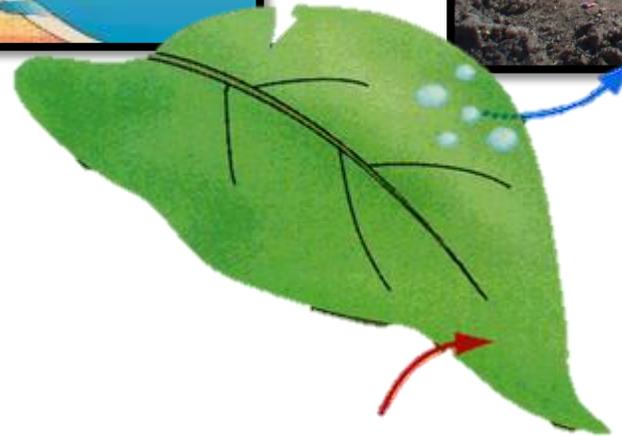
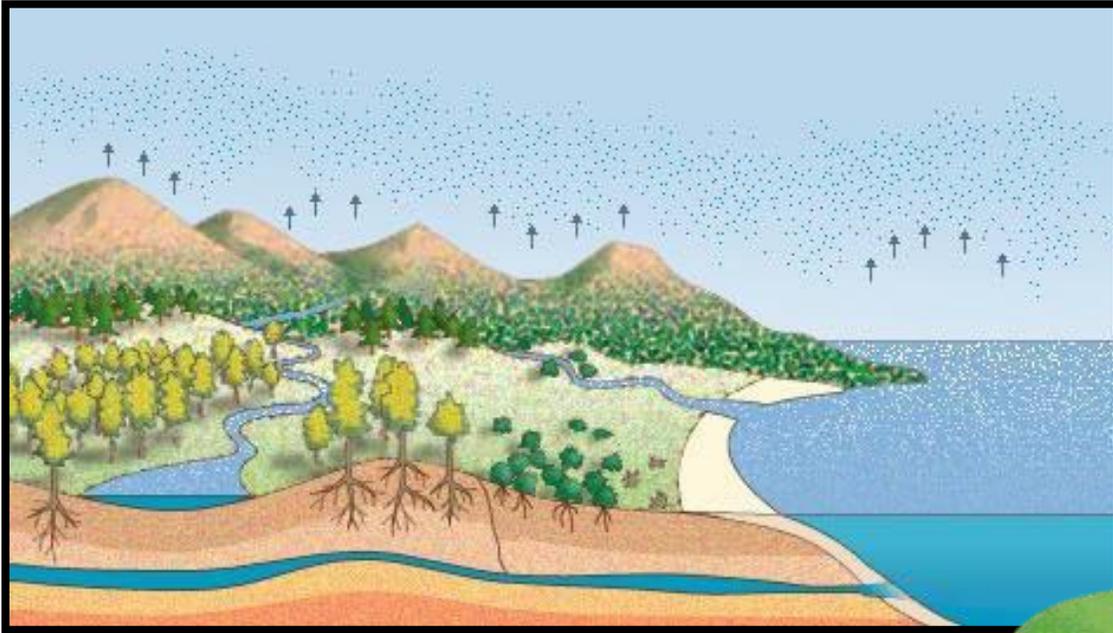
Contenido de humedad en el suelo

El contenido de humedad presente en el suelo es influenciado por :



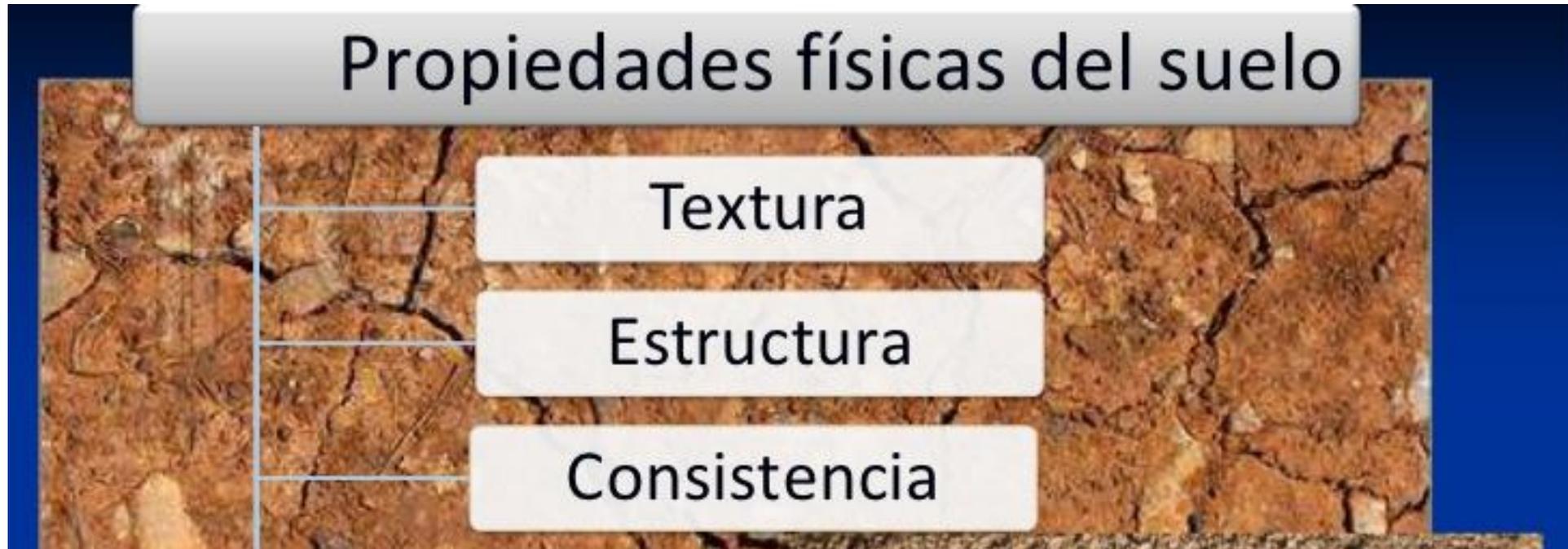
Contenido de humedad en el suelo

El contenido de humedad presente en el suelo es influenciado por :

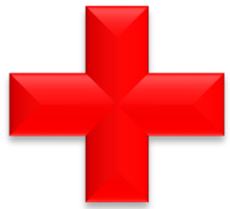


Contenido de humedad en el suelo

Determinan el grado de humedad que se almacena en el suelo



Contenido de humedad en el suelo

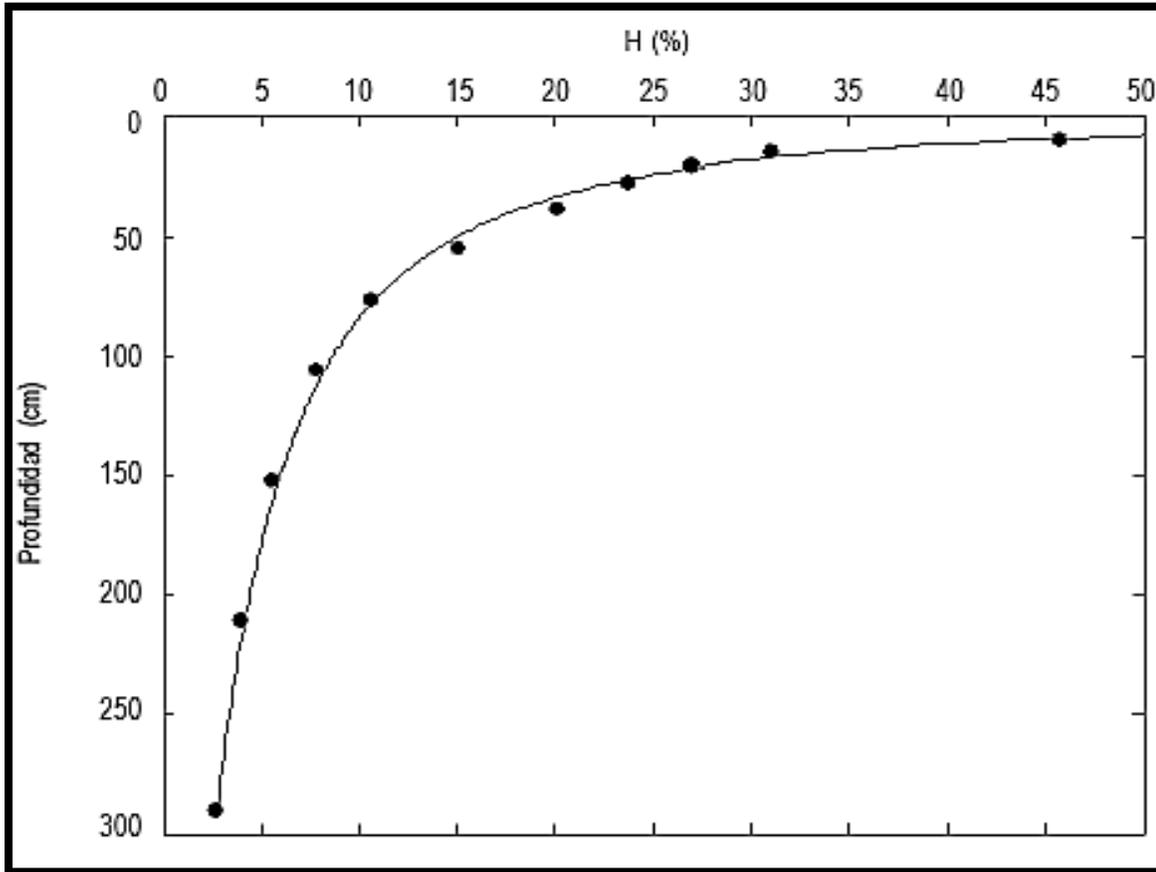


Contenido de humedad en el suelo

El contenido de humedad del suelo incluye dos componentes principales: humedad en la superficie (encontrada en los primeros 10 cm de la capa superior del suelo) y la humedad en la zona radical (encontrada entre los 10 y 200 cm de la capa superior del suelo).

La humedad en la superficie del suelo es un componente clave para abordar el intercambio de energía y agua en la superficie terrestre (Hassan-Esfahani et al., 2015).

Contenido de humedad en el suelo



Curva de humedad en función de la profundidad para un suelo de textura franco-arenosa (Fuente: Núñez et al., 2013)



Medición del contenido de humedad

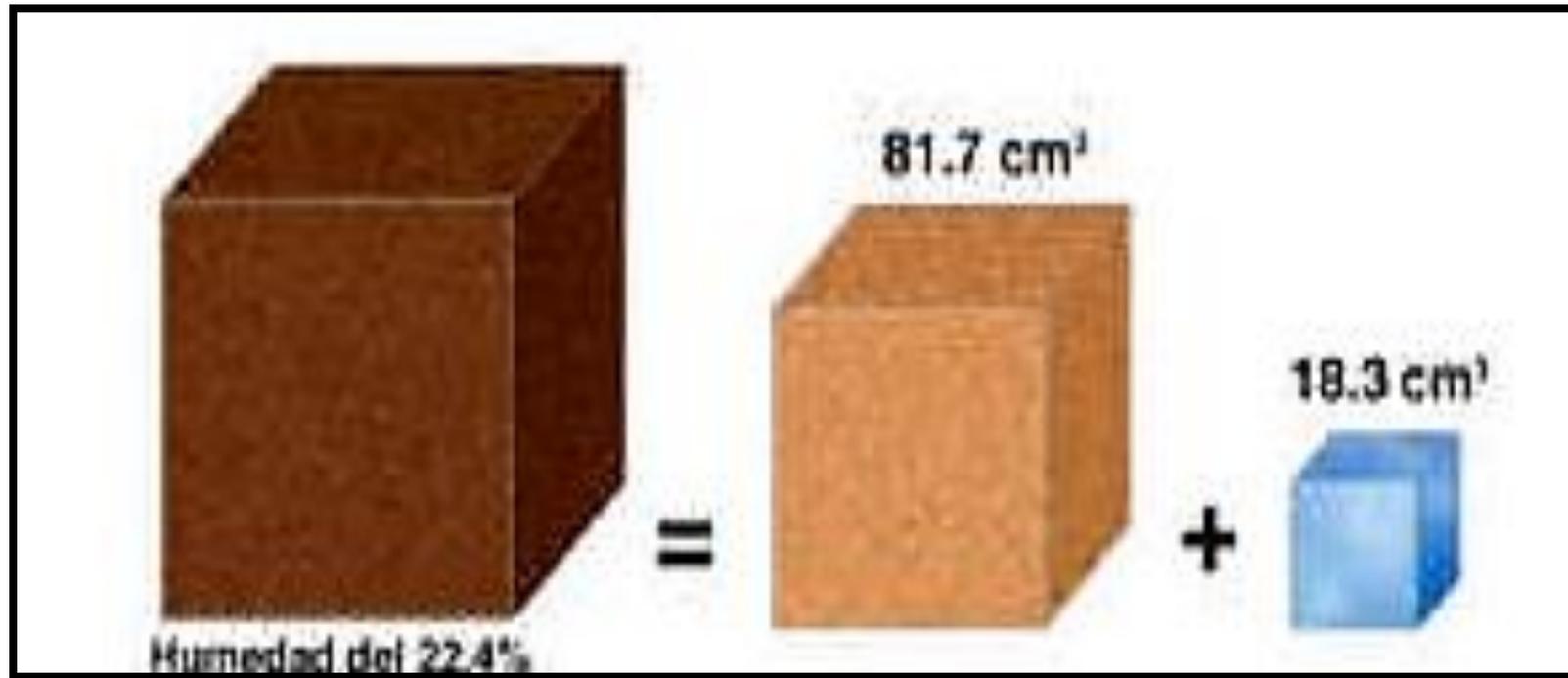


Directos: miden directamente el contenido de agua en el suelo.

Indirectos: se basan en la medida de alguna propiedad física del suelo dependiente del contenido de agua, (Florentino, 2006).

Medición del contenido de humedad

Gravimétrico



Medición del contenido de humedad

Gravimétrico:

Ventajas:

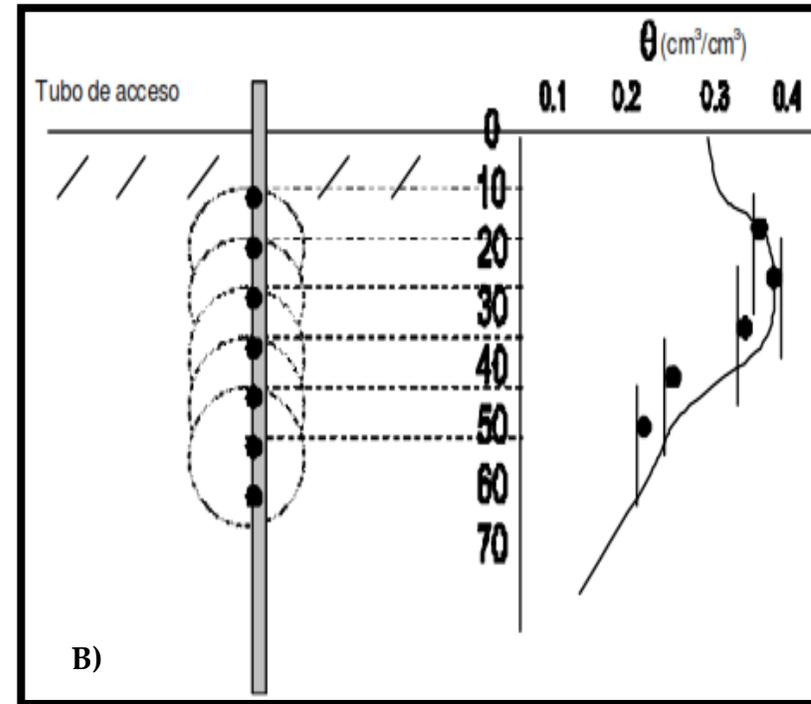
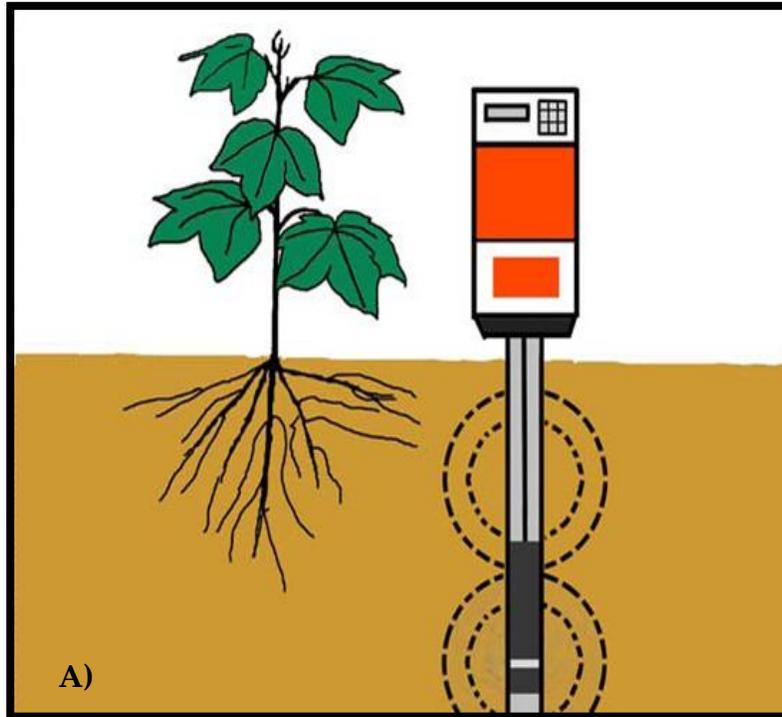
- **Requiere de equipos comunes y poco costosos**
- **no necesita calibración**

Desventajas:

- **No se puede repetir la misma observación en el mismo punto**
- **Las muestras son de poco tamaño**
- **Implica mucho trabajo**
- **Requiere relativamente de mucho tiempo para obtener los resultados**
- **El procedimiento no es adecuado para suelos con alto contenido de materia orgánica.**

Medición del contenido de humedad

Sonda de neutrones



- A) Diagrama de un indicador de humedad de neutrones (sonda de neutrones) (Fuente: Arizona Cooperative Extension, 2010); B) Perfil de humedad realizado con la sonda de neutrones (Fuente: Florentino, 2006).



Medición del contenido de humedad



Sonda de neutrones:

Ventajas:

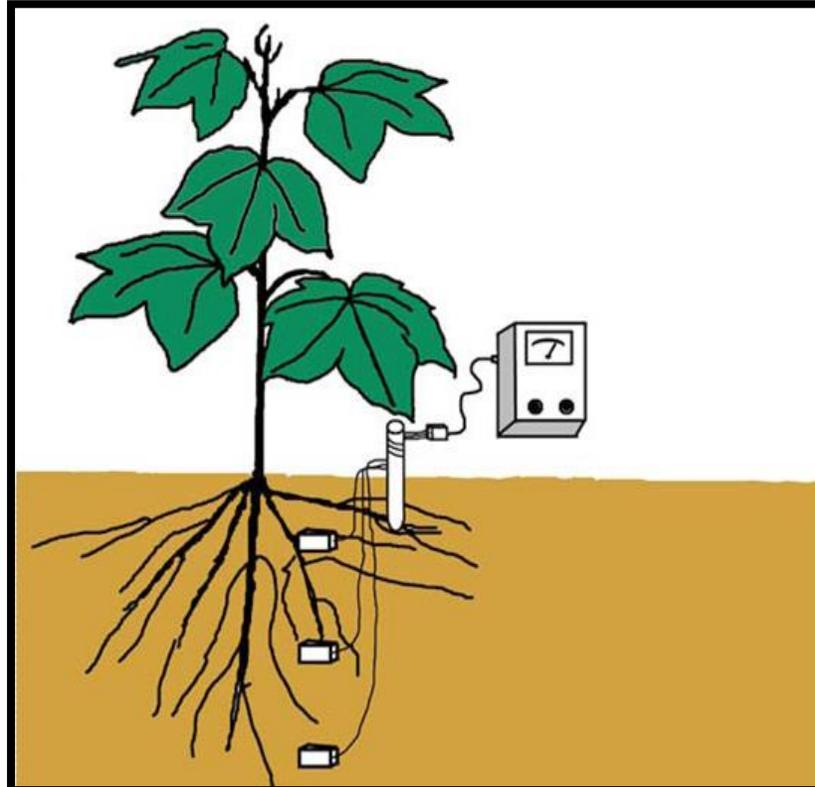
- Las mediciones se hacen directamente en campo lo cual permite determinar con mayor precisión los cambios de humedad en el suelo a través del tiempo y espacio;

Desventajas:

- El equipo es costoso
- El operador está en contacto con una fuente radiactiva
- Necesita calibración para cada suelo en particular
- Puede ser afectado por la densidad aparente del suelo, por altos contenidos de Hidrogeno en otros constituyentes del suelo (arcillas y otros minerales)

Medición del contenido de humedad

Resistencia Eléctrica



- Diagrama de los bloques de resistencia (Fuente: Arizona Cooperative Extension, 2010).

Medición del contenido de humedad

TDR



- **Diferentes tipos de TDR (Fuente: Muñoz-Carpena, 2004).**

Medición del contenido de humedad

TDR

Ventajas:

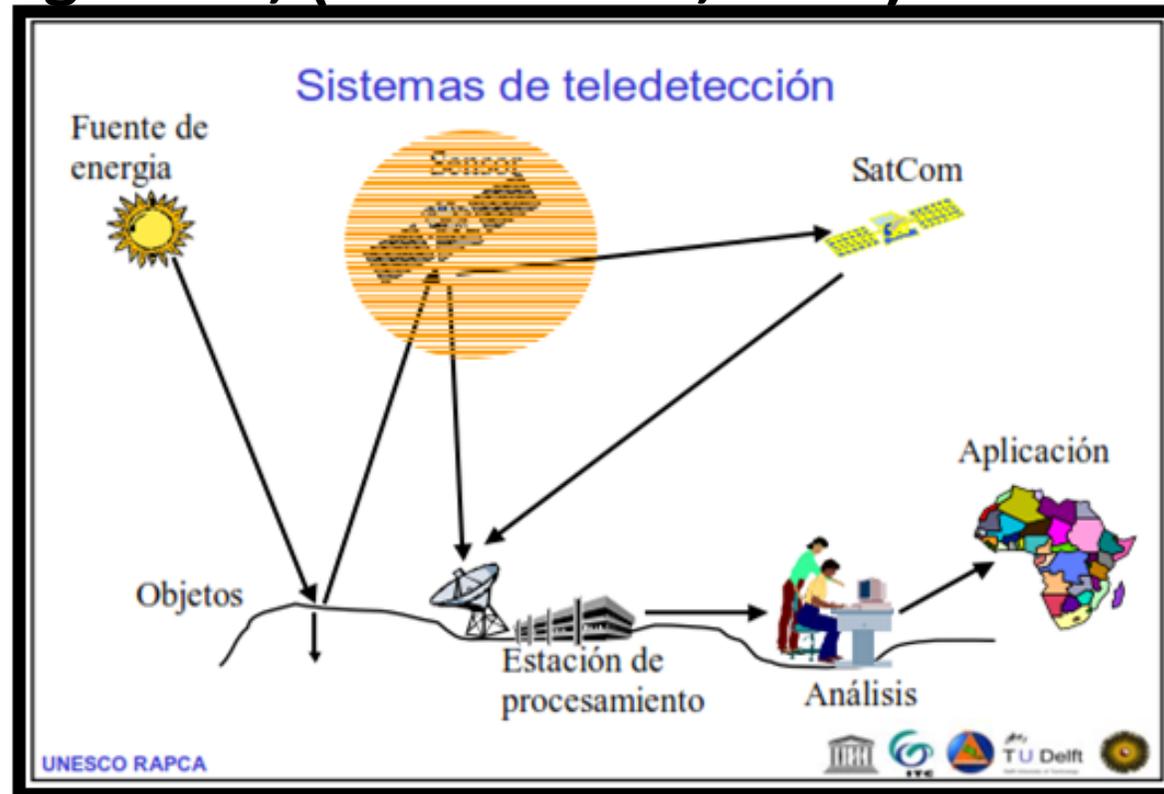
- **Permite medidas continuas**
- **Es muy preciso**
- **Se puede medir a cualquier profundidad en el perfil y en capas de suelo muy delgadas**
- **No trabaja con fuente radiactiva**

Desventajas:

- **Relativamente costoso**
- **Aplicabilidad potencialmente limitada en suelos altamente salinos o en suelos arcillosos muy pesados;**
- **Considera un pequeño volumen de suelo (alrededor del largo de las varillas).**

Teledetección y la ciencia del suelo

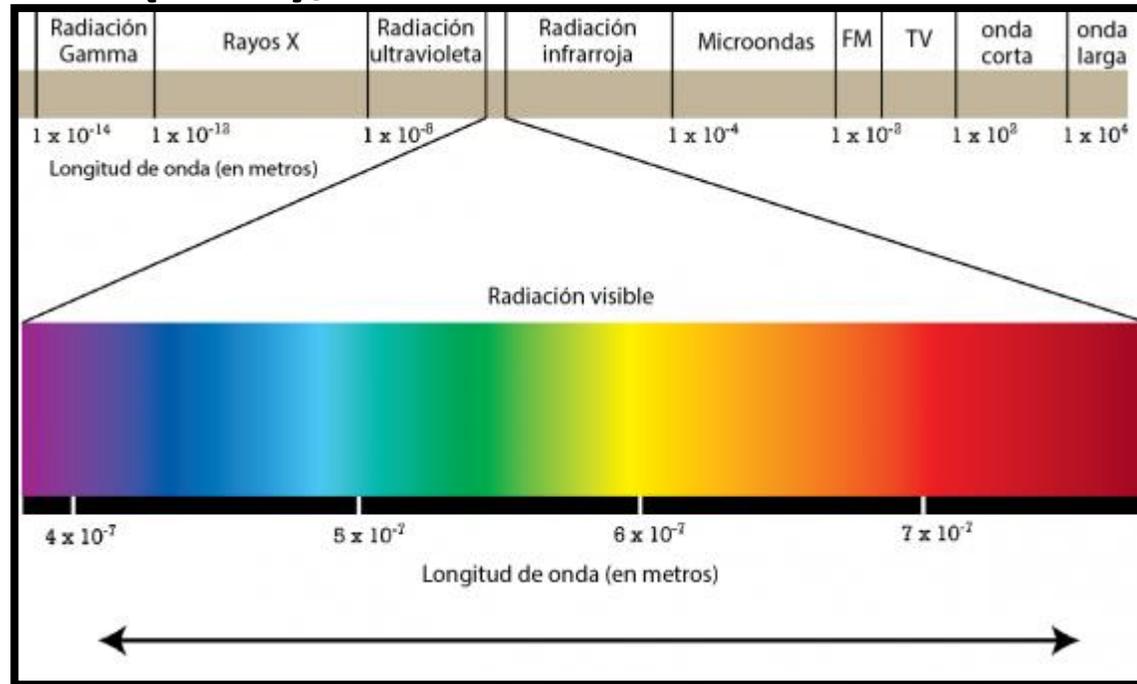
La teledetección es la obtención de información acerca de la tierra o de un objeto de interés, sin entrar en contacto con él, generalmente esta información se detecta y se mide en diversas partes (bandas) del espectro electromagnético, (Castro et al., 2011).



Teledetección y la ciencia del suelo

Existen muchos criterios para clasificar a los distintos tipos de sensores remotos.

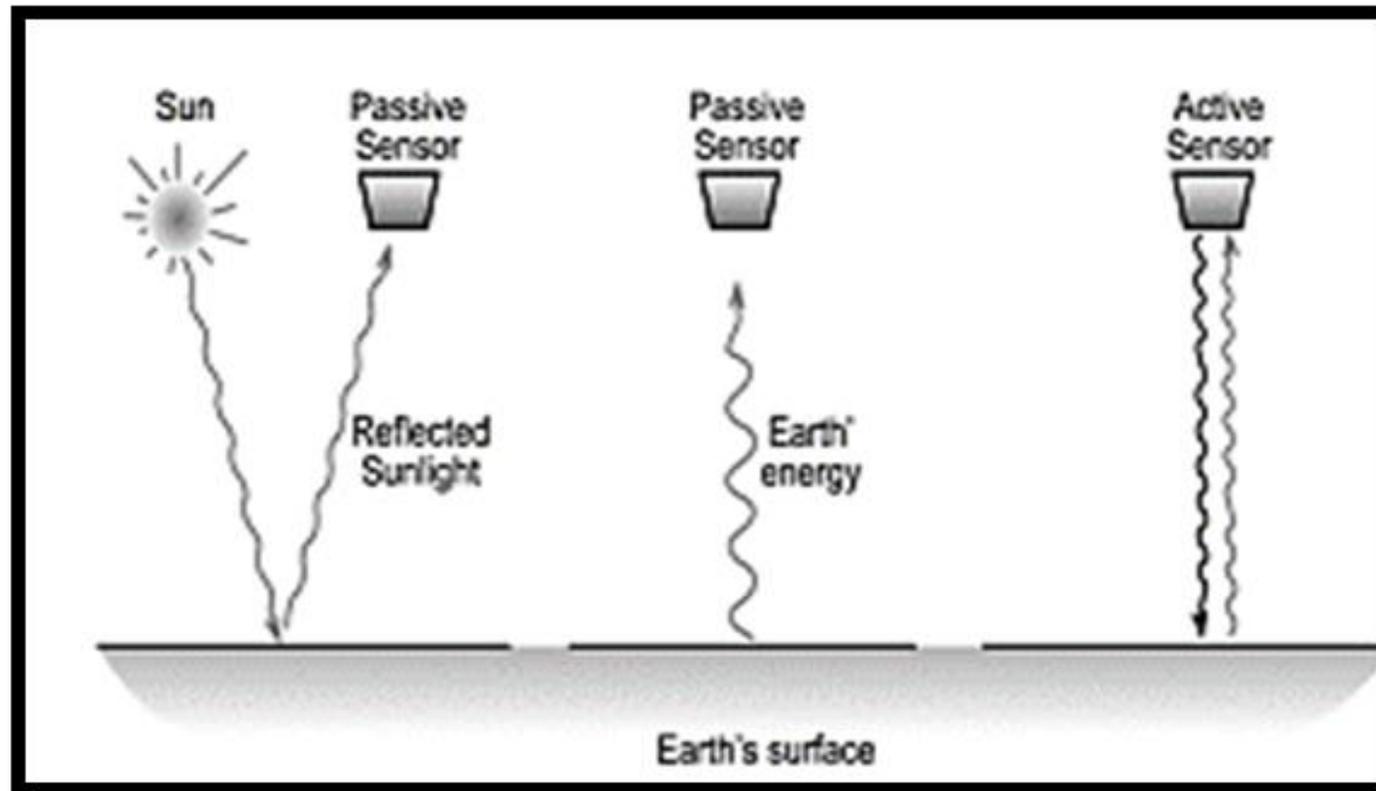
Banda del espectro electromagnético utilizada. Los sensores se dividen en ultravioleta, del visible, del infrarrojo, de microondas, de frecuencia ultra alta (UHF), sensores de frecuencias muy altas (VHF).



Teledetección y la ciencia del suelo

Existen muchos criterios para clasificar a los distintos tipos de sensores remotos.

Fuente emisora





Determinación de la humedad con imágenes satelitales

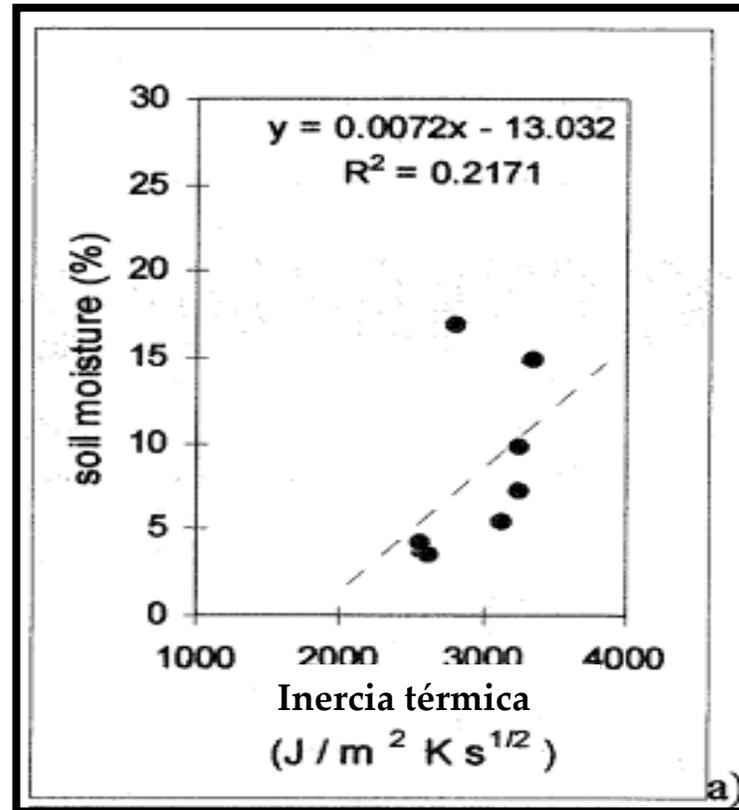


Imágenes del satélite Landsat TM

Numero	Característica	Utilidad
Banda 1	Azul	Estudio de aguas, discriminación entre suelos y cuerpos de agua
Banda 2	Verde	Vegetación
Banda 3	Rojo	Medición de absorción de clorofila, buena discriminación entre coberturas vegetales
Banda 4	NIR - infrarrojo cercano	Biomasa
Banda 5	MIR - infrarrojo medio	Indicador de cantidad de agua en la vegetación Indicador de humedad de suelos
Banda 6	infrarrojo térmico	Incidencia hídrica, humedad de suelos, mapas térmicos
Banda 7	MIR - infrarrojo lejano	Discriminación entre tipos de rocas, geología

Determinación de la humedad con imágenes satelitales

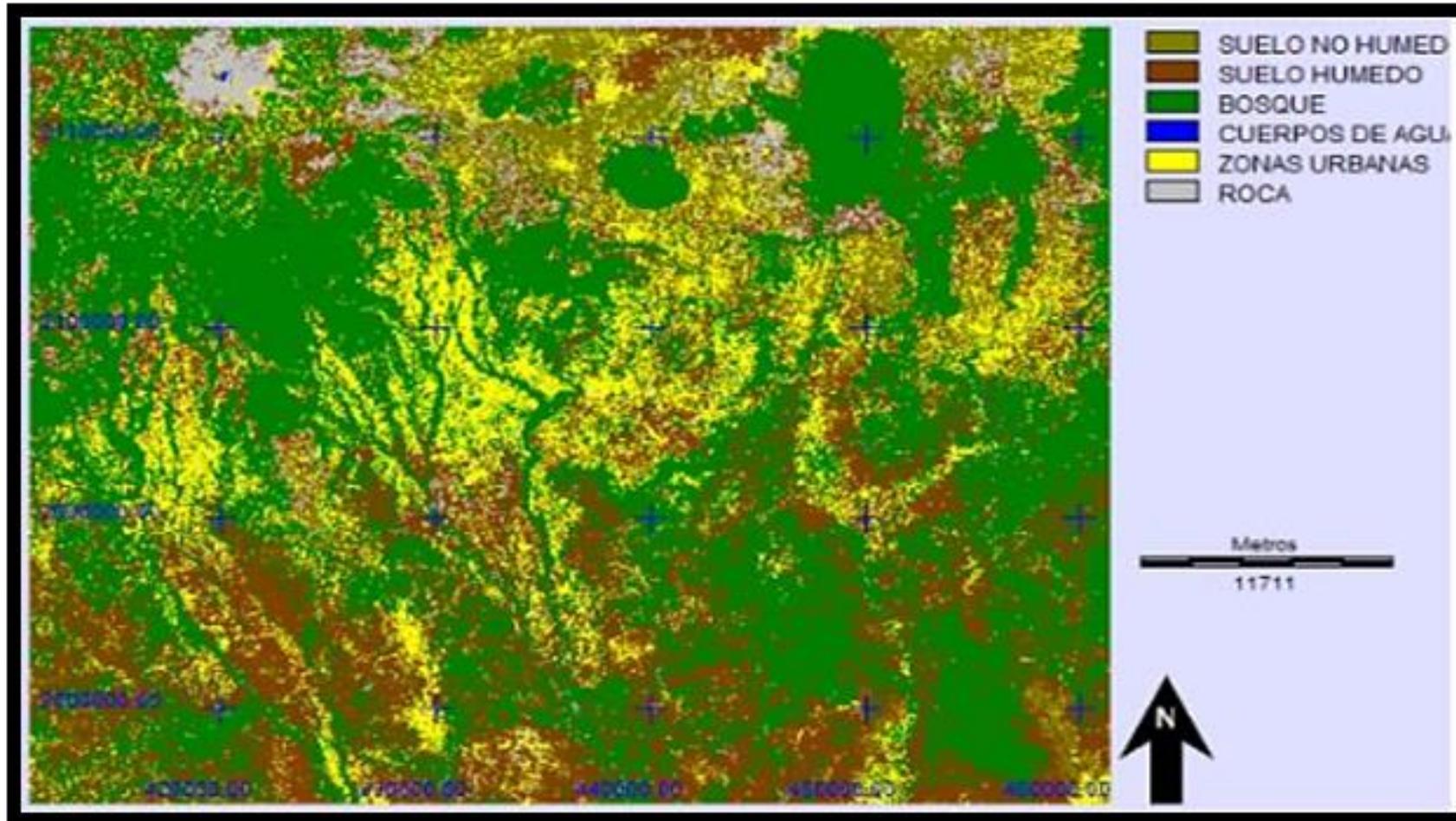
Imágenes del satélite Landsat TM



- Relación entre inercia térmica y el contenido de humedad del suelo (Fuente: Hejmanonowska & Mularz, 1996).

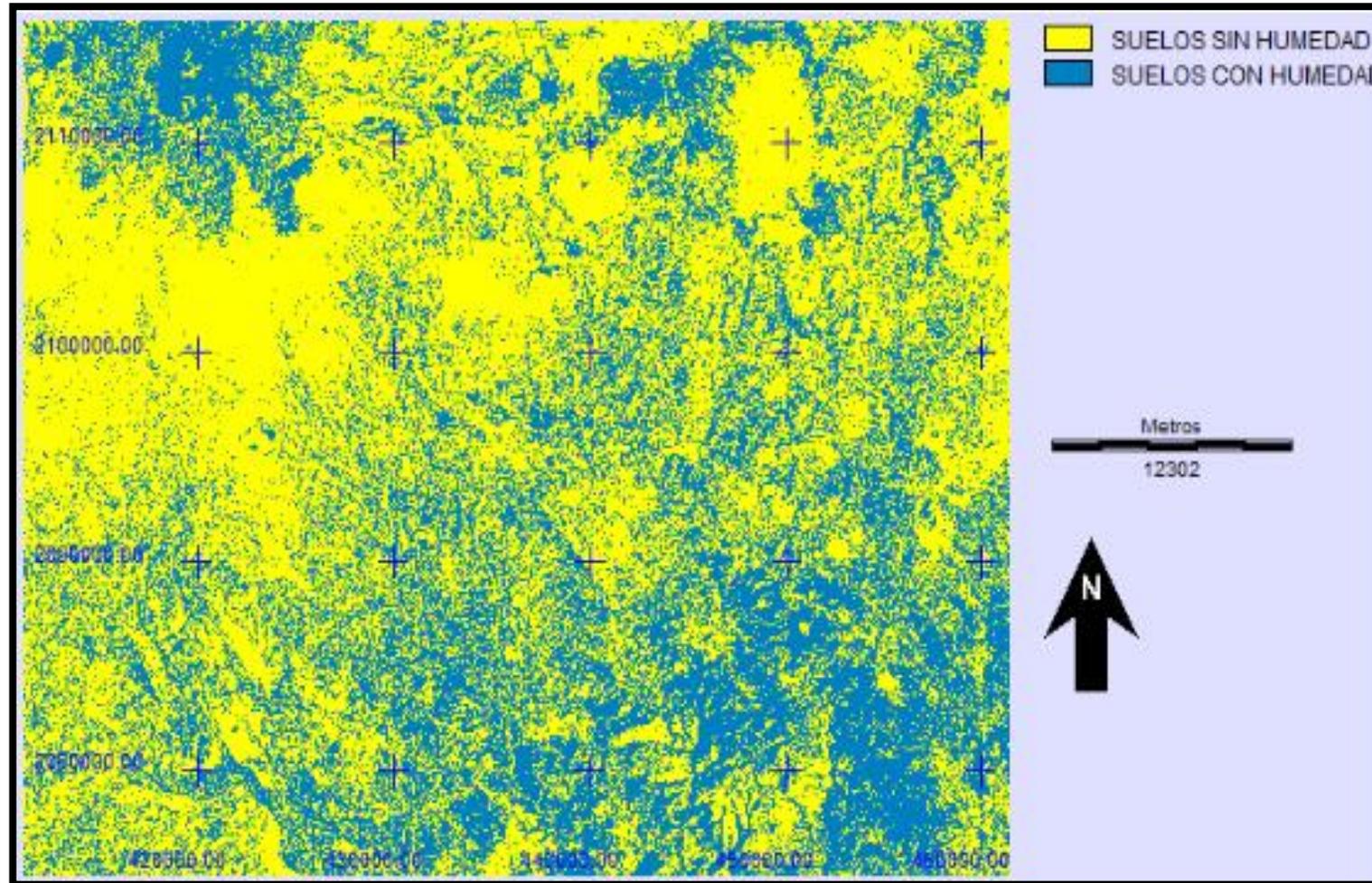
Determinación de la humedad con imágenes satelitales

Imágenes del satélite Landsat TM, Castro et al. (2011)



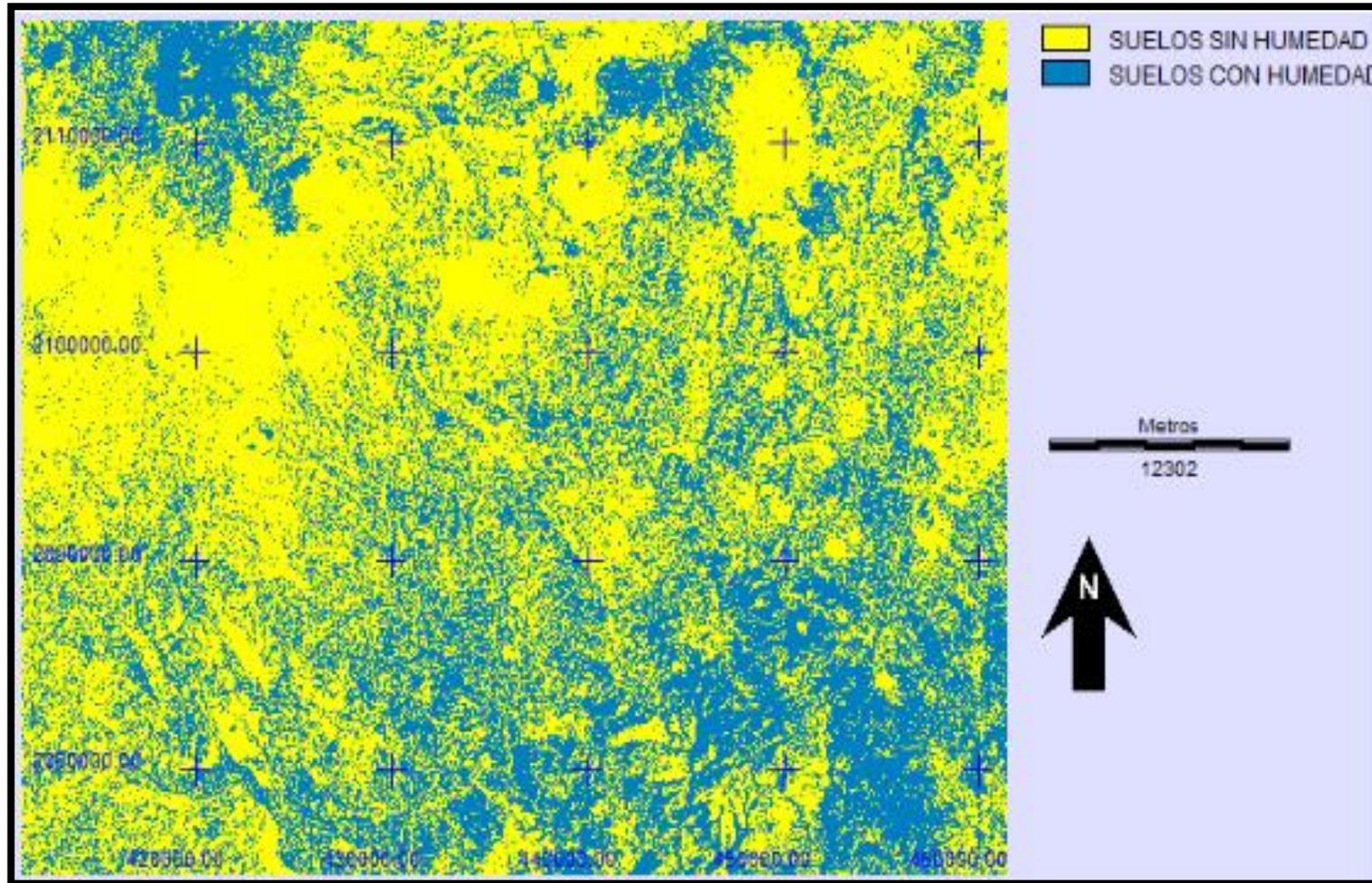
Determinación de la humedad con imágenes satelitales

Imágenes del satélite Landsat TM, Castro et al. (2011)

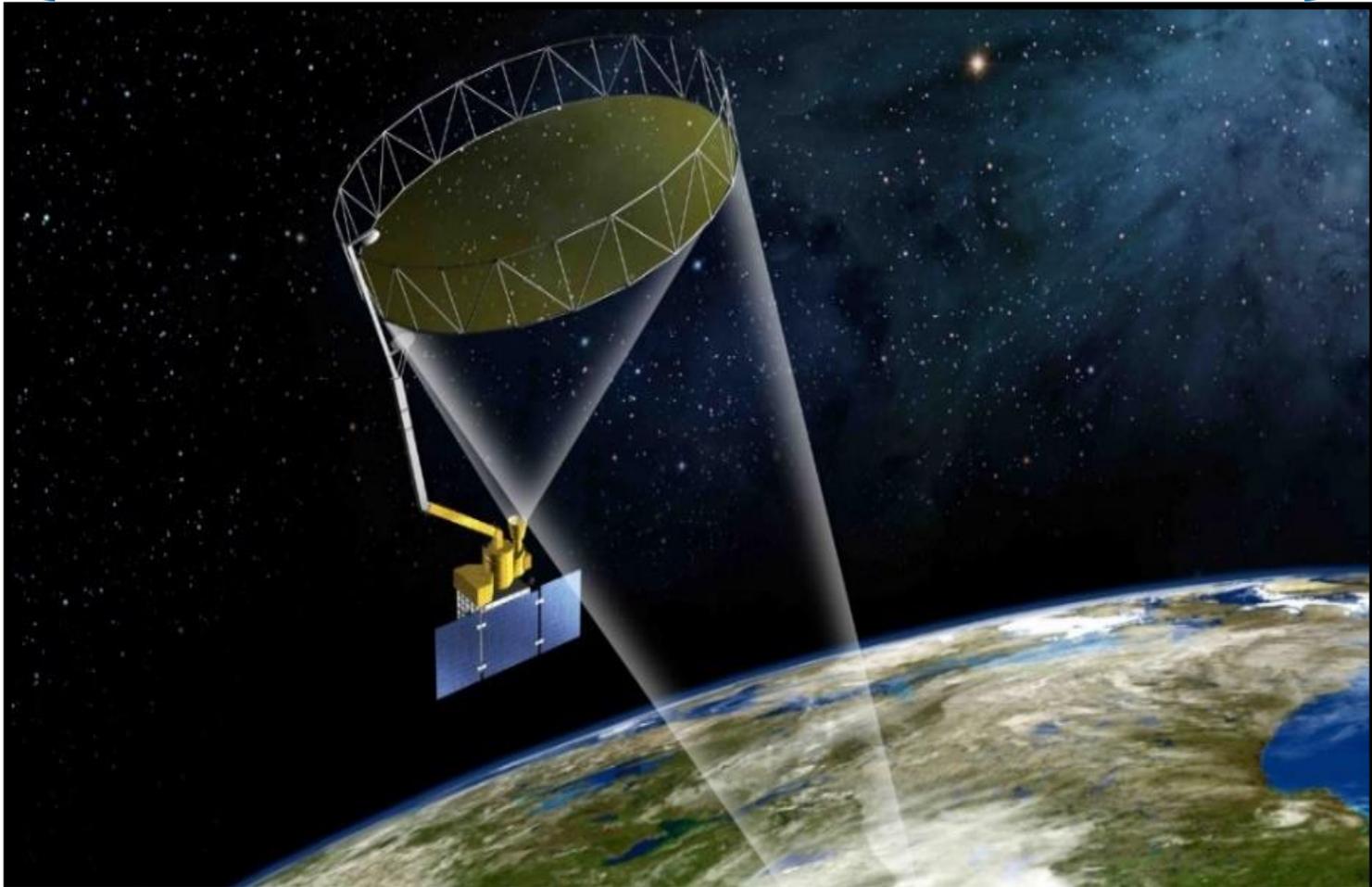


Determinación de la humedad con imágenes satelitales

Imágenes del satélite Landsat TM, Castro et al. (2011)



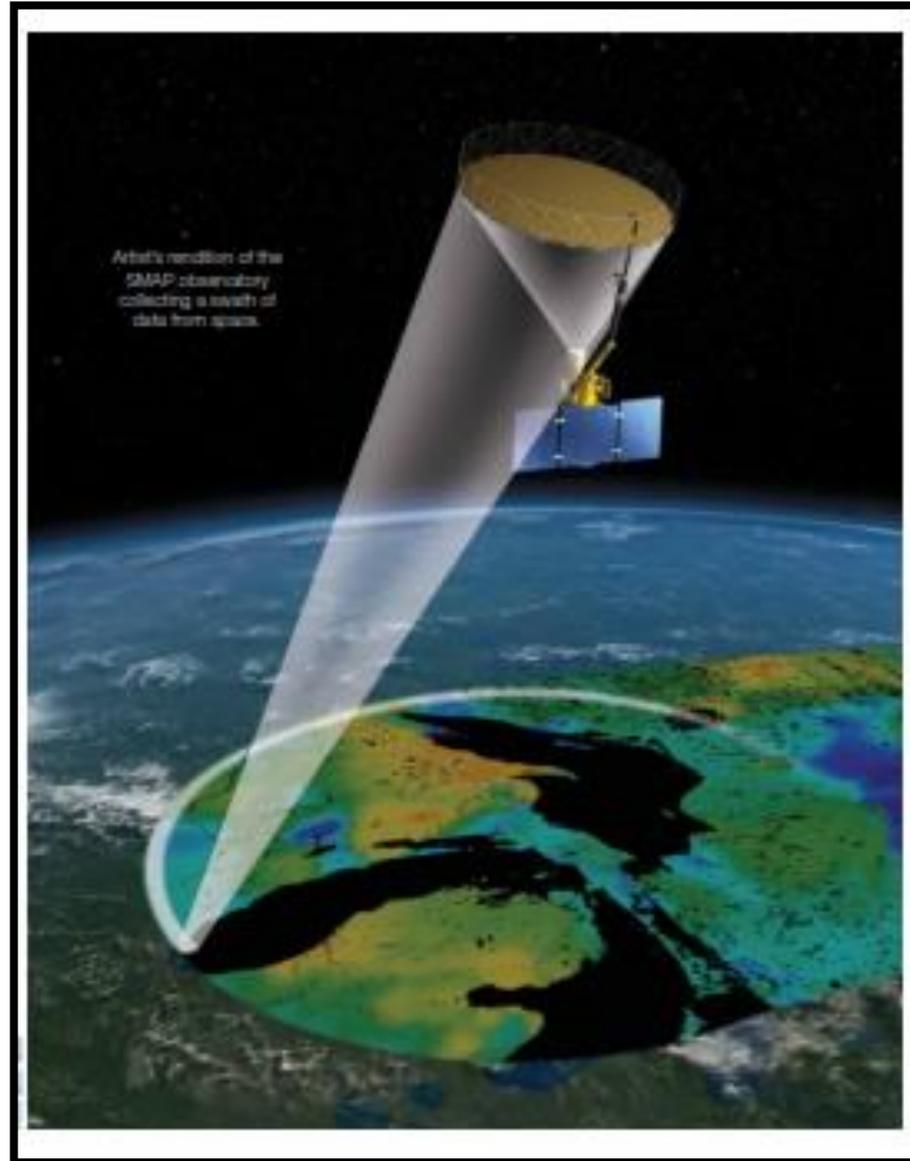
Determinación de la humedad con el satélite SMAP (Soil Moisture Active Passive),



- **Concepto Artístico del Satélite SMAP (Fuente: NASA, 2015).**

Determinación de la humedad con el satélite SMAP

- **Concepto Artístico del Satélite SMAP (Fuente: NASA, 2015).**



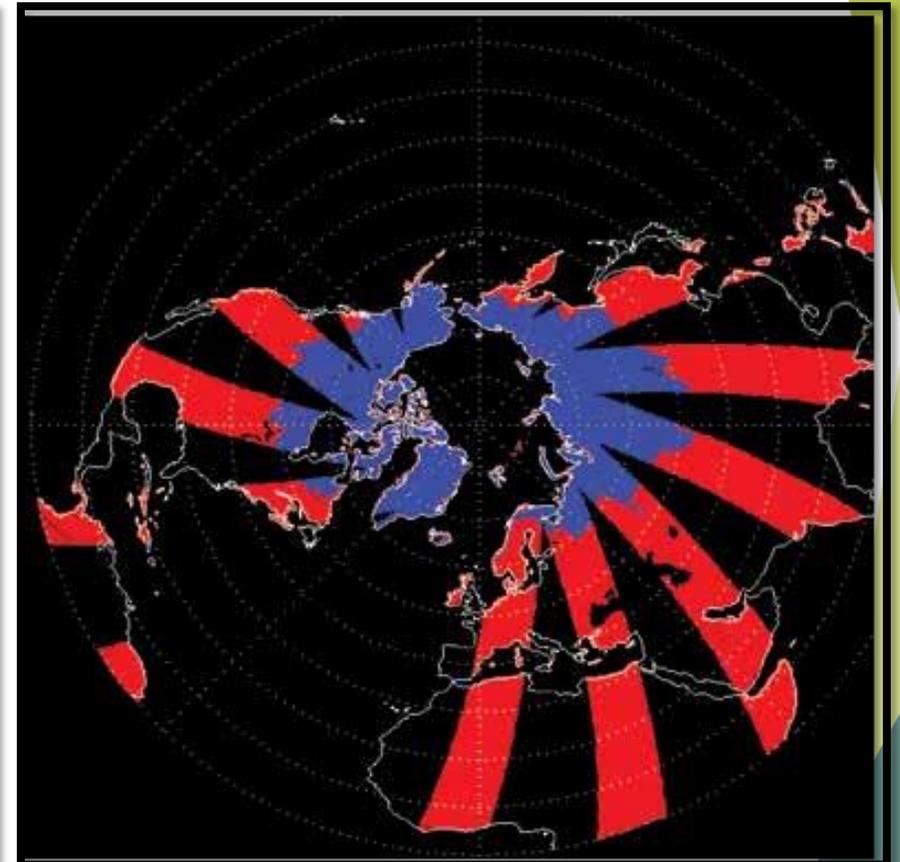
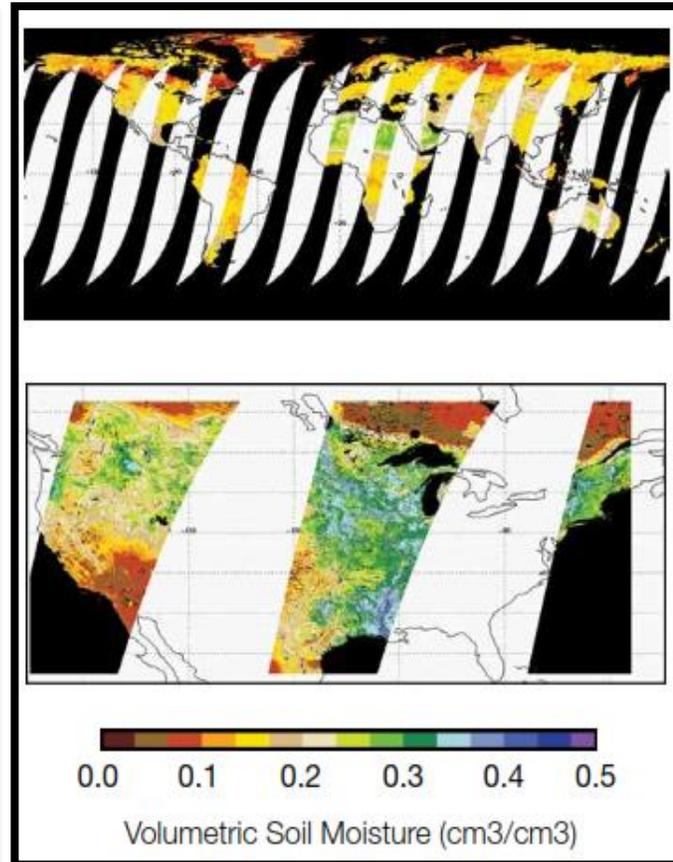
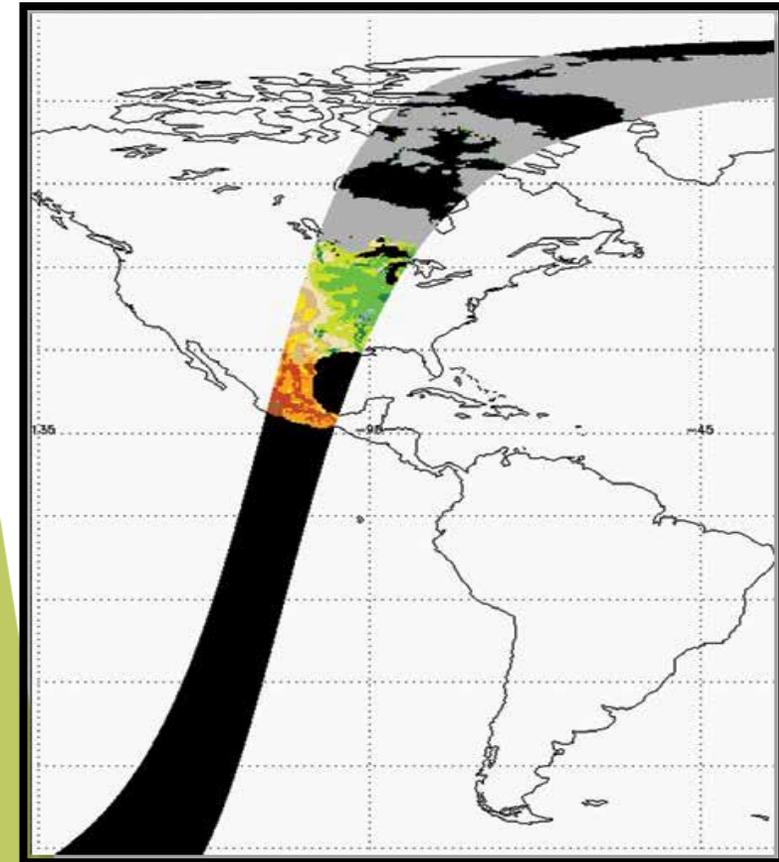


Determinación de la humedad con el satélite SMAP



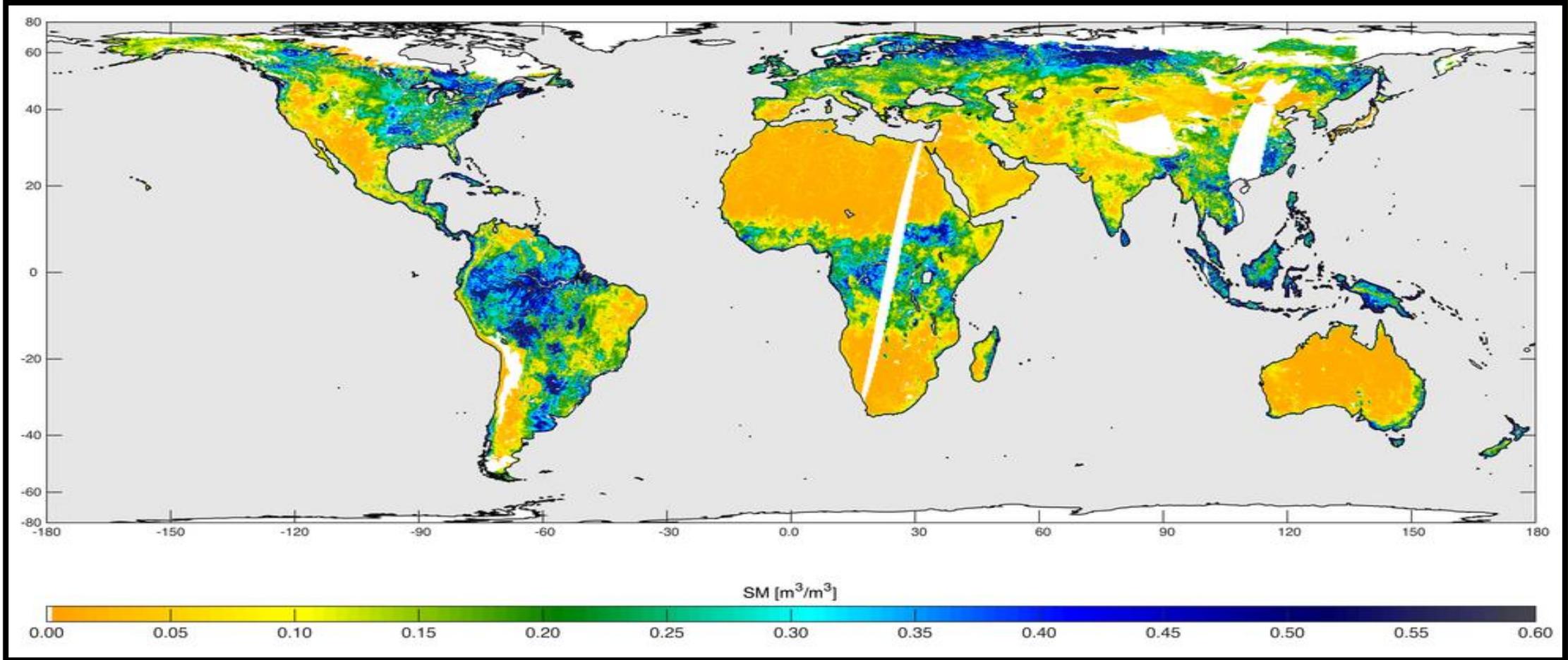
Nombre corto del producto	Descripción corta	Resolución (km.)	Tiempo de adquisición
L1A_Radar	Datos en bruto del radar en orden cronológico	--	12 horas
L1A_Radiometro	Datos en bruto del radiómetro en orden cronológico	--	12 horas
L1B_S0_LoRES	Radar, baja resolución en orden cronológico	5X30	12 horas
L1b_TB	Radiómetro, en orden cronológico	36x47	12 horas
L1C_S0_HiRes	Radar, alta resolución en orden cronológico (media orbita, cuadrículado)	1-3	12 horas
L1C_TB	Radiómetro en orden cronológico (media orbita, cuadrículado)	36	12 horas
L2_SM_A	Humedad del suelo (radar, media orbita)	3	24 horas
L2_SM_P	Humedad del suelo (radiómetro, media orbita)	36	24 horas
L2_SM_AP	Humedad del suelo (radar/radiómetro, media orbita)	9	24 horas
L3_FT_A	Estado congelado o no (radar, composición diaria)	3	50 horas
L3_SM_A	Humedad del suelo (radar, composición diaria)	3	50 horas
L3_SM_P	Humedad del suelo (radiómetro, composición diaria)	36	50 horas
L3_SM_AP	Humedad del suelo (radar/radiómetro, composición diaria)	9	50 horas
L4_SM	Humedad del suelo (en la superficie, 5 cm)	9	7 días
L4_C	Intercambio neto del carbono al ecosistema	9	14 días

Determinación de la humedad con el satélite SMAP



Simulación del producto A) nivel 2 y B) nivel 3 de la humedad del suelo; C) nivel 3 para estado del agua en el suelo (Congelado o no) (Fuente: NASA, 2015)

Determinación de la humedad con el satélite SMAP



Mapa de Humedad del suelo, adquiridas entre el 04 de mayo y 11 de mayo de 2015, resolución de 5.6 millas (9 kilómetros) (Fuente: NASA / JPL-Caltech / GSFC, 2015)



Determinación de la humedad con sensores remotos



Las ventajas y desventajas que tienen el uso de los sensores remotos en la determinación de la humedad del suelo son:

Ventajas:

- Permite conocer el contenido de humedad en un intervalo determinado.
- Permite monitorear zonas agrícolas extensas,
- permiten mejorar la planificación del riego
- Permite determinar rendimientos y monitorear la ocurrencia potencial de sequías, inundaciones y plagas.

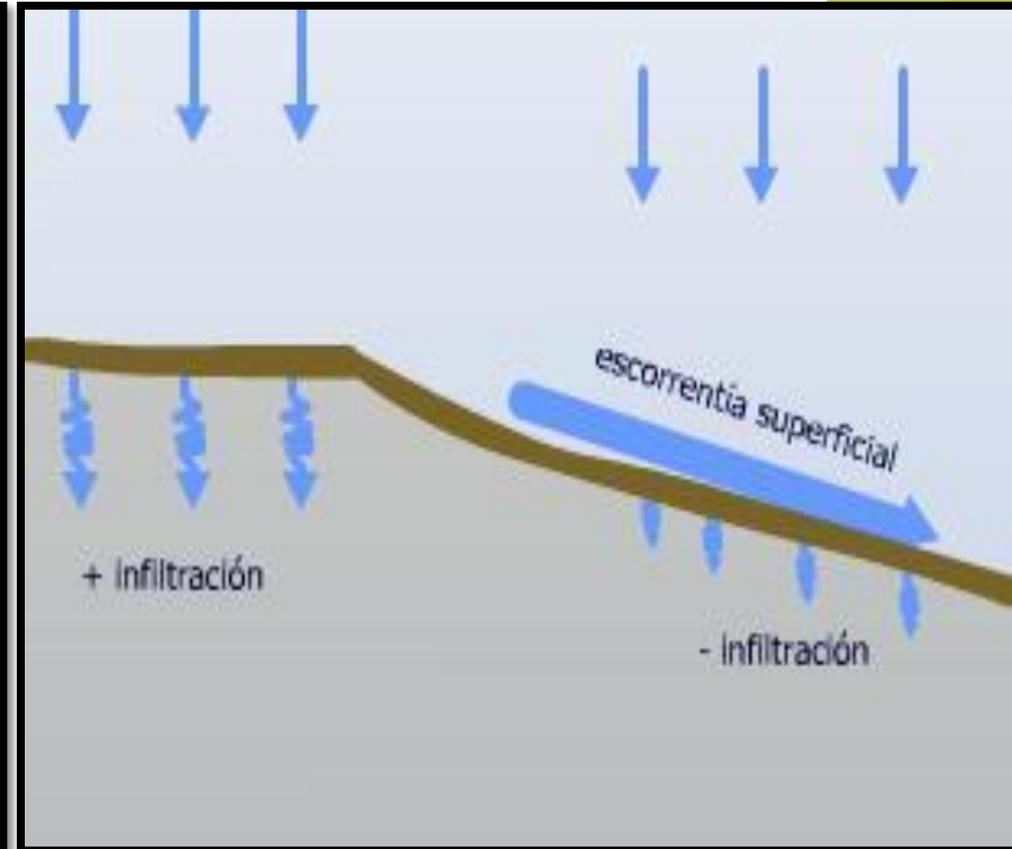
Desventajas: La resolución espacial es muy gruesa.

Determinación de la humedad con sensores remotos

Si una de las desventajas mas notables del uso actual de los sensores remotos para determinar el contenido de humedad en el suelo es la resolución...



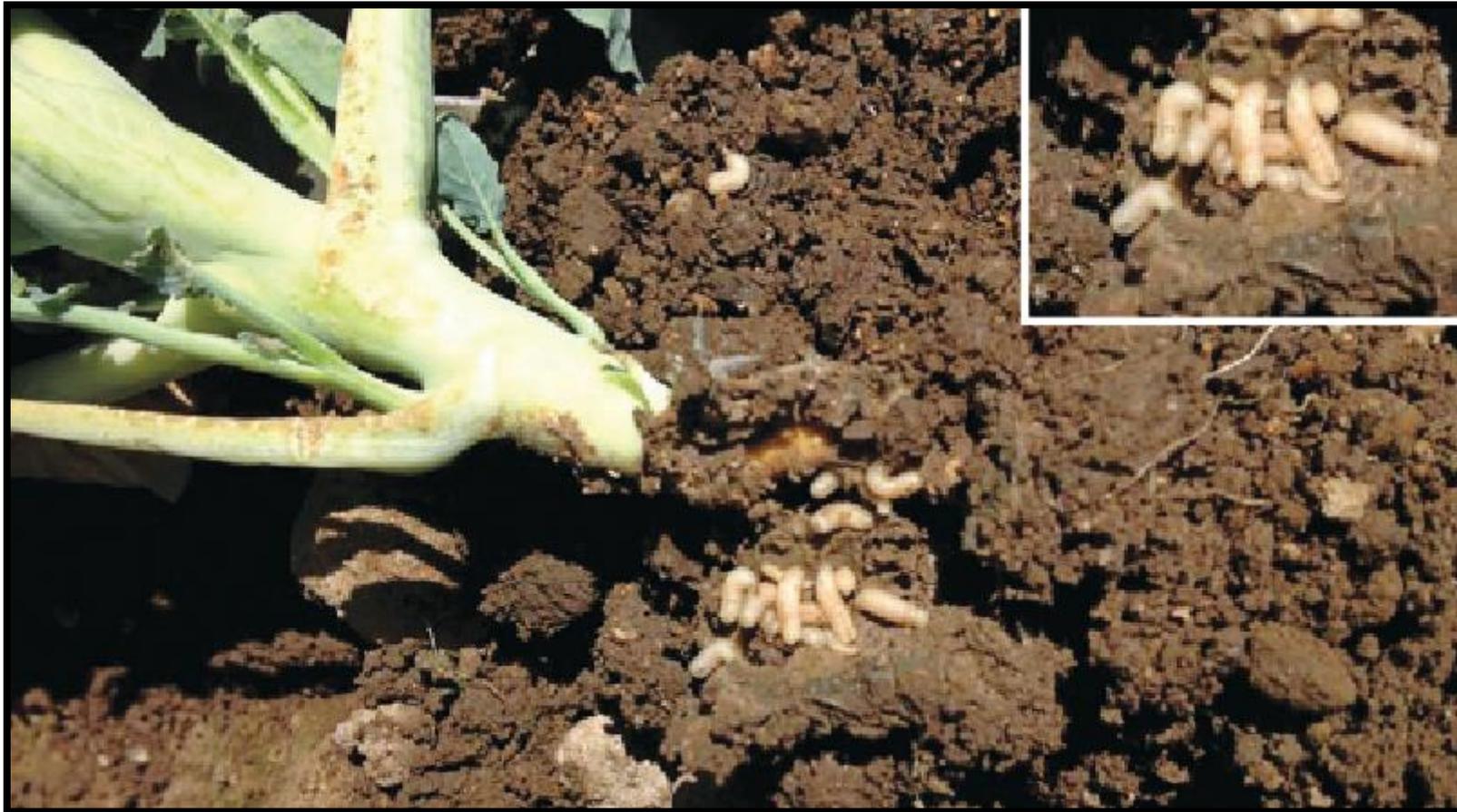
Aplicaciones potenciales de la humedad



Aplicaciones potenciales de la humedad



Aplicaciones potenciales de la humedad





Conclusiones

Conocer el contenido de humedad en el suelo es de vital importancia para determinar el momento adecuado del riego, calcular escurrimientos, determinar zonas propensas a inundaciones, etc.

Con uso de los sensores remotos podemos determinar y monitorear el contenido de humedad en el suelo en áreas relativamente grandes, con el fin de obtener información que nos ayuden en una mejor gestión de los recursos hídricos. Las imágenes satelitales tanto de Landsat y SMAP permiten determinar el contenido de humedad en el suelo en la superficie; sin embargo, poseen resoluciones muy gruesas, lo cual hace muy difícil su aplicación a zonas agrícolas relativamente pequeñas.



Referencias bibliográficas



Organismo Internacional De Energía Atómica. (2003). *Sondas de neutrones y gamma: Sus aplicaciones en agronomía*. Viena: OIEA.

Castro Villegas, J. C., Balderas Plata, M. A., & Hernández Tellez, M. (2011). Identificación de humedad en el suelo a través de la teledetección para el mejor manejo de la tierra: caso zona florícola, Estado de México. *Humedad del suelo con la teledetección*, (págs. 3-13). México.

Ceballos Barbancho, A., Martínez Fernández, J., Casado Ledesma, S., Morán, T. C., & Hernández Santana, V. (2004). Estimación de la humedad del suelo a partir de la señal de radar (ERS-Scatterometer):. *Territorio y Medio Ambiente. Métodos Cuantitativos y Técnicas de Información Geográfica.*, 177-189.

Edward, M. (2010). Métodos para medir la humedad del suelo para la programación del riego ¿Cuándo? *Arizona Cooperative Extension*, 2-5.

Florentino, A. (2006). Métodos para medir el contenido de agua en el suelo. *Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo*, 50-57



Referencias bibliográficas



González Iturbe Ahumada, J. A. (2007). Introducción a la percepción remota. En *técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales* (págs. 468-470). México: UNAM.

González Murillo, C. A. (2010). Raspa. En *Relación Agua, Suelo, Planta, Atmosfera* (pág. 7). Bogotá.

Hassan-Esfahani, L., Torres Rua, A., Jensen, A., & McKee, M. (2015). Assessment of Surface Soil Moisture Using High-Resolution Multi-Spectral Imagery and Artificial Neural Networks . *Remote Sensing*, 2627-2646.

Hejmanonowska, B., & Mularz, S. (1996). Thermal inertial modelling for soil moisture assessment based of remotely sensed data. *International Archives of photogrammetry and Remote sensing*, (pág. 283). Vienna.

Martinez Fernandez, J. (2006). *Teledetección: nociones y aplicaciones*. España: Universidad de Salamanca.

NASA. (09 de 11 de 2015). Obtenido de NASA: <https://www.nasa.gov/>

Núñez, E. A., Ruiz, M., Chuk, D., & Rossini, B. (2013). Determinación de perfiles de humedad en suelos homogéneos a través de un método geoelectrico. *Ciencia del suelo*, 276.

Van De Griend, A., Camillo, P., & Gurney, R. (1985). Discrimination of Soil Physical Parameters, Thermal Inertia, and Soil Moisture from Diurnal Surface Temperature Fluctuations. *Water Resource Research*, 997-1009.