



# SAR para el Mapeo de Suelos y Cultivos

Heather McNairn y Xianfeng Jiao

14 de Agosto del 2018

# Objetivos de Aprendizaje

Para el final de esta presentación, usted podrá entender:

- cómo las configuraciones de SAR afectan la respuesta de los suelos y cultivos
- el contenido informático en las imágenes SAR relevante a las condiciones del suelo y los cultivos
- los parámetros óptimos de radar para aplicaciones agrícolas
- cómo ingerir, pre-procesar y procesar datos SAR para utilizarlos en la clasificación de cultivos y la estimación de la humedad del suelo



# ¿En qué Difieren los Radares?

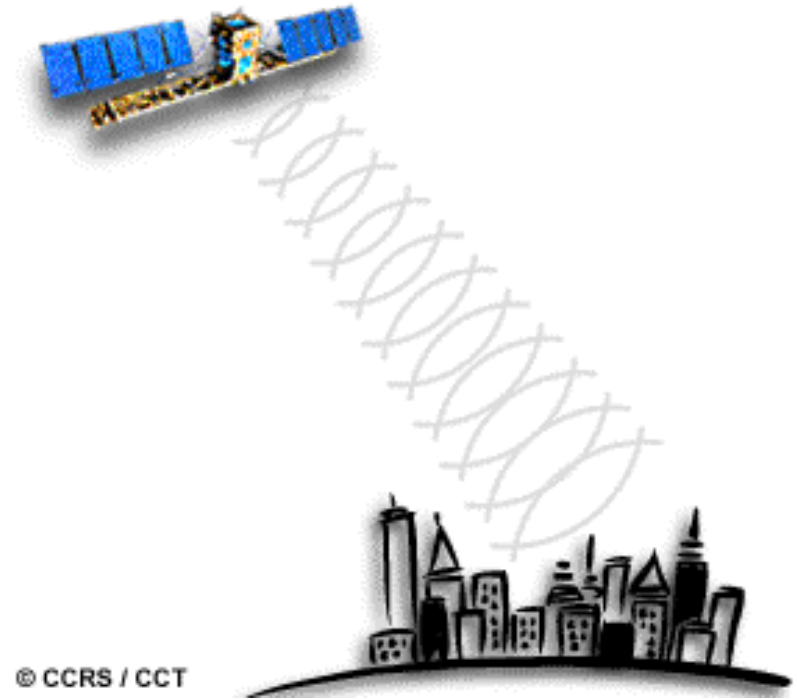
## Mayores Longitudes de Onda

- Funcionan bajo cualquier tipo de condición meteorológica (no son afectados por las nubes o el polvo- nada mas por lluvias muy fuertes). Tienen una gran ventaja en regiones propensas a estar nubladas y para operaciones en las que el tiempo es crítico.
- Mayor penetración en el medio relativo a longitudes de onda visibles e infrarrojas. Esto puede ser una ventaja o desventaja.

## Sistemas Activos

- Tienen su propia fuente de energía y no dependen de la energía ambiental; pueden funcionar de día o de noche. Esto puede ser importante en áreas de poca iluminación como las regiones polares.

**RA**dio **D**etection **A**nd **R**anging\*



\*Detección y Localización por Radio en inglés



# La Geometría del Radar

## Alcance Inclinado (Slant Range)

- la distancia entre la antena y el objeto

## Alcance Terrestre (Ground Range)

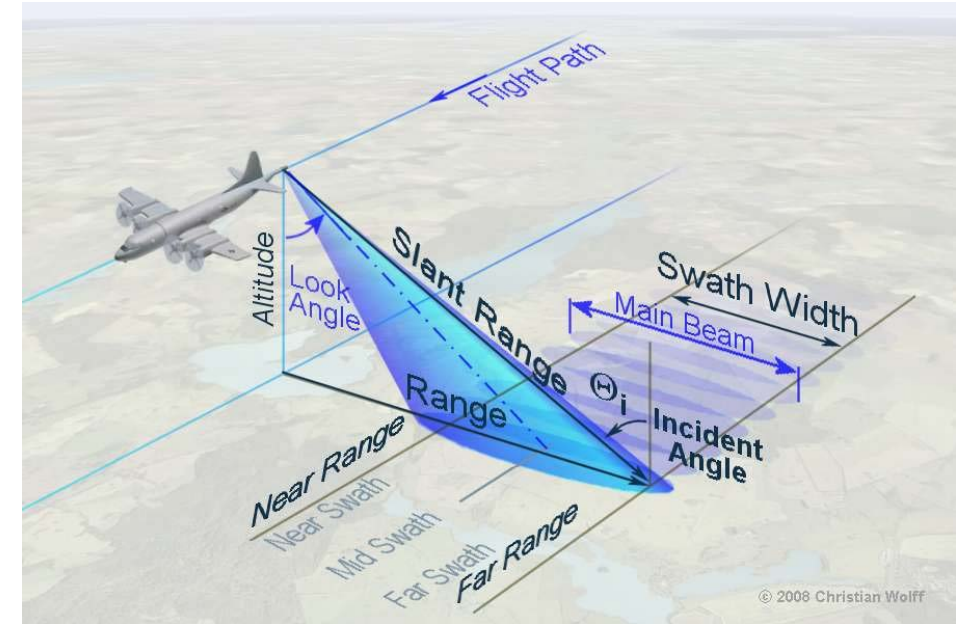
- la distancia entre la trayectoria del satélite en la superficie terrestre y el objeto

## Azimut

- la dirección o distancia a lo largo de la trayectoria

## Ángulo de Incidencia

- el ángulo entre la dirección de iluminación del radar y la vertical de la superficie del terreno
- la retrodispersión disminuye con un mayor ángulo incidente
- el índice y función de la disminución son específicas al objeto



Fuente de imagen: [radartutorial.eu](http://radartutorial.eu)



# La Geometría del Radar

## Resolución de Alcance

- longitud de pulso: la duración del pulso transmitido
- la resolución del alcance depende de la longitud del pulso: pulsos más breves resultan en resoluciones más altas
- si los pulsos son más breves, la amplitud transmitida incrementa para mantener la misma potencia total en el pulso
- utiliza la compresión de pulsos en el rango a través de la modulación de la frecuencia

## Resolución en el Azimut (SAR)

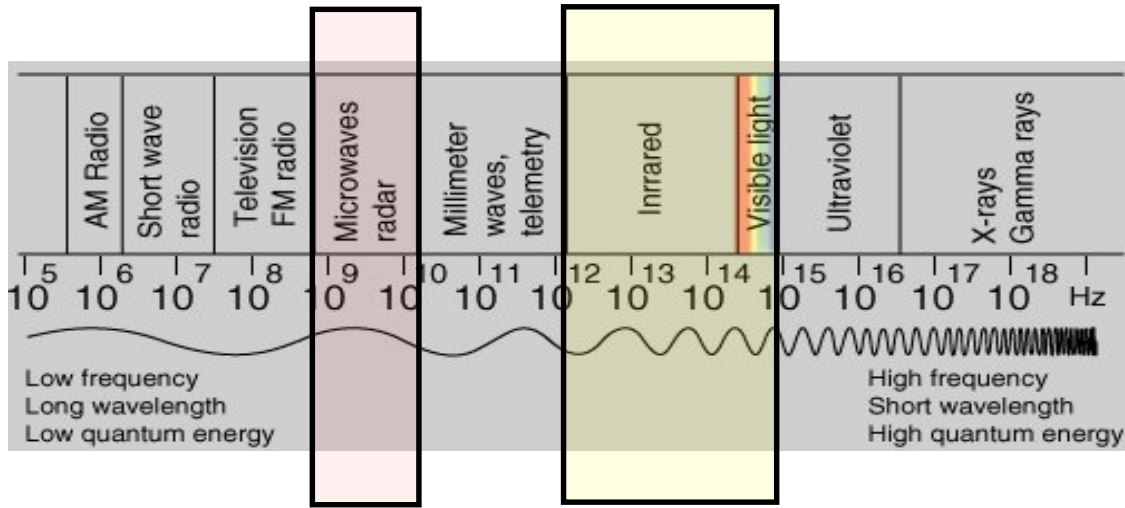
- es determinada por la anchura del haz de la antena (A) y la distancia hasta el objetivo
- La anchura del haz depende directamente de la longitud de onda e inversamente del tamaño de la antena (o apertura)
- es difícil lograr una resolución fina porque esto requiere antenas grandes y éstas son difíciles de movilizar y operar en el espacio



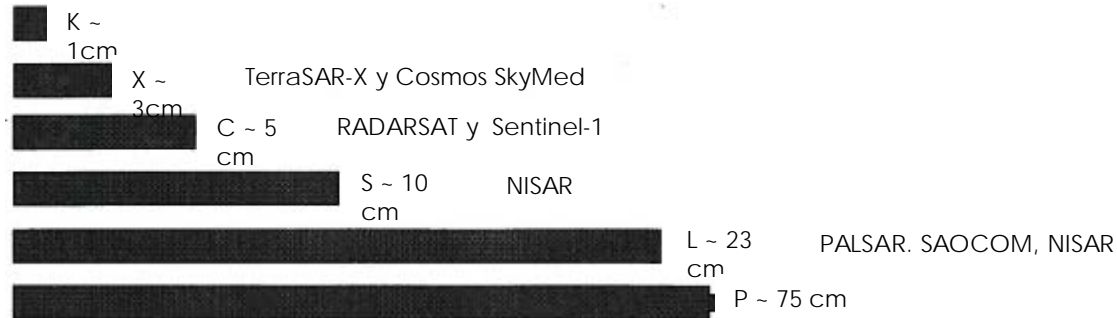
Fuente de imagen: Natural Resources Canada



# Longitud de Onda o Frecuencia



Los radares operan en frecuencias más largas entre 0.5 cm a ~100 cm, a diferencia de los sensores ópticos (visibles e infrarrojos)



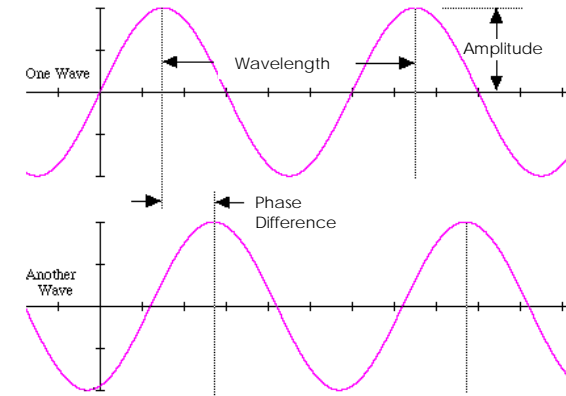
Existe una relación inversa entre longitud de onda y frecuencia

$$c = \lambda \nu$$

$c$  = velocidad de la luz ( $3 \times 10^8$  m/s)

$\lambda$  = longitud de onda (m)

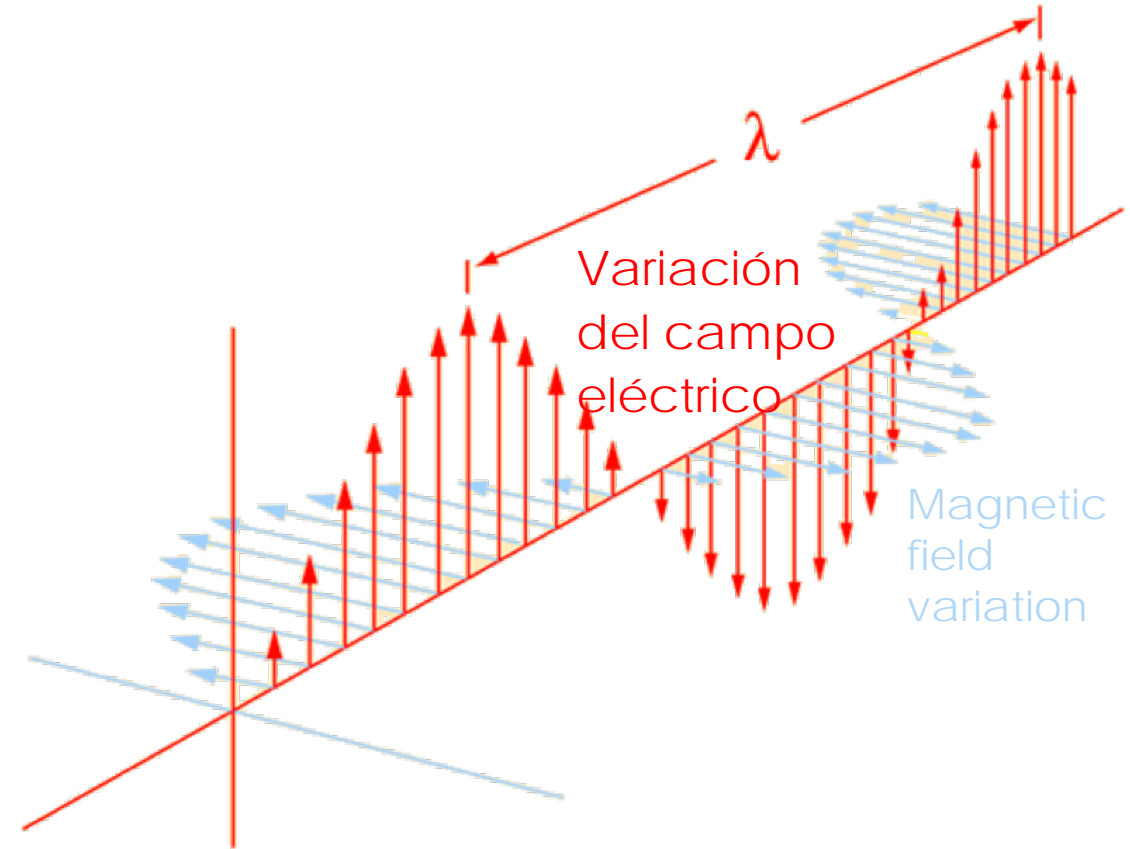
$\nu$  = frecuencia (ciclos por segundo, Hz)



Fase: la posición de un punto en un momento específico en el ciclo de la onda

# Polarización del Radar

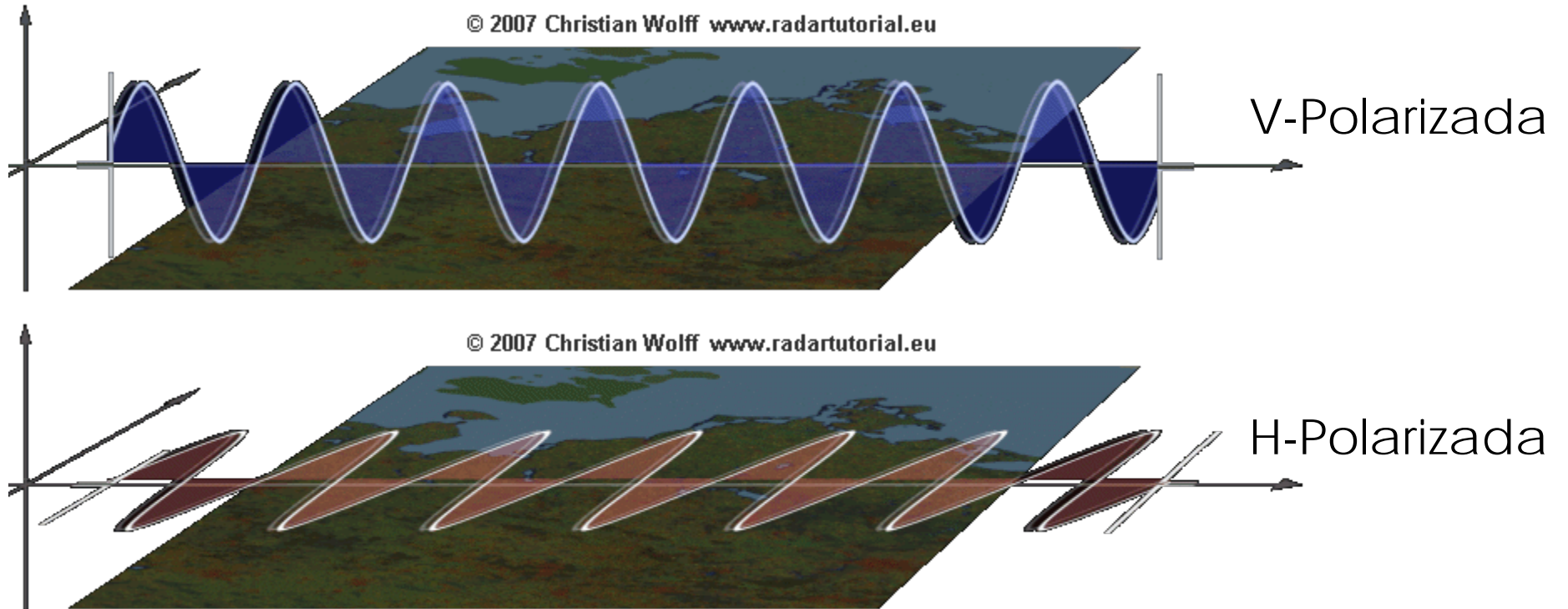
- Polarización: la orientación del campo eléctrico de la onda electromagnética
- Para crear una onda introducimos al radar con componentes en dos polarizaciones ortogonales simultáneamente
- el campo eléctrico será igual a la suma vectorial de la polarización horizontal (H) y vertical (V)
- la diferencia en fase entre estos dos componentes determina si la onda será polarizada lineal, elíptica, o circularmente



Fuente de imagen: [Hyperphysics](https://www.hyperphysics.com)



# Polarización Lineal



Una onda linealmente polarizada:

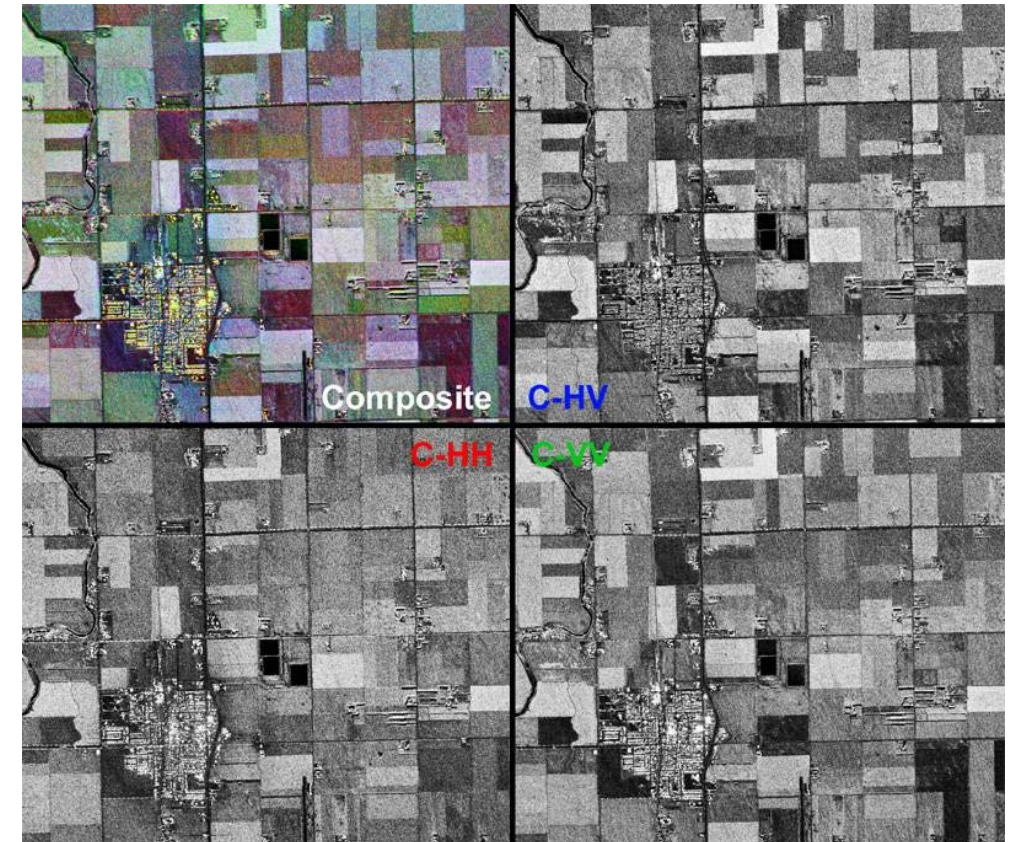
- no hay desfase entre los componentes H y V
- se propaga en un plano (H para una polarización horizontal y V para una onda verticalmente polarizada)





# Polarización – Transmisión y Recepción

- Los radares SAR transmiten en una o más polarizaciones y después reciben la onda dispersada en una o más polarizaciones
- Polarizaciones Iguales
  - HH (transmite y recibe horizontal)
  - VV (transmite y recibe vertical)
- Polarizaciones Cruzadas
  - HV (transmite horizontal y recibe vertical)
  - VH (transmite vertical y recibe horizontal)
  - HV y VH son teóricamente idénticas y se presupone una reciprocidad
- Polarización Compacta
  - Transmite derecha circular (R) y recibe H y V **coherentemente** (RH y RV)
- La polarización afecta la interacción con el objeto en la superficie

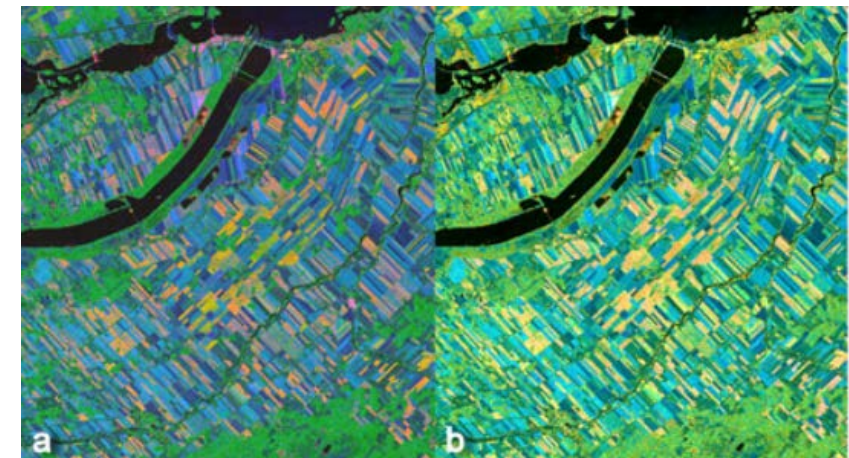
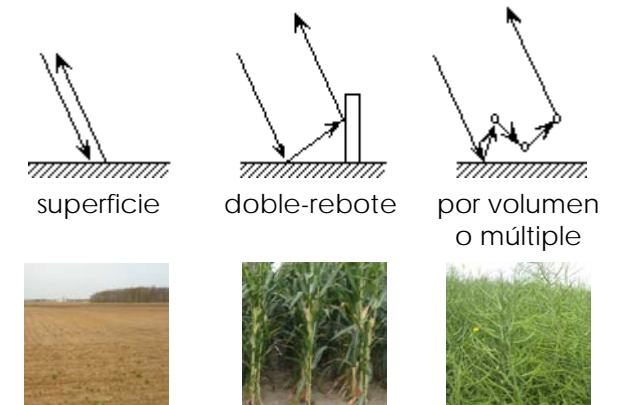


# SAR Completamente Polarimétrico – ¿Qué es?

- transmite y recibe dos polarizaciones ortogonales (usualmente H y V) y retiene la fase entre estas dos polarizaciones
- permite la caracterización completa del campo de dispersión

## ¿Por qué es importante?

- Con estos sistemas coherentes uno puede:
  - sintetizar cualquier polarización (lineal, circular, o elíptica)
  - determinar el grado de polarización
  - descomponer la señal para determinar los tipos de dispersión dominantes y secundarios o terciarios



(a) Descomposición Freeman-Durden aplicada a datos de RADARSAT-2 completamente polarimétricos y (b) descomposición m- $\delta$  aplicada a datos de polarización compacta simulada. Rojo (doble rebote) Verde (múltiple/por volumen) Azul (rebote singular)

Fuente de la Imagen: Dr. Francois Charbonneau



# El Blanco

Los SARs responden a (básicamente) dos características fundamentales de un objetivo agrícola: la estructura y la humedad

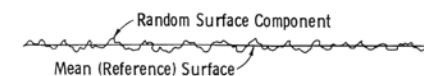
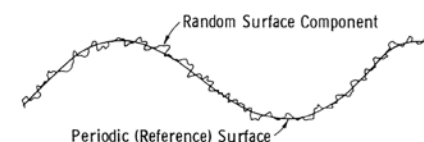
Aspereza: la variación estadística del componente aleatorio de la altura de la superficie relativo a una altura de referencia (en cm) (la altura cuadrática media, "root mean square" o rms por sus siglas en inglés)

Para los suelos esto significa

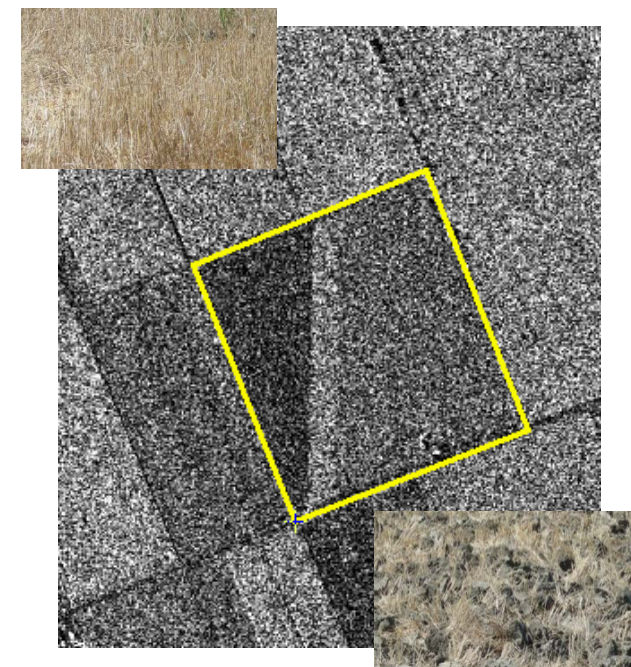
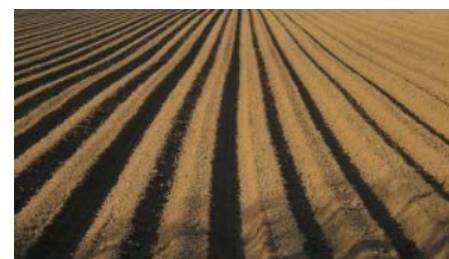
- aspereza aleatoria causada por la labranza (y otras operaciones agrícolas) modificada por los efectos de la erosión y del clima
- estructuras periódicas en filas causadas por arar y sembrar

Fuente de la imagen: (Lefr.) DLR

NASA's Applied Remote Sensing Training Program



Un campo con aspereza aleatoria baja pero estructura periódica significativa



Labranza en proceso capturada por TerraSAR-X (VV) el 26 de agosto del 2008



# ¿Qué Efecto Tiene la Aspereza sobre la Retrodispersión?

- La retrodispersión aumenta con la aspereza del suelo
- Resultado: los suelos más ásperos aparecen más brillantes en las imágenes SAR

El impacto de la aspereza en la retrodispersión depende de la frecuencia y el ángulo incidente del SAR. La aspereza es un concepto relativo.

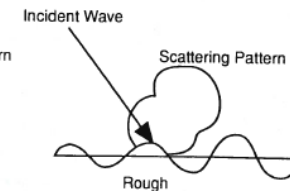
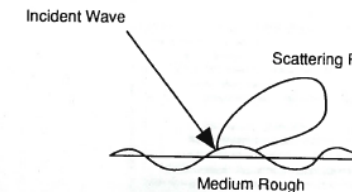
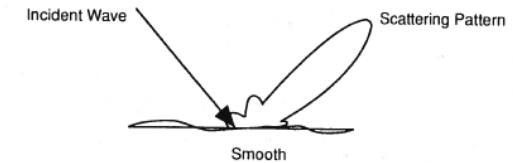
- Según el criterio de Rayleigh, un suelo es liso si es que

$$h < \frac{\lambda}{8 \cos \theta}$$

donde  $h$  es la variación en la altura superficial en cm,  $\lambda$  es la longitud de onda en cm y  $\theta$  es el ángulo incidente en grados



intensidad esperada:



# Todo Es Relativo

Una aspereza menor a "h" sería vista como lisa por el SAR

## Ángulo Incidente de 30°

TerraSAR-X (3.1 cm)	$h < 0,45 \text{ cm}$
RADARSAT-2 (5.6 cm)	$h < 0,81 \text{ cm}$
PALSAR (23.6 cm)	$h < 3,42 \text{ cm}$

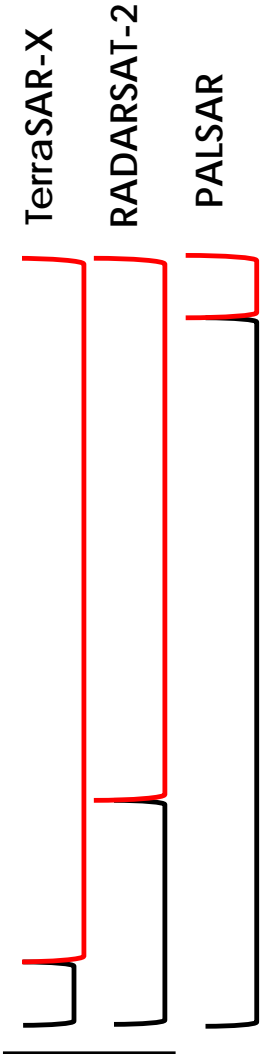
## Ángulo Incidente de 50°

TerraSAR-X (3.1 cm)	$h < 0,60 \text{ cm}$
RADARSAT-2 (5.6 cm)	$h < 1,09 \text{ cm}$
PALSAR (23.6 cm)	$h < 4,59 \text{ cm}$

Jackson, T.J., McNairn, H., Weltz, M.A., Brisco, B. and Brown, R.J. (1997). First order surface roughness correction of active microwave observations for estimating soil moisture. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 35:1065-1069.

TABLE I  
AVERAGE RANDOM ROUGHNESS (*s*) VALUES  
BASED ON SINGLE TILLAGE OPERATIONS [12].

Tillage Operation	s (cm)
Large offset disk	5.0
Moldboard plow	3.2
Lister	2.5
Chisel plow	2.3
Disk	1.8
Field cultivator	1.5
Row cultivator	1.5
Rotary tillage	1.5
Harrow	1.5
Anhydrous applicator	1.3
Rod weeder	1.0
Planter	1.0
No till	0.7
Smooth	0.6

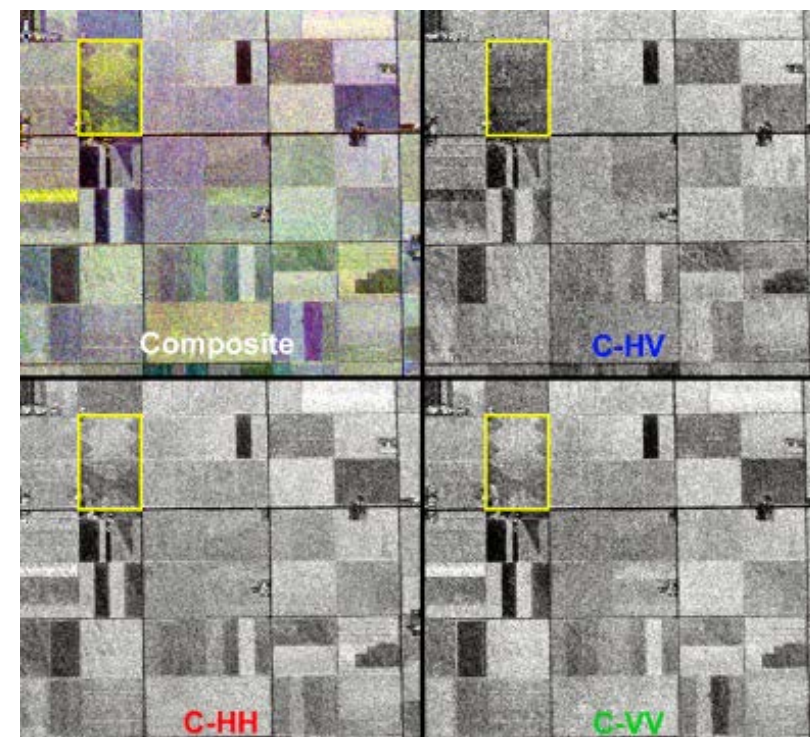
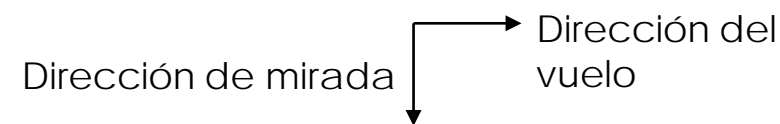


Viewed by SAR as rough at 50°    Viewed by SAR as smooth at 50°



# Una Complicación

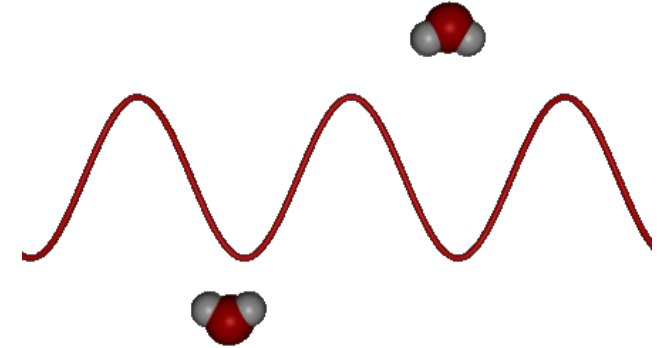
- La “dirección de mirada” del SAR relativo a la dirección de las filas afecta la intensidad del retorno del radar. Esto crea el denominado “efecto mariposa”
- La retrodispersión más fuerte se registra cuando la dirección de la mirada del SAR es perpendicular a la dirección de las filas
- Los efectos en la dirección de las filas pueden ser el resultado de **sembrar, arar y cosechar**
- Este fenómeno no está presente cuando las imágenes de los campos se producen utilizando polarizaciones cruzadas (HV y VH) ya que estas polarizaciones responden a la dispersión por volumen en vez de la dispersión superficial
  - entre otras razones, esto hace a HV y VH atractivas para el monitoreo de la vegetación



# ¿Qué del Agua en el Objetivo?

Se sabe que SAR es sensitivo a al humedad , pero ¿por qué?

- una microonda continuará propagándose hasta encontrar una discontinuidad dieléctrica, como sucede cuando hay agua presente en el suelo
- la constante dieléctrica es una medida de la facilidad con la que moléculas dipolares (como los de agua) rotan en respuesta a un campo aplicado
- la constante dieléctrica ( $\epsilon$ ) es un valor complejo caracterizando tanto la permitividad ( $\epsilon'$ ) (real) y conductividad ( $\epsilon''$ ) (imaginaria) de un material [ $\epsilon = \epsilon' - j \epsilon''$ ]
- cuando se aplica un campo eléctrico, las moléculas de agua libres rotan fácilmente para alinearse con el campo
- la resistencia friccional es baja y se pierde la poca energía almacenada en la rotación cuando la onda pasa y la molécula se relaja. La mayoría de la energía almacenada se libera.
- la constante dieléctrica real varía entre ~3 (suelos muy secos) y 80 (agua)



Fuente de imagen: [Anton Paar](#)



# ¿Qué Significa Esto para SAR?

- una fuerte relación positiva entre la constante dieléctrica real y la retrodispersión de SAR
- una fuerte relación positiva entre la constante dieléctrica real y la humedad del suelo
- Básicamente: más agua en la superficie = mayor retrodispersión = retornos más intensos
- Aplica a CUALQUIER medio (suelo, vegetación etc.)
- la profundidad de la penetración ( $\delta_p$ ) en los suelos y/o cultivos es definida por la dieléctrica ( $\epsilon$ ), longitud de onda ( $\lambda$ ) y el ángulo incidente
- la penetración incrementa junto con la longitud de onda y es mayor cuanto más seco esté la superficie (suelo o cultivos)

Fuente de imagen: Canadian Space Agency



Compuesto Multi-Fecha de RADARSAT-1  
Outlook, Saskatchewan (Canadá)

$$\delta_p = \frac{\lambda \sqrt{\epsilon'}}{2 \pi \epsilon''}$$





# Los Efectos de la Vegetación

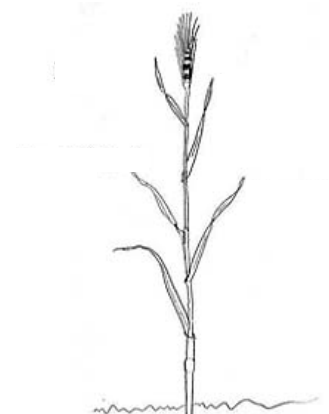
## La escala es muy diferente a la óptica

- La dispersión de microondas de longitudes de onda largas depende de:
  - a) las estructuras de mayor escala (tamaño, forma y orientación de las hojas, tallos y frutos)
  - b) el volumen del agua en el dosel de vegetación (a nivel molecular)

## ¿Por qué SAR es tan sensitivo al tipo de cultivo y al desarrollo de cultivos?

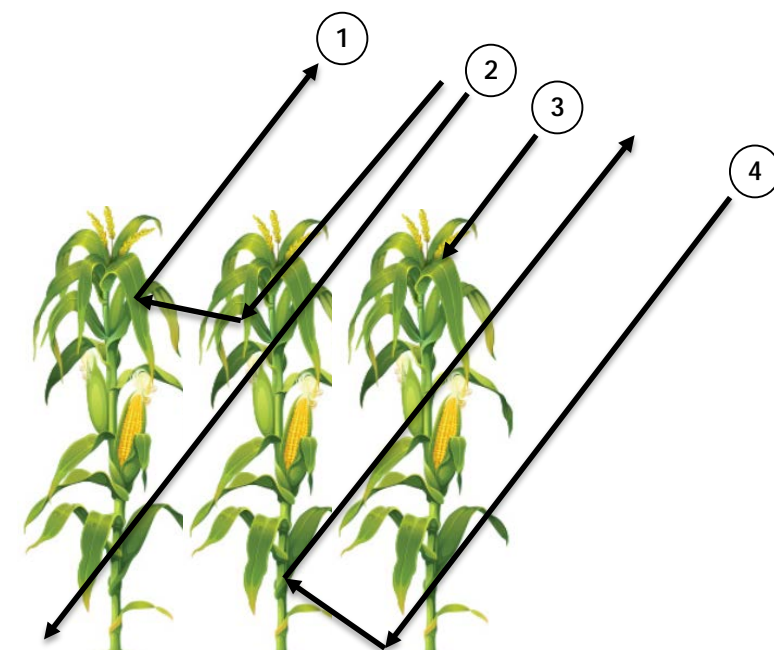
- La estructura de los cultivos cambia de manera significativa de un cultivo a otro y mientras los cultivos pasan por etapas de crecimiento

La estructura de los cultivos varía significativamente entre la soya, el trigo y el maíz



# Dispersión por Cultivos – Es Complicada

- varios tipos y combinaciones de dispersión ocurren en un dosel vegetal
- una microonda entrando a un dosel puede ser dispersada directamente por una hoja, o podría ser dispersada por el tallo de un cultivo hacia la hoja de otro, o podría dirigirse al suelo donde es dispersada por el suelo. La onda también podría salir del dosel sin dispersión adicional, o puede topar con partes del dosel al salir.
- estos eventos de dispersión determinan la porción de la energía que retornará al sensor SAR y cómo la fase, por ejemplo, entre componentes, H y V, cambiará (cuan aleatoria se vuelve la fase)
- estas características de dispersión nos dicen qué tipo de cultivo está presente y cuál es la condición de éste



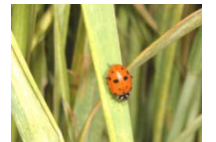
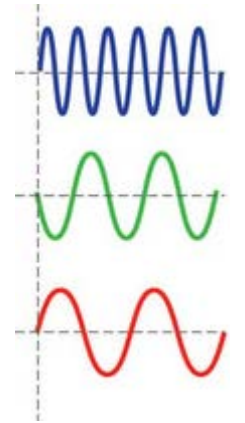
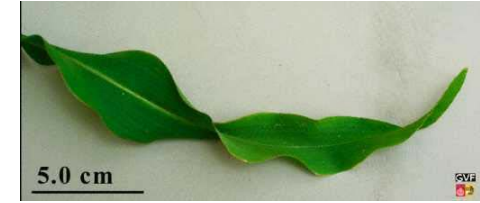
1. Dispersión por volumen múltiple desde el interior del dosel
2. Dispersión directa del suelo
3. Dispersión directa del dosel
4. Dispersión múltiple entre el suelo y el dosel



# Configuraciones de SAR en Relación a las Características de los Cultivos

## Frecuencia:

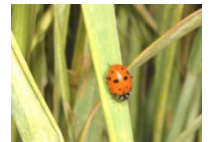
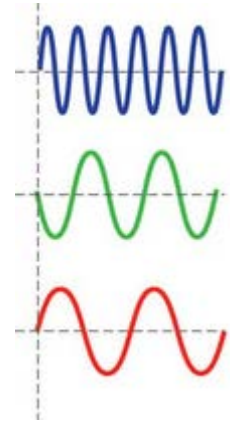
- los doseles pueden atenuar o dispersar microondas
- la dominancia de uno o el otro depende de la longitud de onda relativo al tamaño de los componentes del dosel
- la dispersión ocurre cuando el componente del dosel (como una hoja) es de un tamaño similar o mayor a la longitud de onda
- algunos componentes (como las cabezas del trigo) atenúan las microondas, especialmente a longitudes menores
- la frecuencia también afecta la profundidad de la penetración; las longitudes mayores penetran más profundamente en el dosel e involucran más interacción con el suelo



# Configuraciones de SAR en Relación a las Características de los Cultivos

¿Cuál es la mejor frecuencia? Depende para qué

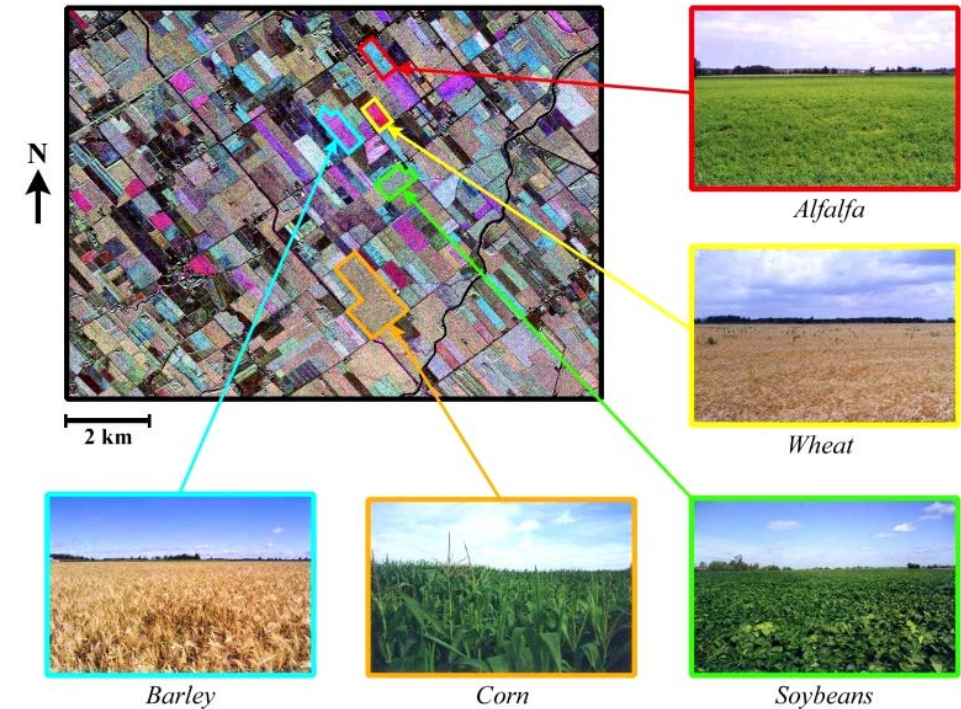
- humedad del suelo: las longitudes de onda mayores (por ejemplo banda-L) son mejores ya que penetran más profundamente en el dosel e interactúan con el suelo
- clasificación de cultivos y modelación biofísica: depende del dosel
- necesitan penetrar lo suficientemente a travez del dosel (banda-L o -C para maíz, por ejemplo) pero no tanto que hay interferencia del suelo (banda-C o -X para cultivos de menor biomasa como soya)



# Configuraciones de SAR en Relación a las Características de los Cultivos

## Polarización

- afecta cómo las microondas interactúan con el cultivo
- Las ondas de polarización-V se acoplan con la vegetación verticalmente estructurada y más de la energía se atenúa
- Las ondas de polarización-H tienen una mayor penetración a través del dosel al suelo subyacente
- Las polarizaciones cruzadas (HV/VH) son sensibles al volumen del objetivo y no son afectadas por los efectos de las filas
- **HV o VH** es la mejor polarización o para la identificación o la estimación biofísica de cultivos
- La segunda mejor polarización normalmente es VV



SAR CV-580 Banda-C aéreo, Al Sur de Ottawa, 9 de julio de 1998

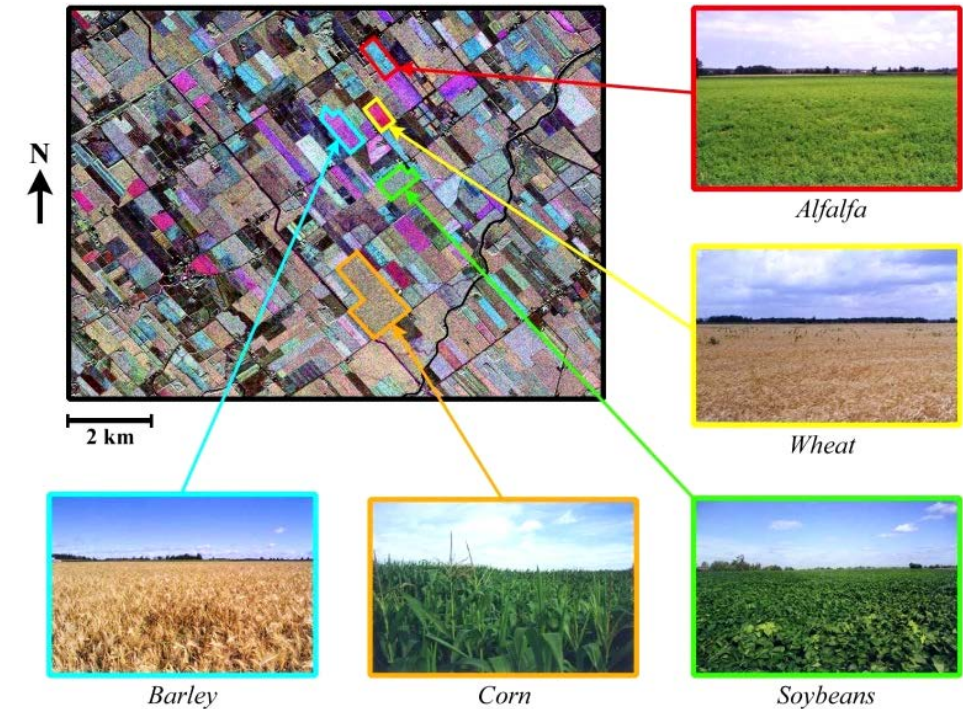
R = HH G = HV B = VV



# Configuraciones de SAR en Relación a las Características de los Cultivos

## Ángulo de Incidencia

- no es tan crítico para la identificación de cultivos
- para la detección temporal de cambios, no hay que mezclar ángulos
- Para la estimación biofísica, está bien mezclar ángulos con tal que el modelo lo tome en cuenta



SAR CV-580 Banda-C aéreo, Al Sur de Ottawa, 9 de julio de 1998

R = HH G = HV B = VV



# Una Complicación: El Medio Ambiente

Siempre, siempre, siempre revise las condiciones ambientales al momento de adquisición de imágenes antes de utilizar datos SAR

**Regla no. 1:** Nunca utilice SAR si es que estaba lloviendo a la hora de adquisición

- **¿Por qué?** Aunque SAR supuestamente funciona bajo cualquier condición climática, no sirve para capturar imágenes durante eventos pluviales porque el agua en la atmósfera causa que SAR se disperse. En algunas regiones del mundo este riesgo es diurno.

**Regla no 2:** Nunca utilice SAR si el suelo está congelado

- **¿Por qué?** La constante dieléctrica se reduce a casi cero cuando el agua cambia a un estado congelado. Por lo tanto, aunque haya agua en el suelo, el SAR lo verá como seco. SAR puede detectar eventos de hielo/deshielo. El congelamiento a menudo ocurre de noche.



# Una Complicación: El Medio Ambiente

**Regla no. 3:** Considere la posibilidad de la presencia de rocío durante adquisiciones matutinas

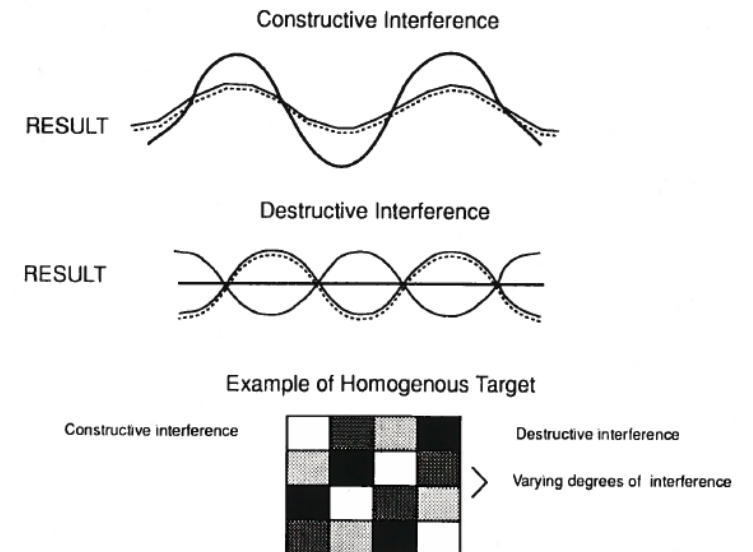
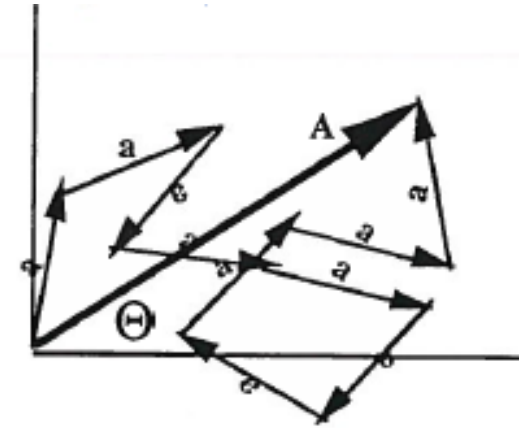
- **¿Por qué?** La presencia de agua en las hojas incrementará la retrodispersión (esto es un gran problema para la modelación biofísica). Si hay mucha agua en el dosel (inmediatamente después de una lluvia), el contraste entre los componentes se puede reducir. El rocío es más prominente en regiones templadas y temprano en la mañana.
- Tenga mucho cuidado al elegir órbitas (ascendente – vespertino; descendente – matutino)
- Siempre revisen las condiciones meteorológicas





# Otra Complicación: Ruidos en SAR

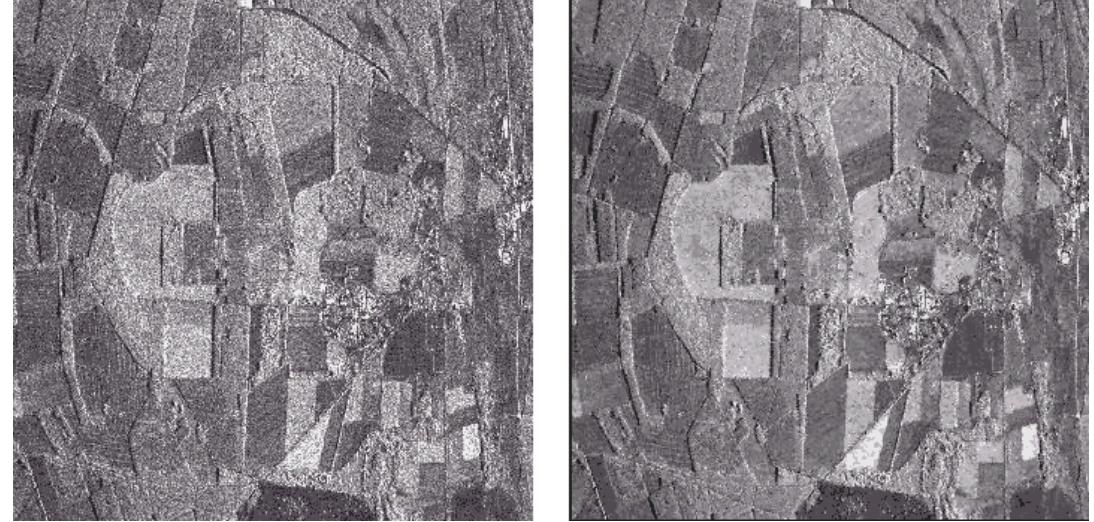
- cuando pensamos en SAR, cada celda de la resolución está compuesta de muchos elementos dispersantes, los cuales contribuyen a la dispersión
- estas ondas dispersadas tienen una fase determinada por los eventos de dispersión
- la respuesta de cada celda de la resolución es la suma de la amplitud y la fase de cada uno de estos elementos dispersantes
- todas estas ondas dispersadas pueden causar interferencia compleja, a veces ésta es constructiva (pixeles brillantes) y a veces destructiva (pixeles oscuros)
- el resultado: ruido speckle "sal y pimienta"



# Supresión del Speckle

## Hay dos maneras de reducir el speckle

- multi-look divide el haz de radar varios sub-haces más angostos. Cada sub-haz brinda una mirada (o "look") independiente. Estas miradas se suman para formar una imagen de salida final con speckle reducido.
- promediación espacial o temporal – se



aplican filtros para la reducción de speckle a la imagen detectada

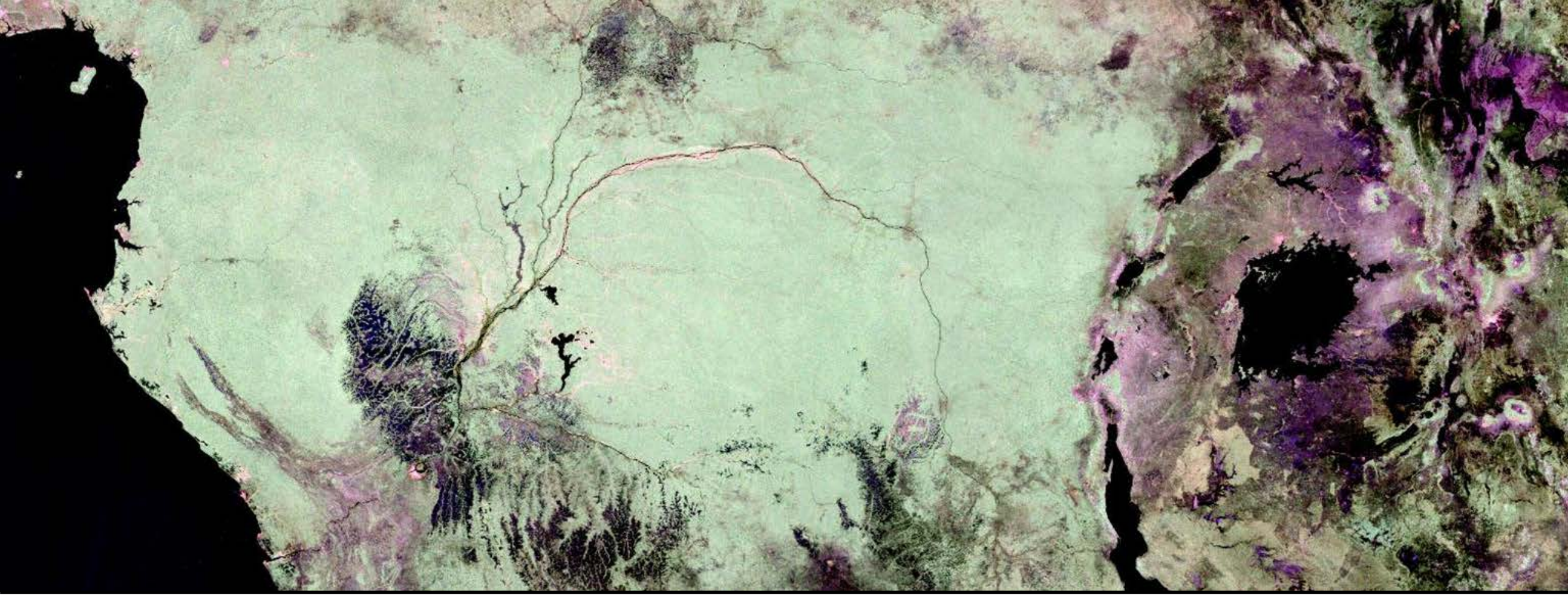
- el "multi-look" y la filtración espacial reducen el speckle a costo de la resolución

## Filtros de speckle para radar adaptivos

- los filtros de radar adaptivos reducen el speckle y mantienen los bordes
- estos filtros modifican la imagen en base a estadísticas extraídas del entorno local de cada pixel

Fuente de imagen: [Par Bleu Technologies](#)





Demostración Práctica

# Pre-Procesando datos de RADARSAT-2 QP SLC con SNAP (6.0)

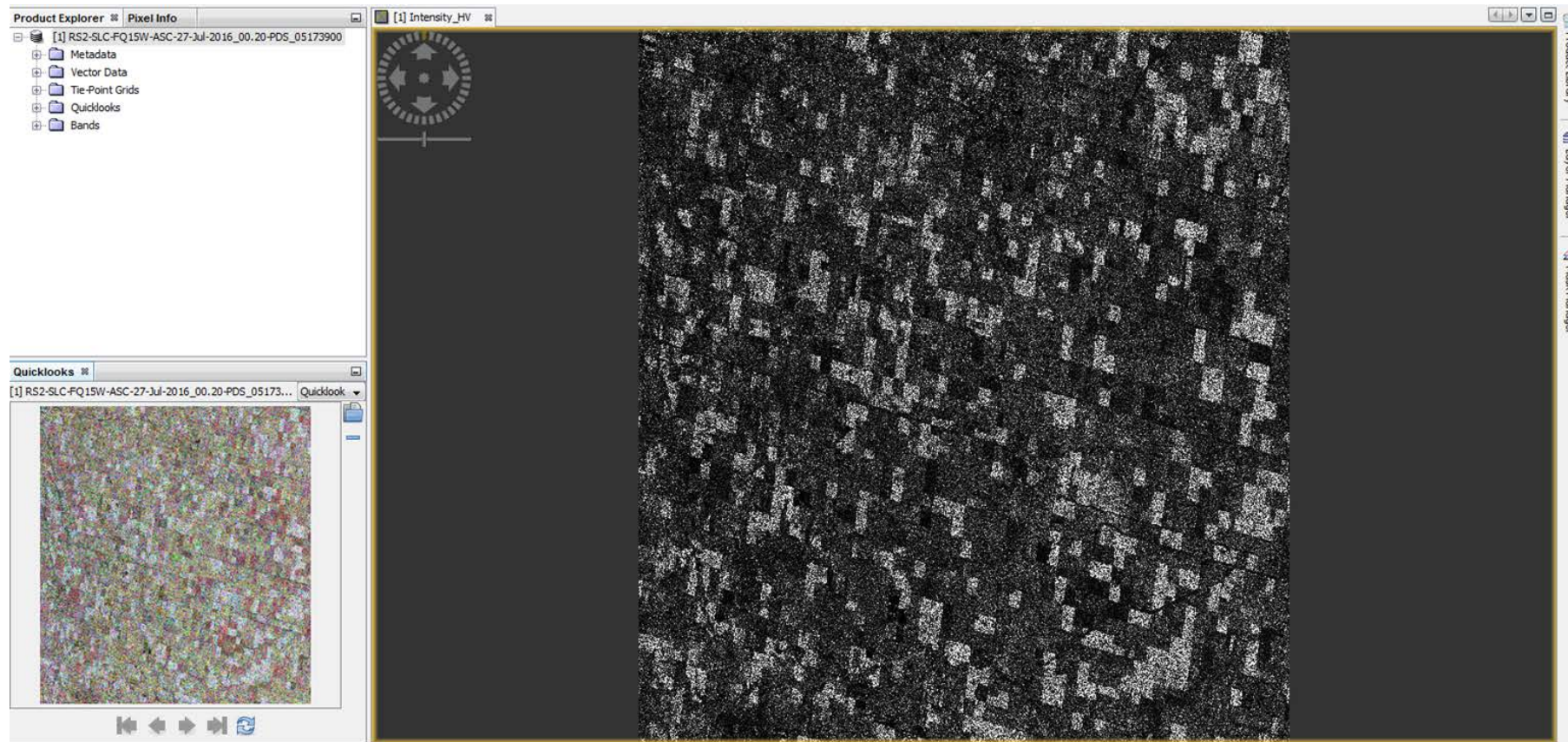
Extraer Retrodispersión para Cuatro Polarizaciones Lineales



# Pre-Procesando datos de RADARSAT-2 QP SLC con SNAP (6.0)

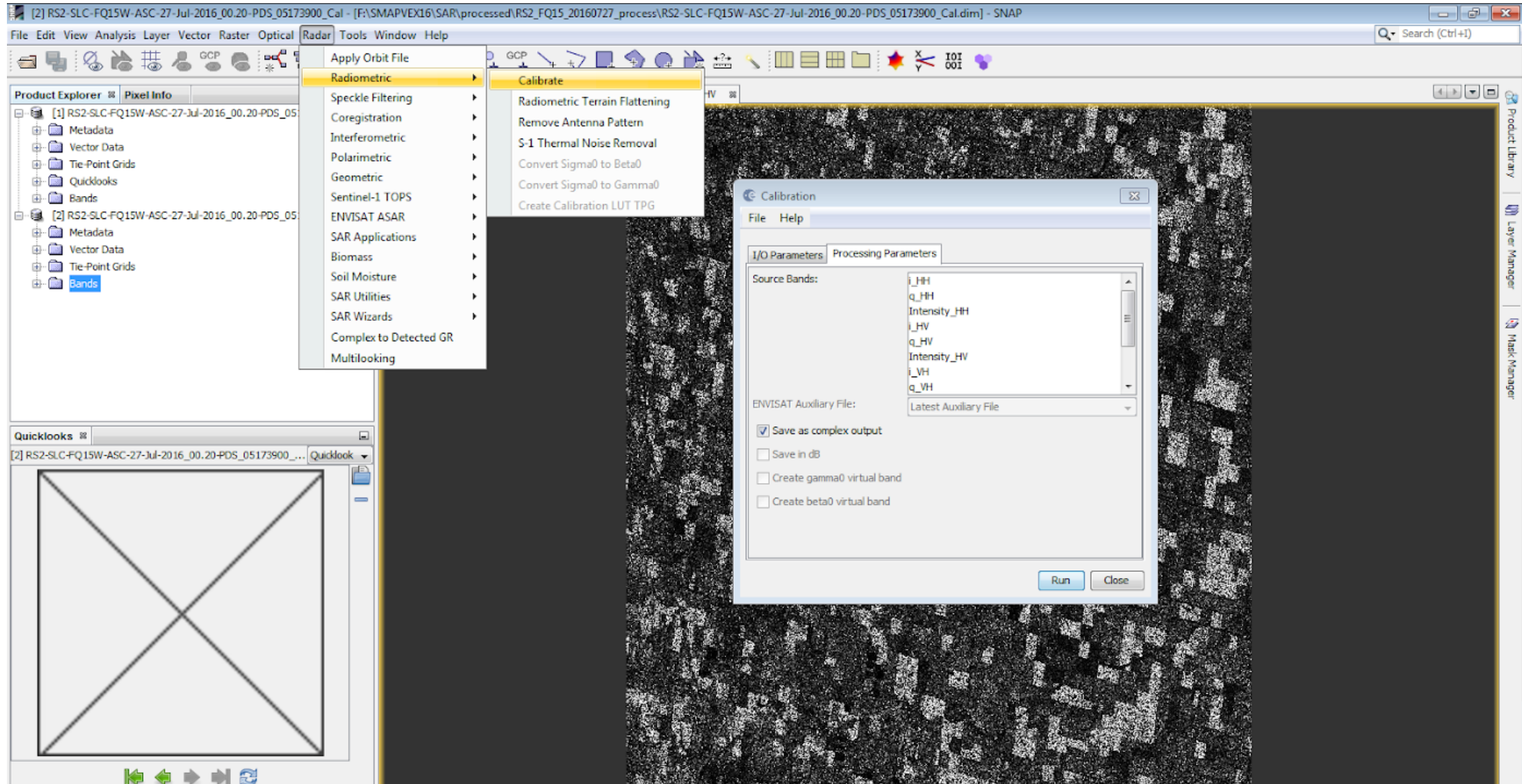
## Leer la Imagen RS2 SLC .zip

Usando datos SLC de RADARSAT-2 quad pol modo FQ15W adquiridos el 27 de julio de 2016 sobre Carman, Manitoba, Canadá



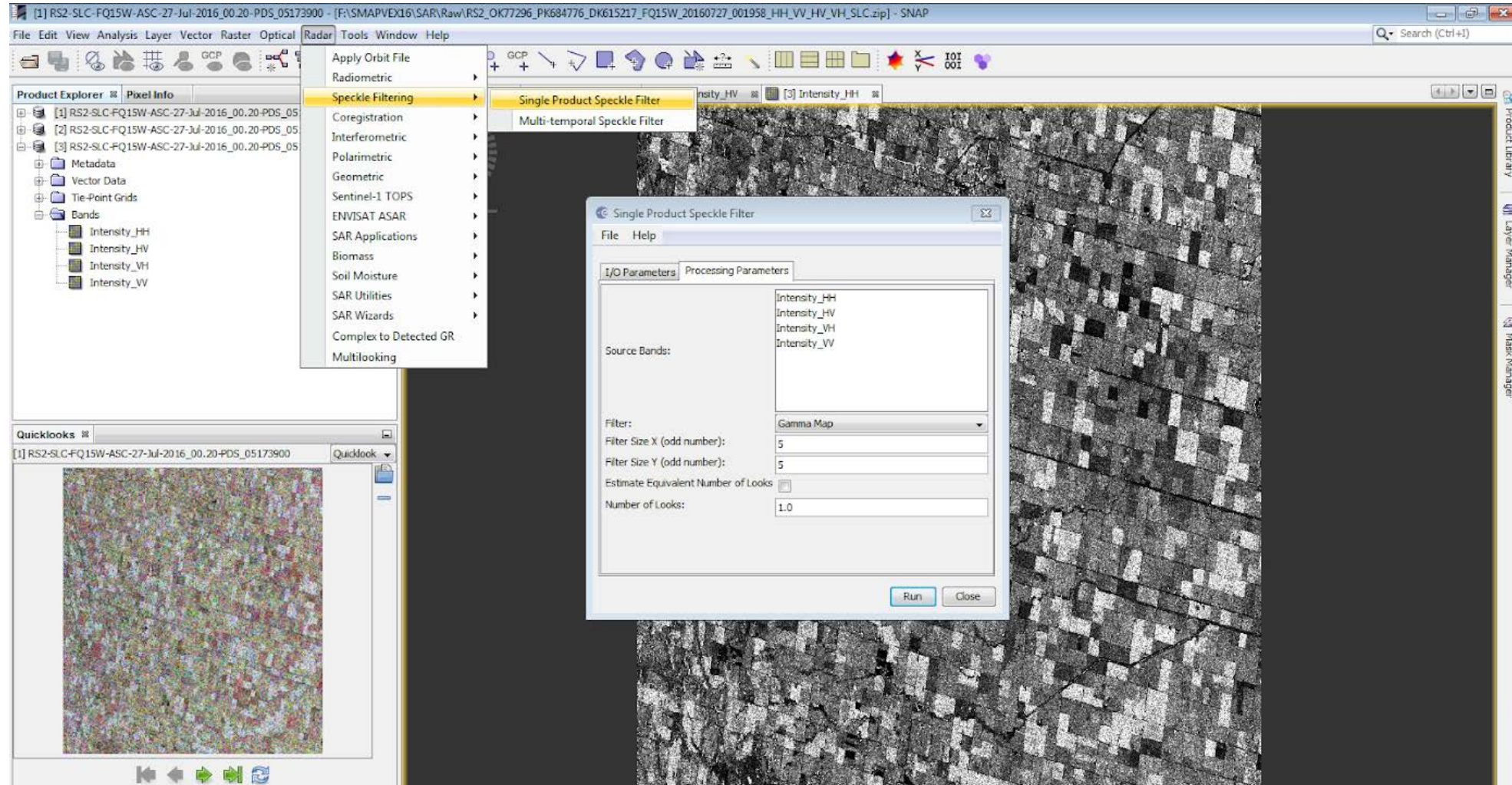
# Pre-Procesando datos de RADARSAT-2 QP SLC con SNAP (6.0)

## Calibración: Convertir Valores de Pixeles en Retrodispersión de Radar



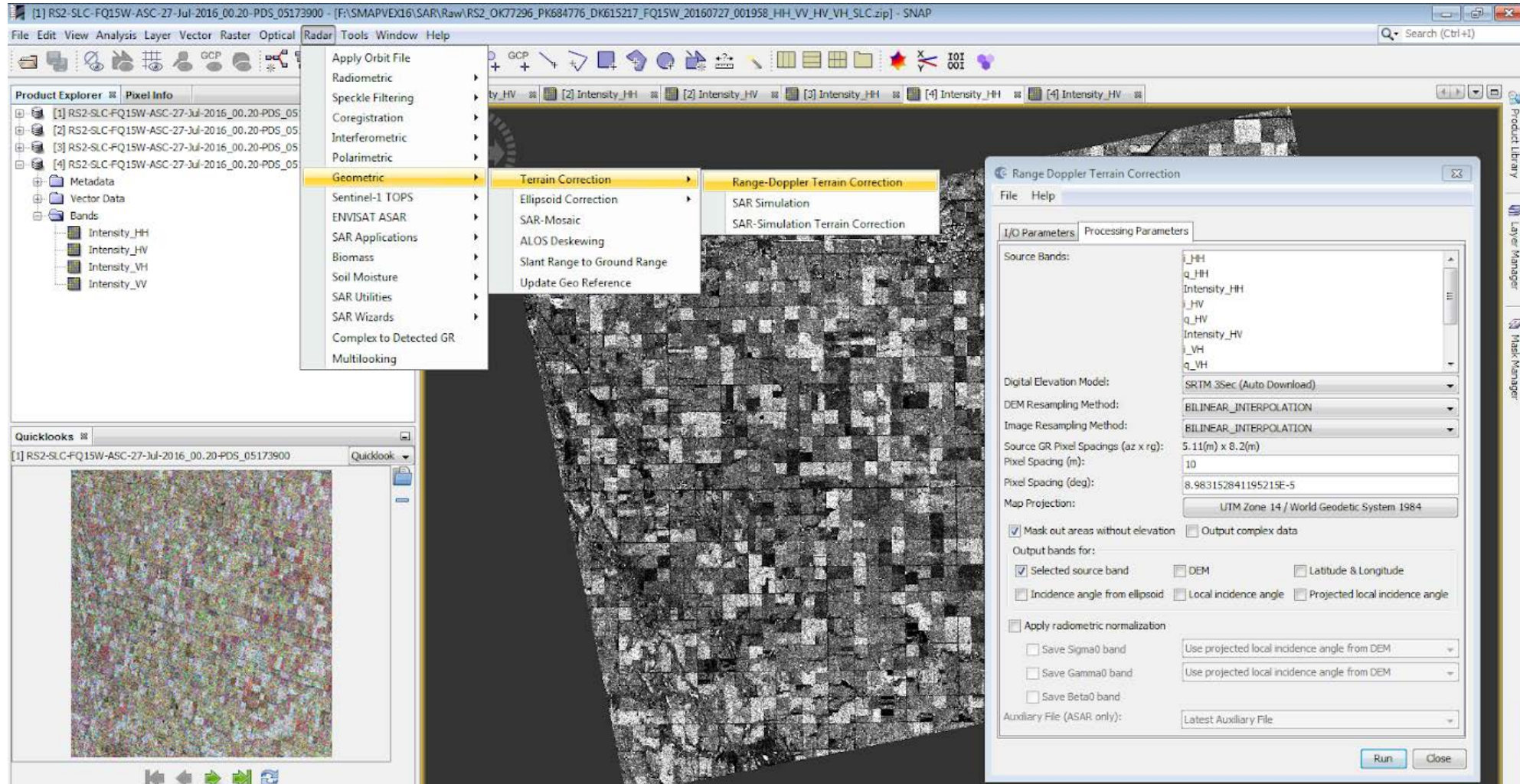
# Pre-Procesando datos de RADARSAT-2 QP SLC con SNAP (6.0)

## Filtro de Speckle – Mapa Gama 5 por 5



# Pre-Procesando datos de RADARSAT-2 QP SLC con SNAP (6.0)

## Corrección por Topografía





# Pre-Procesando datos de RADARSAT-2 QP SLC con SNAP (6.0)

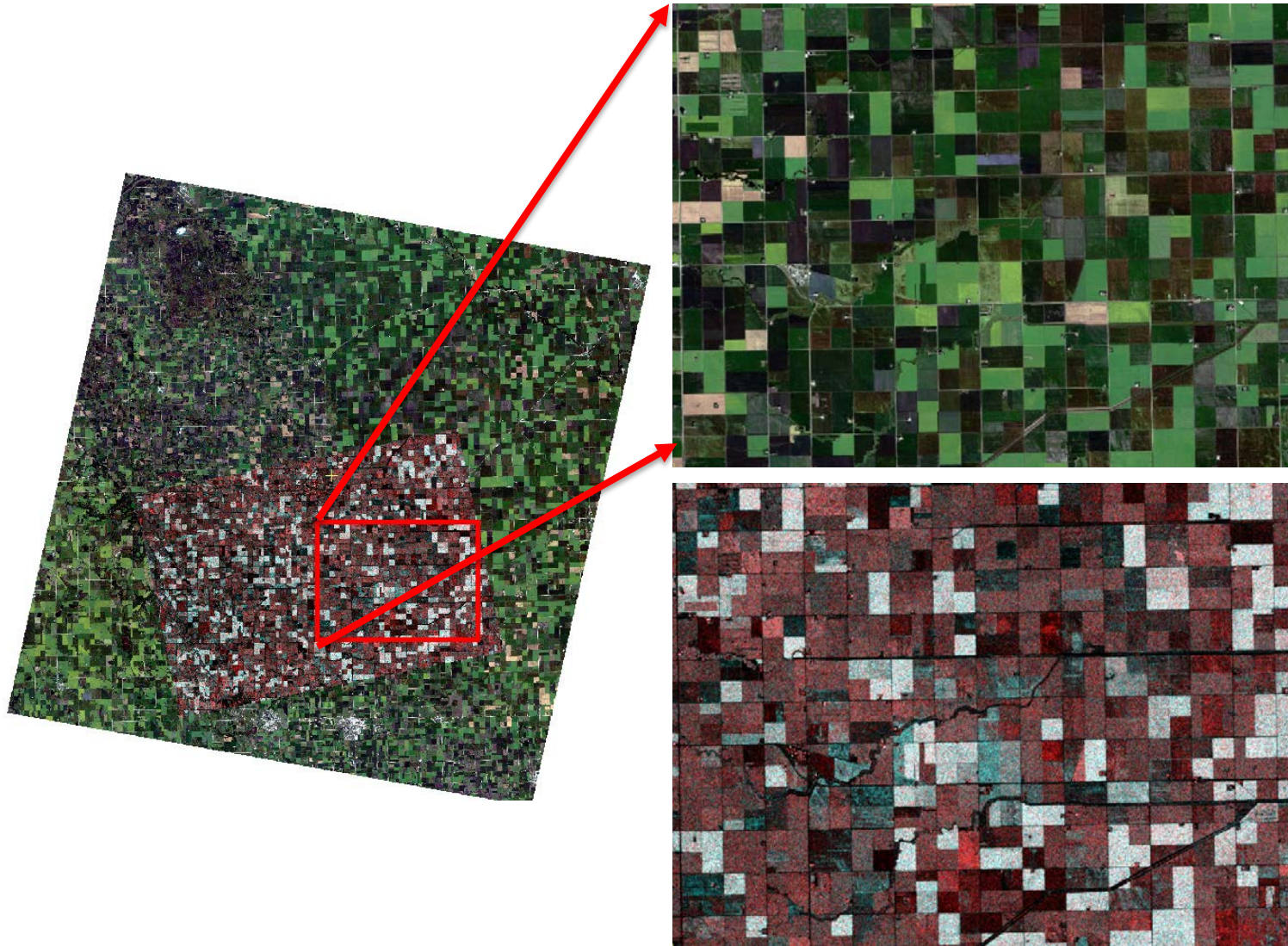


Imagen de color natural  
RapidEye adquirida el 22 de  
julio de 2016

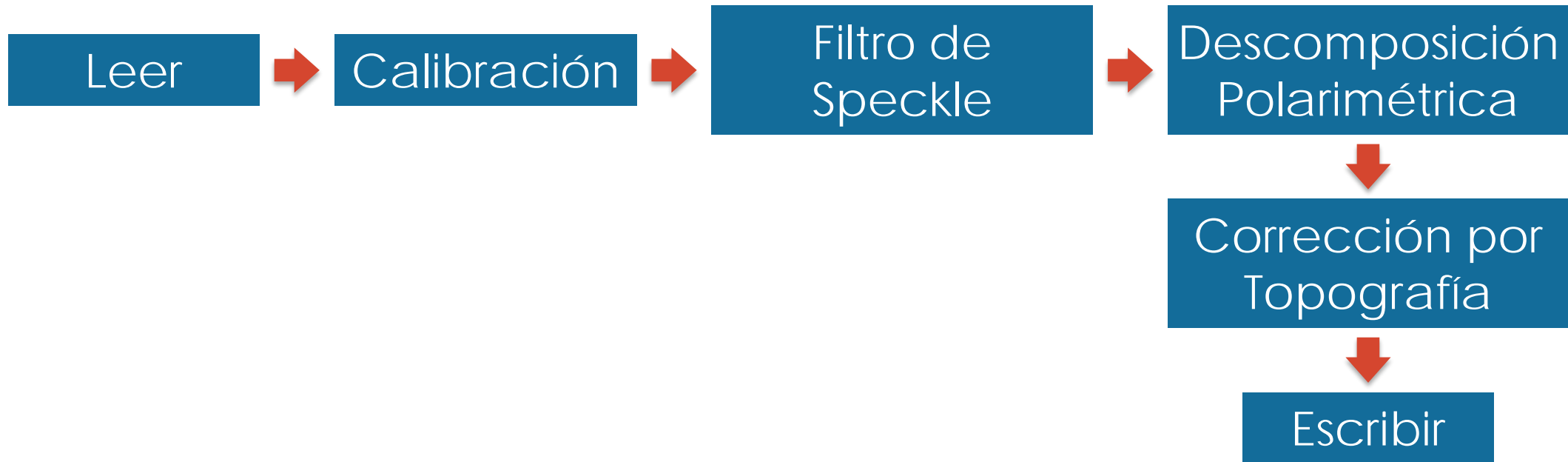
Compuesto RGB de color falso  
de imágenes de RADARSAT-2  
adquiridas el 27 de julio de  
2016.

( **R=HH**, **G=HV**, **B=VV** )



# Pre-Procesando datos de RADARSAT-2 QP SLC con SNAP (6.0)

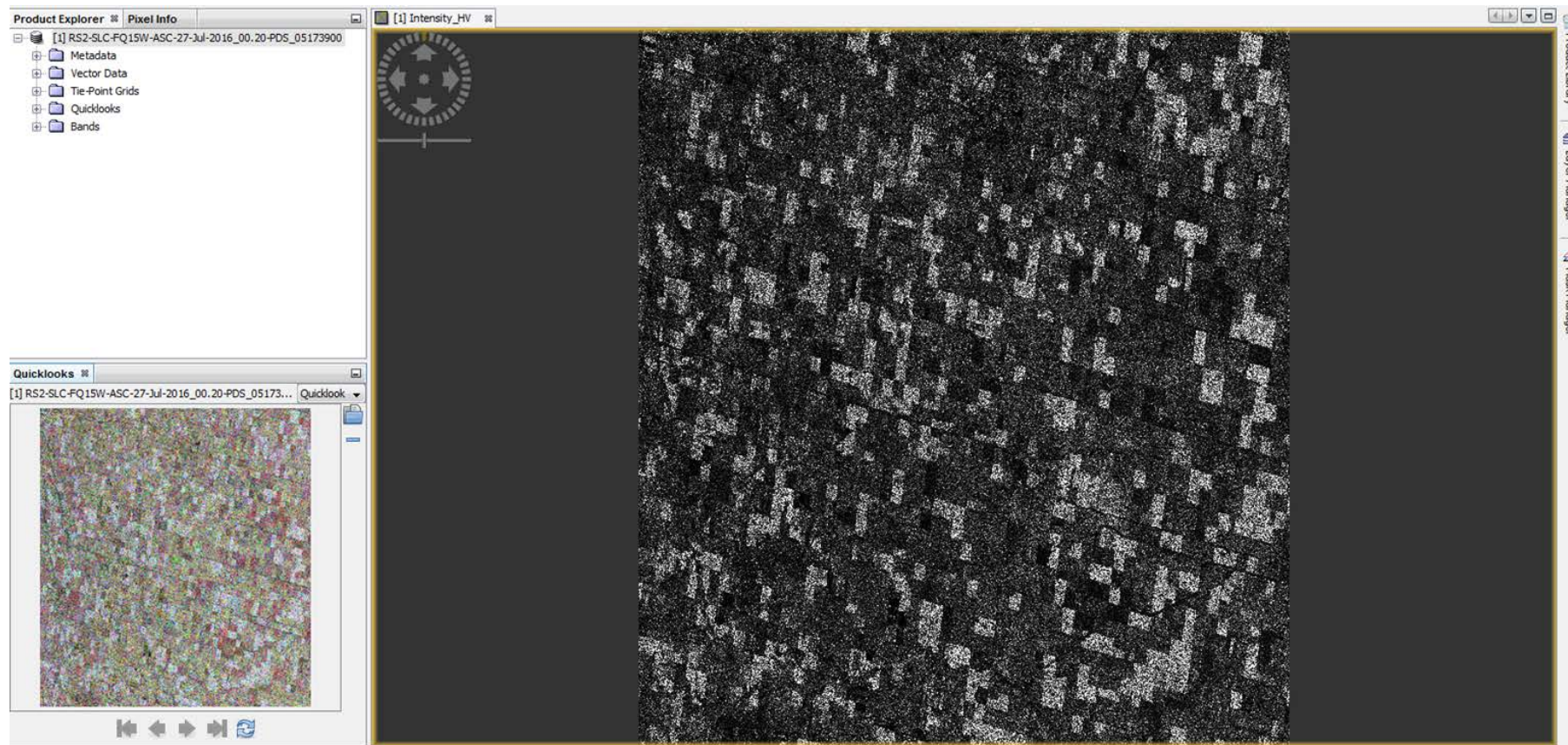
## Implementar Descomposición Polarimétrica



# Pre-Procesando datos de RADARSAT-2 QP SLC con SNAP (6.0)

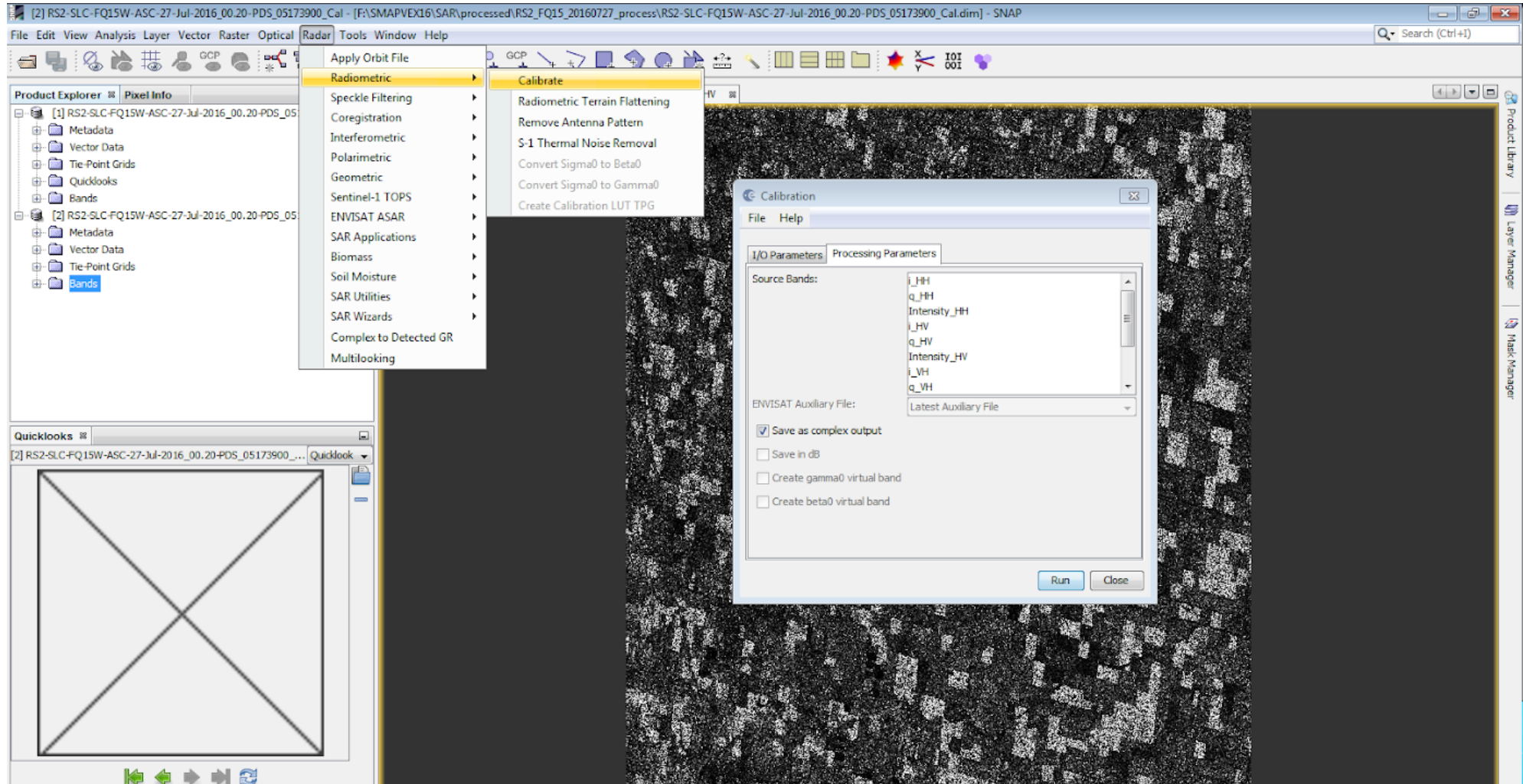
## Leer la Imagen RS2 SLC .zip

Usando datos SLC de RADARSAT-2 quad pol modo FQ15W adquiridos el 27 de julio de 2016, sobre Carman, Manitoba, Canadá



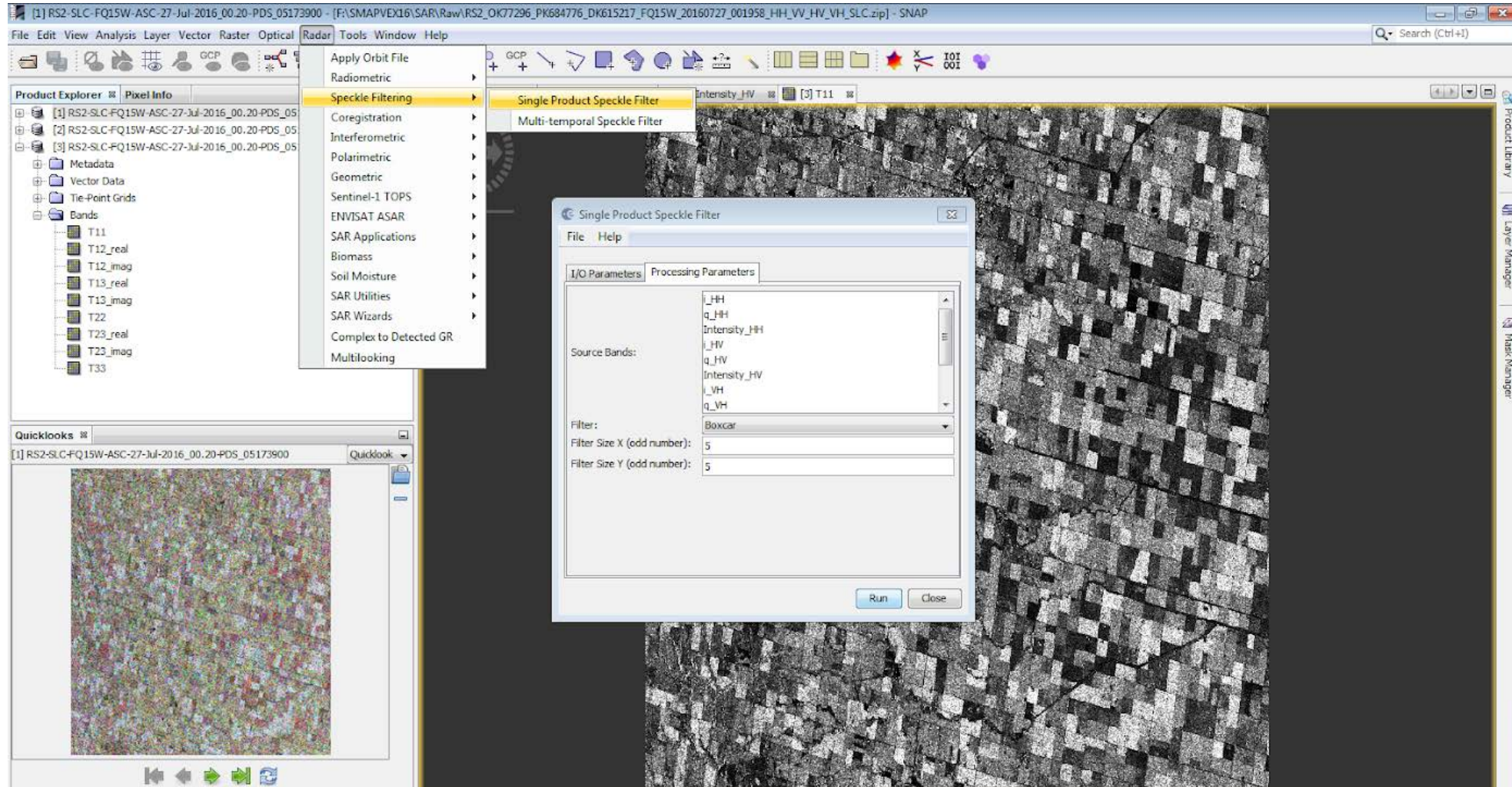
# Pre-Procesando datos de RADARSAT-2 QP SLC con SNAP (6.0)

## Calibración: Convertir Valores de Pixeles en Retrodispersión de la Señal de Radar



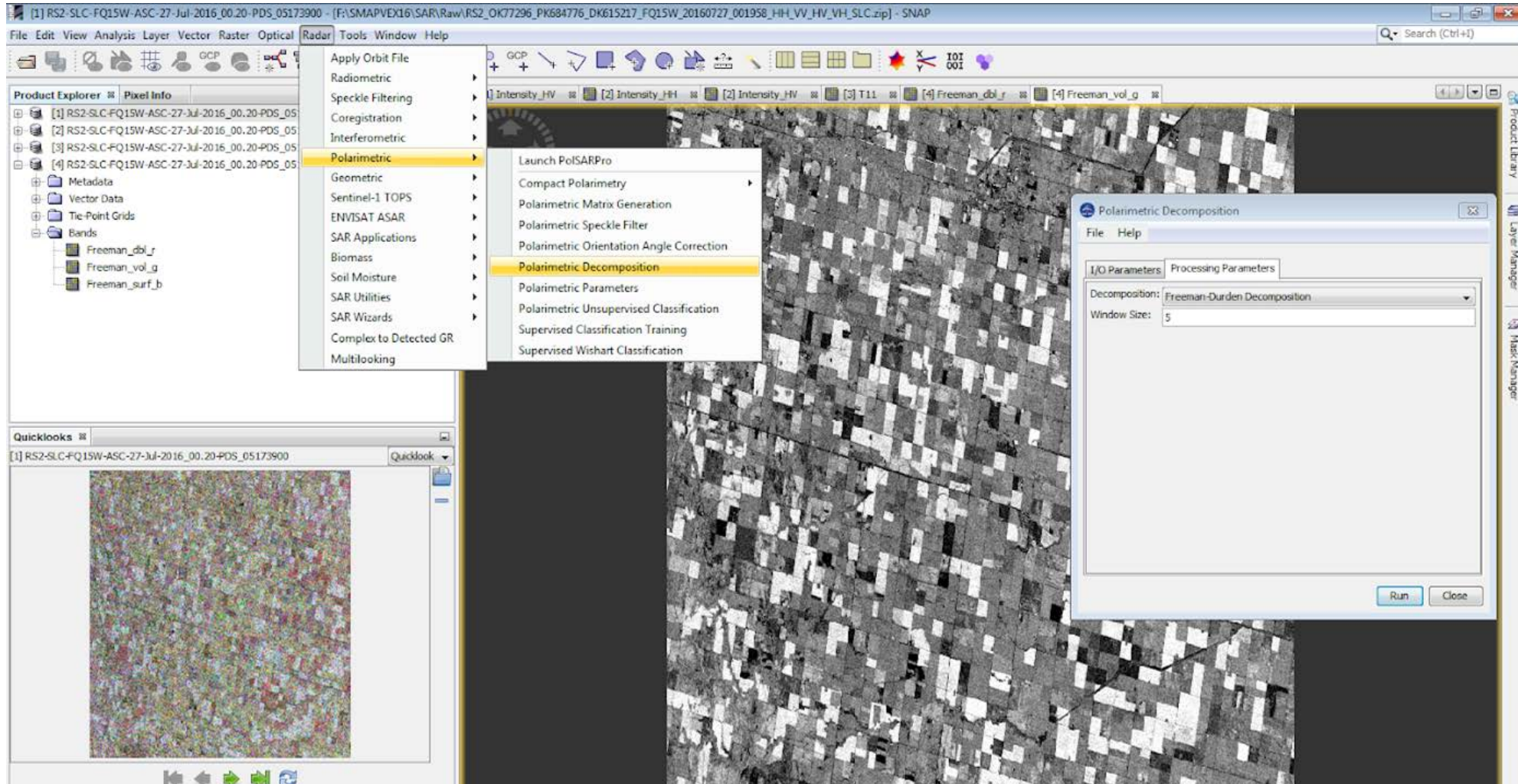
# Pre-Procesando datos de RADARSAT-2 QP SLC con SNAP (6.0)

## Filtro de Speckle – “Boxcar” 5 por 5



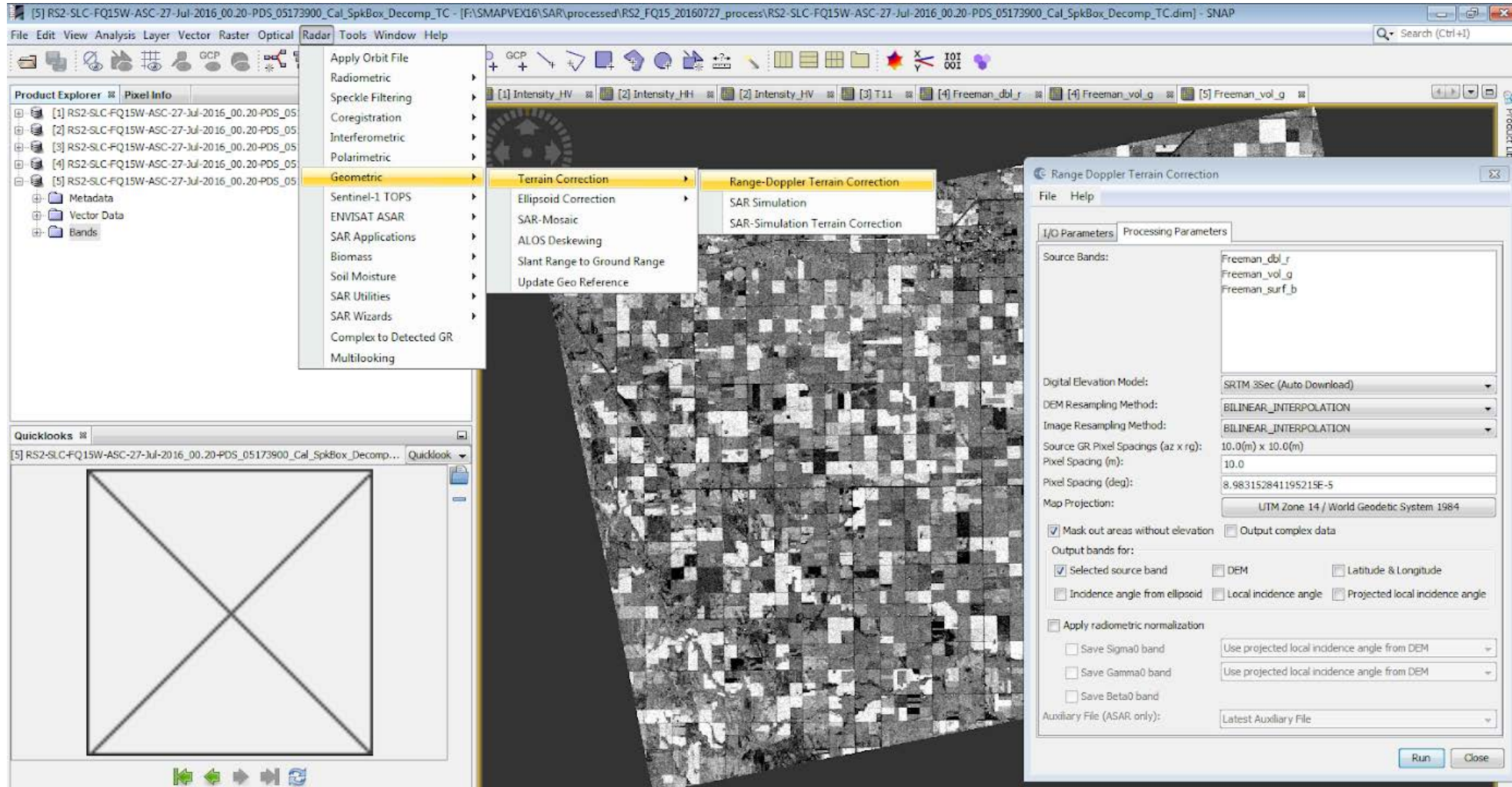
# Pre-Procesando datos de RADARSAT-2 QP SLC con SNAP (6.0)

## Descomposición Freeman Durden



# Pre-Procesando datos de RADARSAT-2 QP SLC con SNAP (6.0)

## Corrección por Topografía



# Pre-Procesando datos de RADARSAT-2 QP SLC con SNAP (6.0)

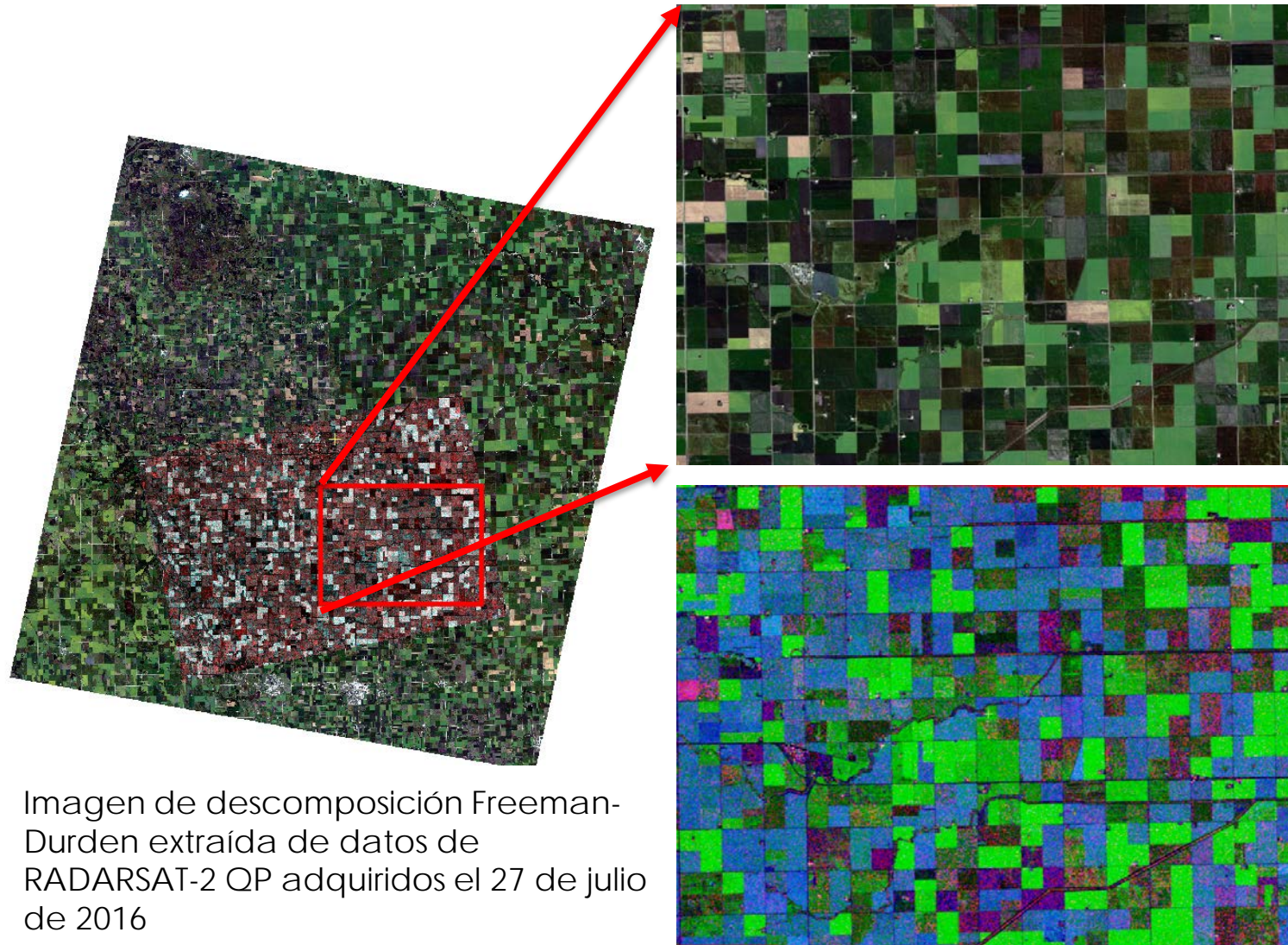


Imagen de descomposición Freeman-Durden extraída de datos de RADARSAT-2 QP adquiridos el 27 de julio de 2016

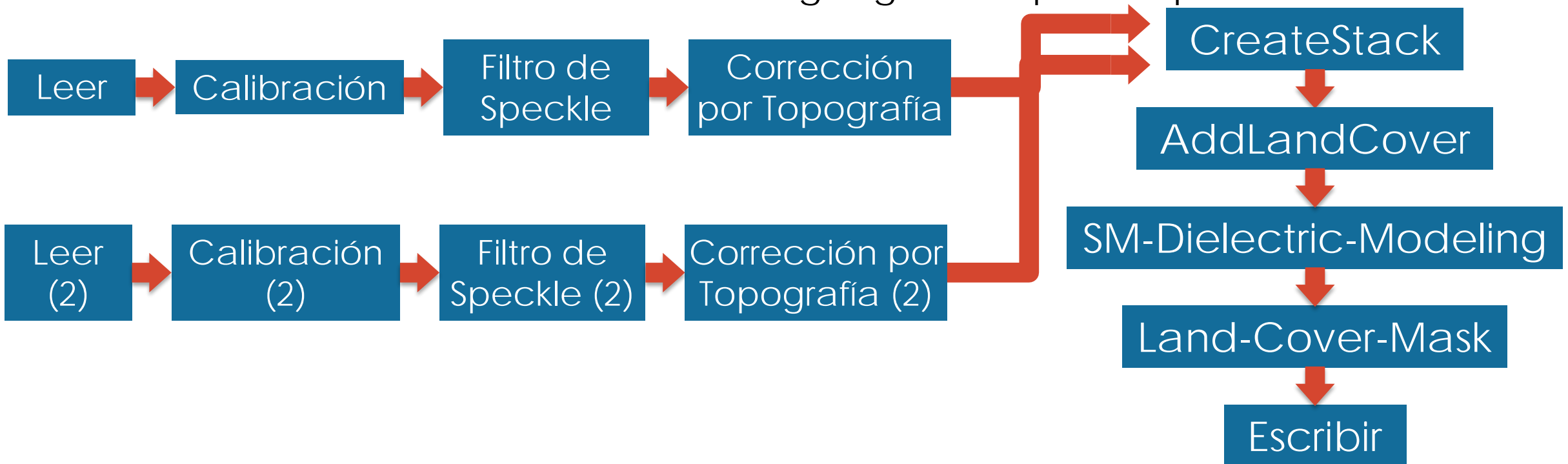
Imagen de color natural RapidEye adquirida el 22 de julio de 2016

Compuesto de color falso RGB de imágenes de descomposición Freeman-Durden (extraídas de RADARSAT-2 adquiridas el 27 de julio de 2016).



# Procesamiento de la Humedad del Suelo con las Herramientas del Soil Moisture Toolbox en el Software de SNAP Utilizando Datos de RADARSAT-2

- Mapa de la humedad del suelo de una adquisición matutina y una vespertina de RADARSAT-2 utilizando el método multi-ángulo
- Datos matutinos y vespertinos de RADARSAT-2 recolectados sólo un día aparte. Se utiliza el método de inversión en el área geográfica que solapa.



# Procesamiento de la Humedad del Suelo con las Herramientas del Soil Moisture Toolbox en el Software de SNAP Utilizando Datos de RADARSAT-2

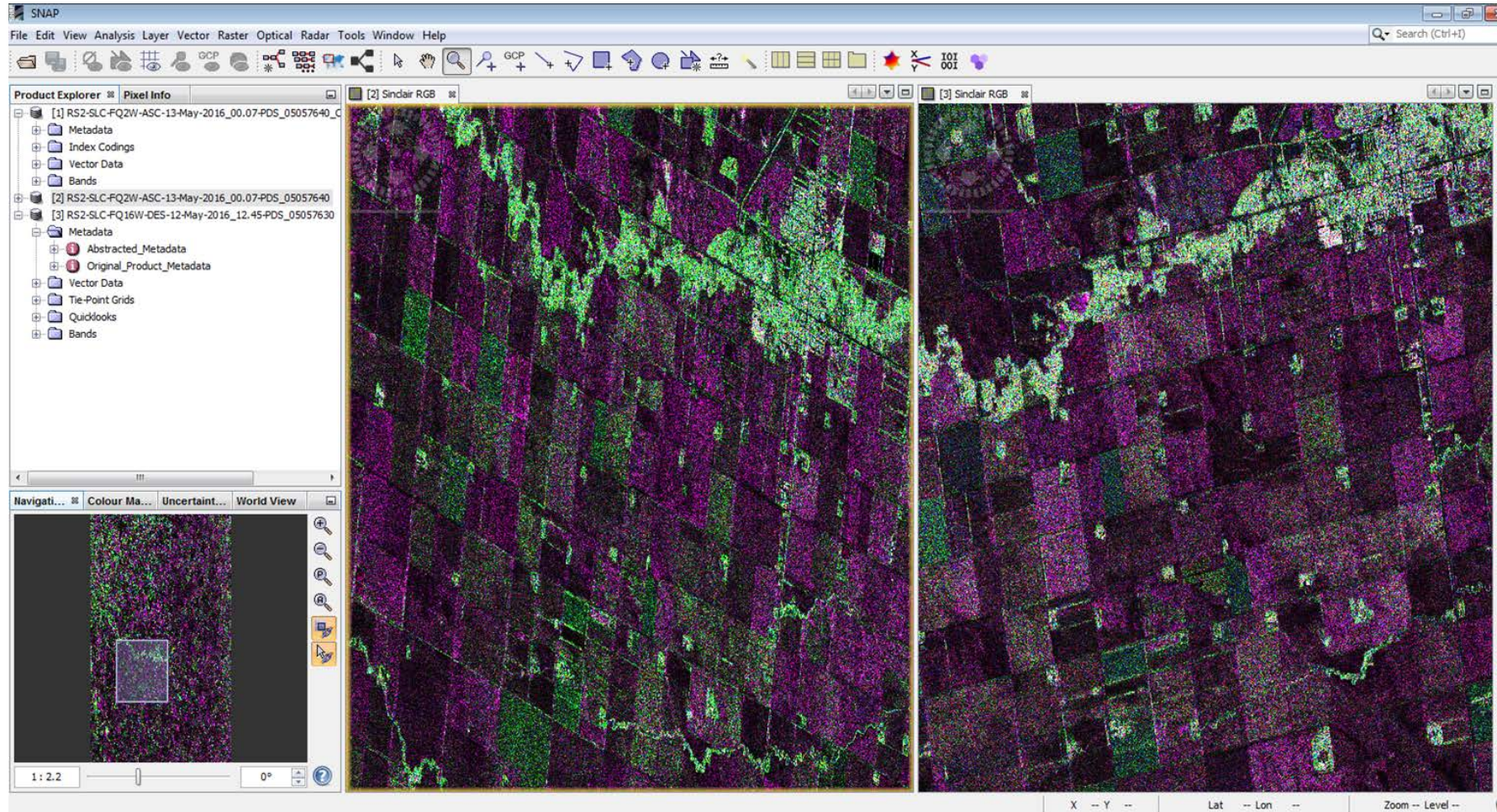
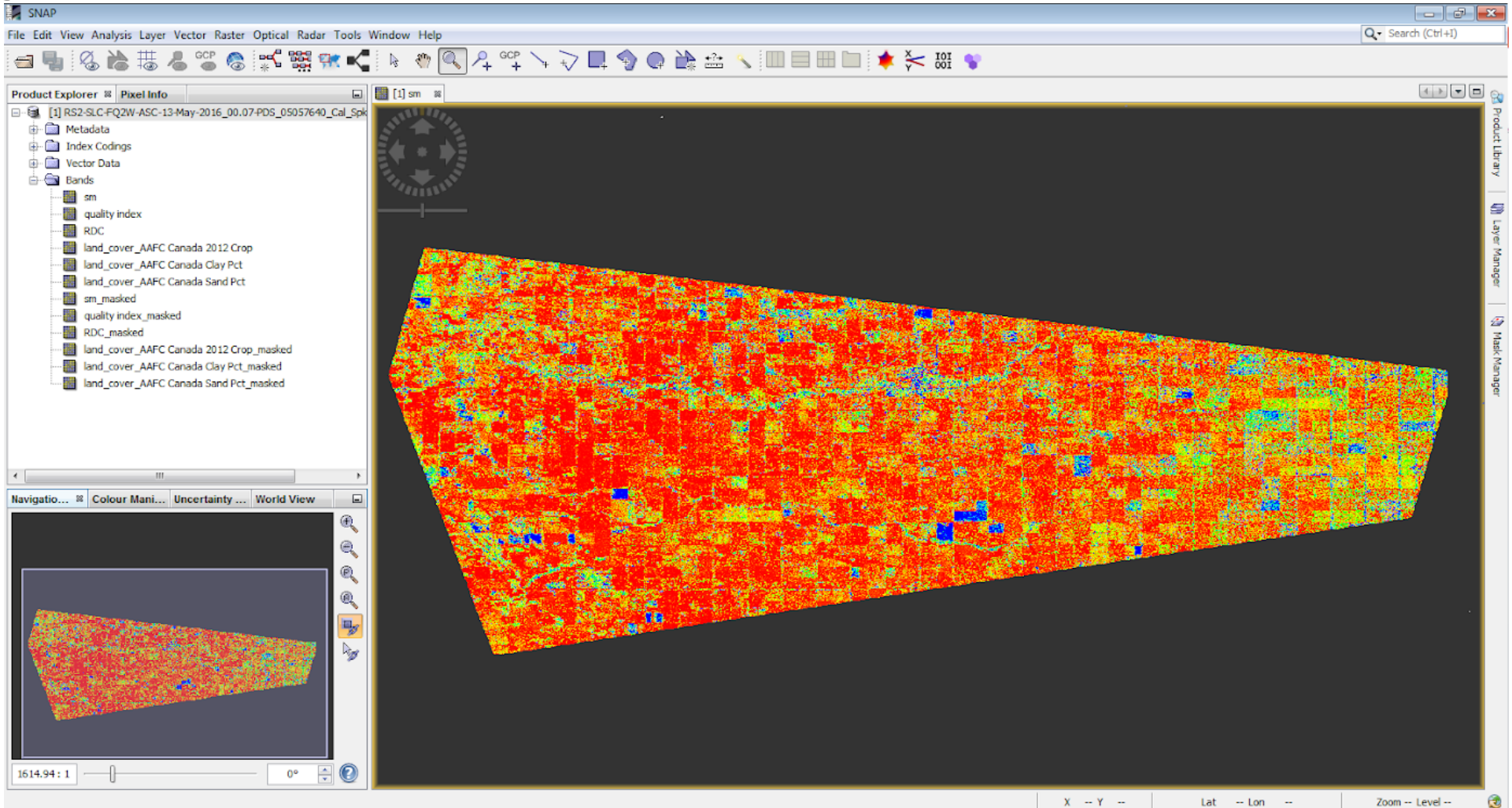


Imagen de RADARSAT-2 SAR  
adquirida el 13 de mayo de 2016  
Paso ascendente

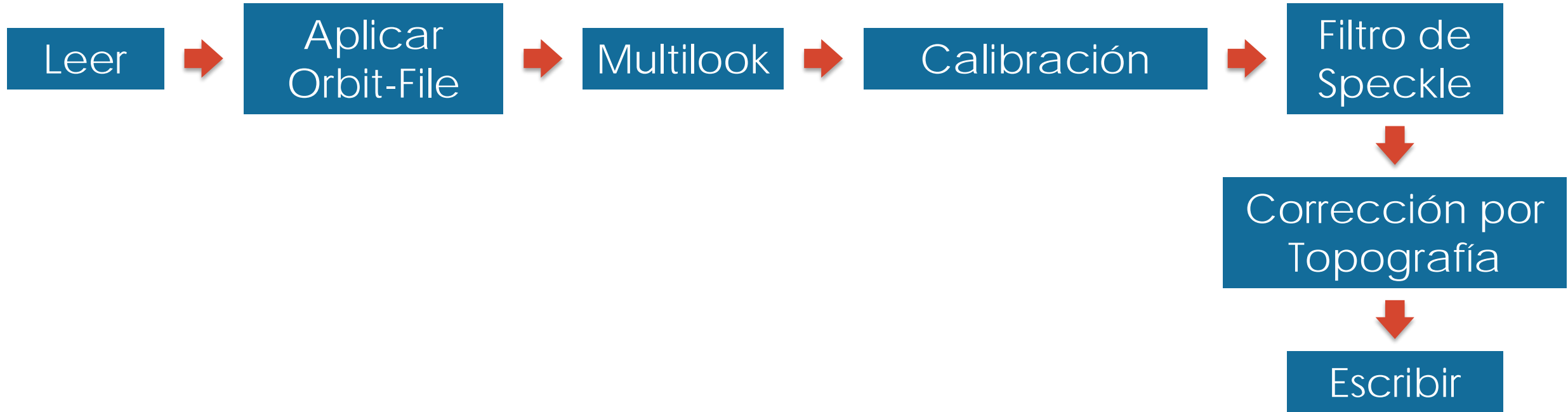
Imagen de RADARSAT-2 SAR  
adquirida el 12 de mayo de 2016.  
Paso descendente



# Procesamiento de la Humedad del Suelo con las Herramientas del Soil Moisture Toolbox en el Software de SNAP Utilizando Datos de RADARSAT-2



# Pre-Procesando Datos de Sentinel-1 SAR GRDH con SNAP (v 6.0)



# Acceso a Datos de Sentinel -1 SAR desde Vertex

<https://vertex.daac.asf.alaska.edu/>

The screenshot displays the Vertex Alaska Satellite Facility data portal. The header includes the UAF logo and the text "ALASKA SATELLITE FACILITY" and "Vertex is the Alaska Satellite Facility's data portal for remotely sensed imagery of the Earth." Navigation links include "Vertex", "Interactive Tours", "Help", and "ASF Home". User options for "Earthdata Login", "Download Queue", and "Contact" are visible in the top right.

The main interface is divided into several sections:

- Geospatial**: Includes "Geographic Region" with instructions for clicking on a map or entering coordinates (e.g., -98.28,49.71,-98.73,49.06). It also features a "Date" section with "Seasonal Search" and date pickers for "Start Date" (2016-06-01) and "End Date" (2016-08-01).
- Dataset**: A section for selecting datasets, currently set to "All | None".
- Map**: A central map showing satellite swaths over a geographic area. A legend indicates the "Number of Frames" with color-coded categories: 1 (blue), 2-5 (green), 6-15 (yellow), 16-20 (orange), and 21+ (red). Map controls include "World Map", "South Polar", "Satellite" (selected), and "Map".
- Search Results**: A list of search results on the right side, showing details for three Sentinel-1A acquisitions: EW (2016-08-01), IW (2016-07-31), and another IW (2016-07-31). Each entry includes metadata like path, frame, flight direction, and orbit, along with "Details", "Queue", and "Baseline" buttons.

At the bottom, there is a copyright notice for 2018 Alaska Satellite Facility, the "Vertex" logo, and a disclaimer: "UA is an AA/EO employer and educational institution and prohibits illegal discrimination against any individual: www.alaska.edu/nondiscrimination".

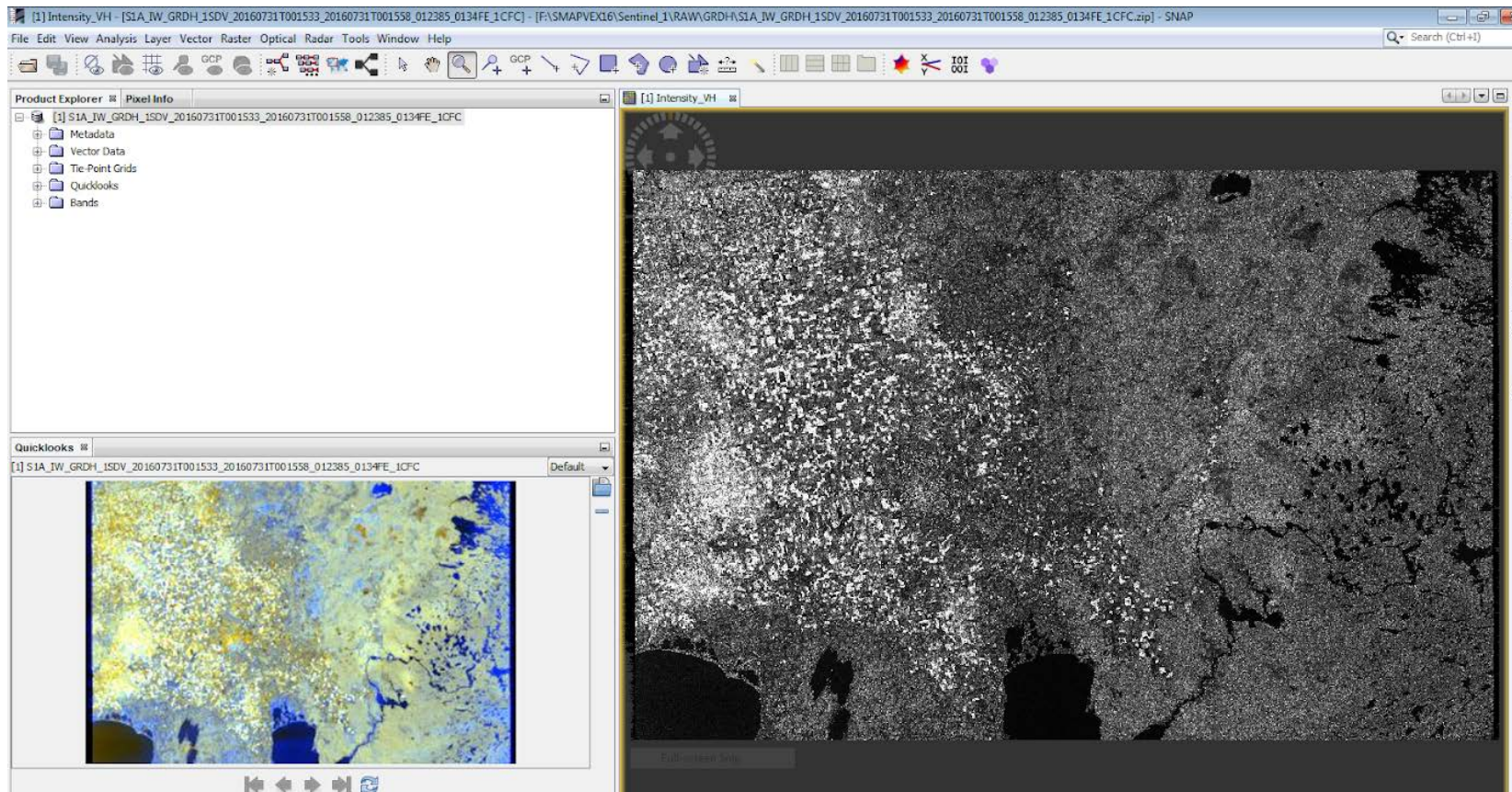


# Pre-Procesando Datos de Sentinel-1 SAR GRDH con SNAP (v 6.0)

## Leer la Imagen Sentinel-1 .zip

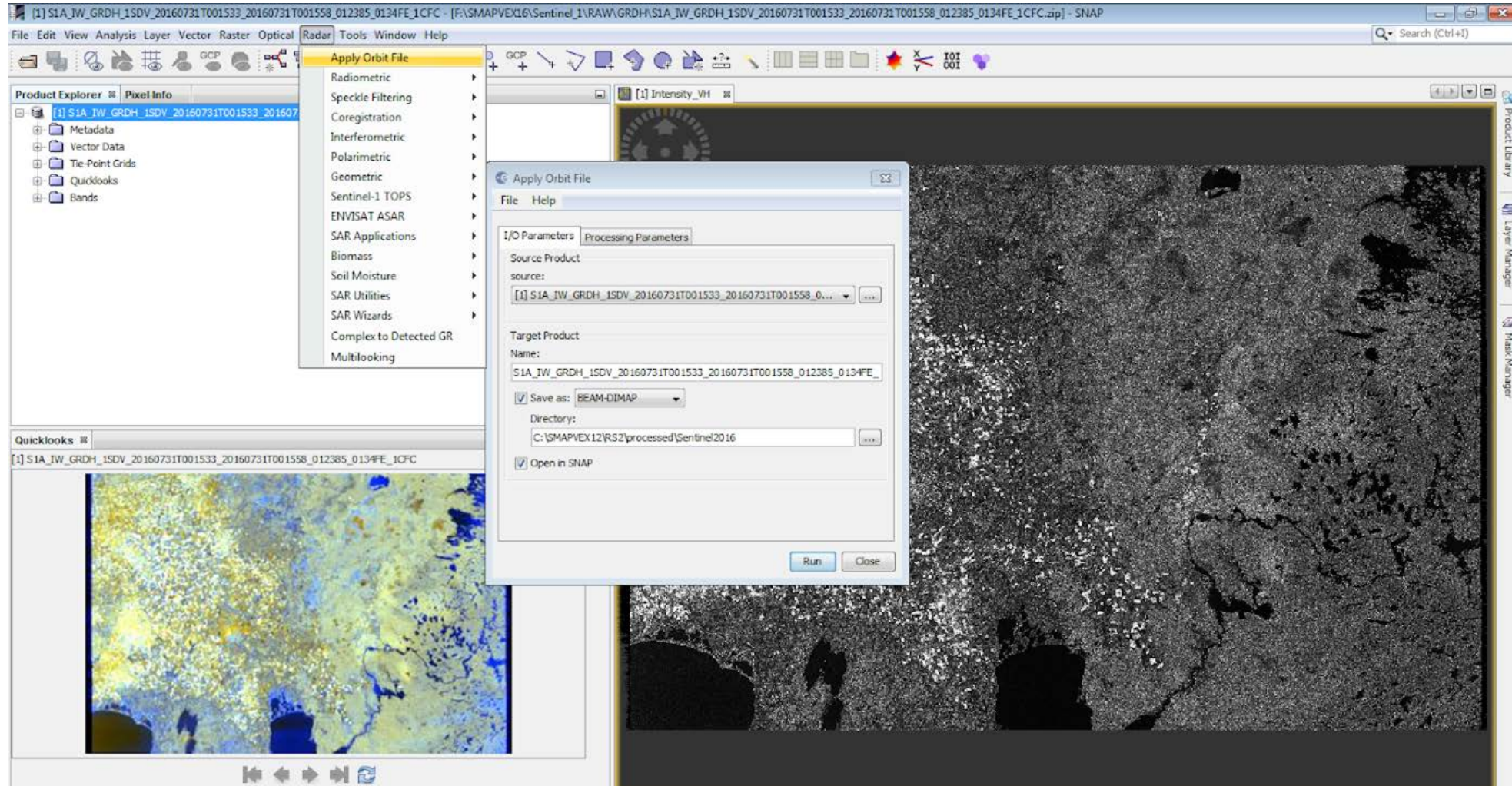
Usando datos de Sentinel-1A IW modo GRDH nivel -1 adquiridos el 31 de julio de 2016 sobre Carman, MB, Canadá

HR	20 x 22	10 x 10	5 x 1	4.4
----	---------	---------	-------	-----



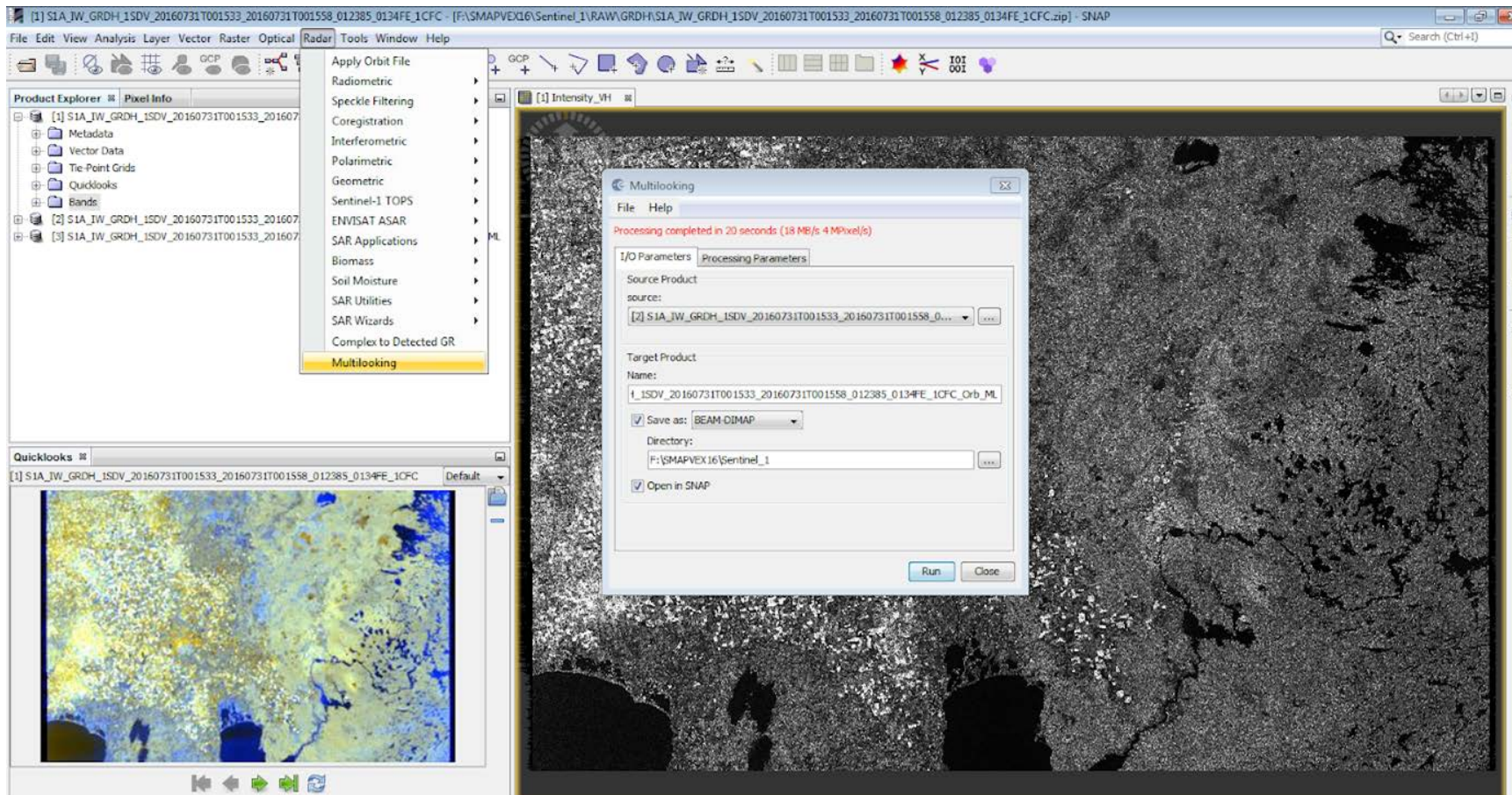
# Pre-Procesando Datos de Sentinel-1 SAR GRDH con SNAP (v 6.0)

## Corrección Orbital



# Pre-Procesando Datos de Sentinel-1 SAR GRDH con SNAP (v 6.0)

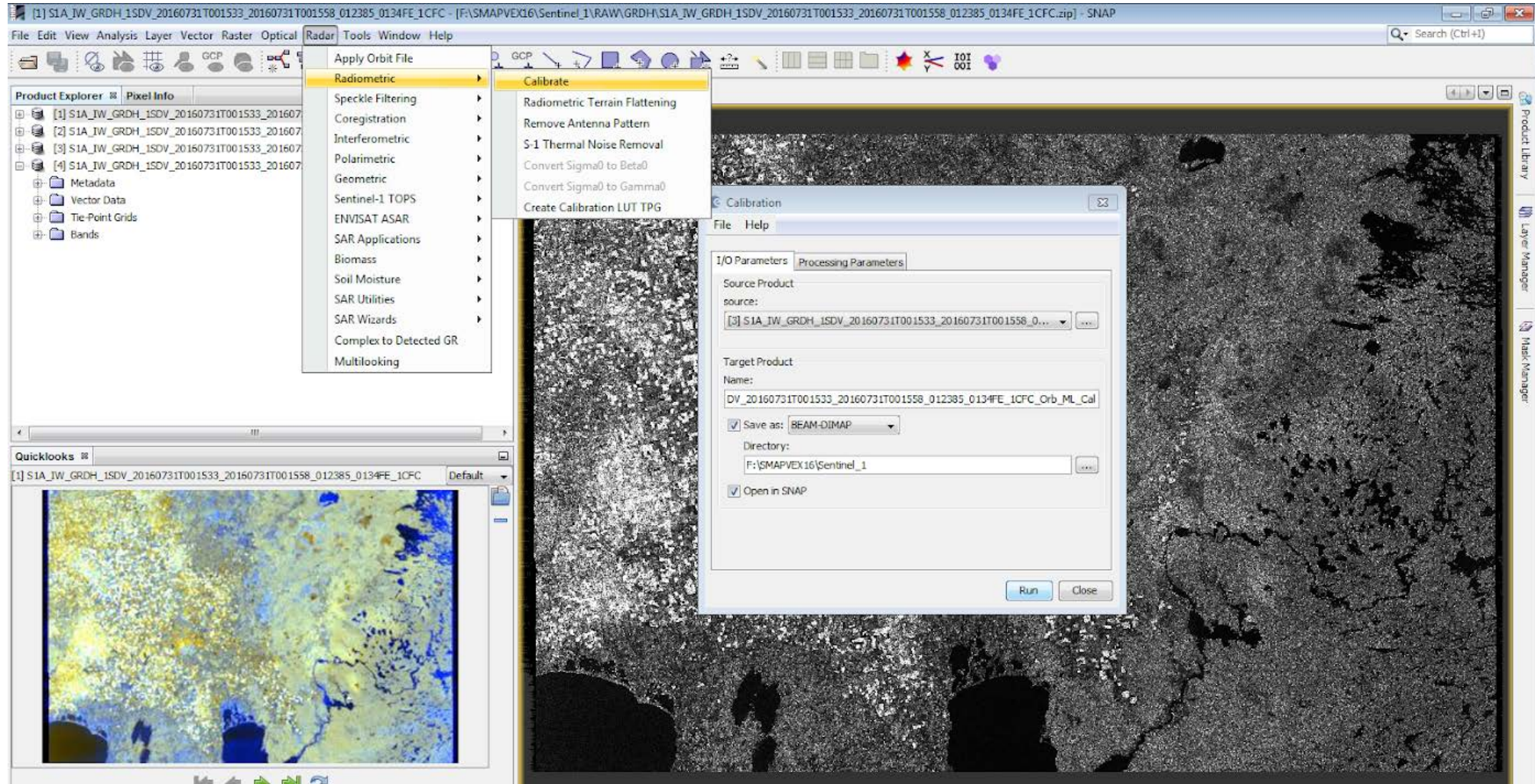
Multilooking: saque el promedio de la potencia de varias líneas en la dirección del azimut y de la trayectoria, 3 por 3





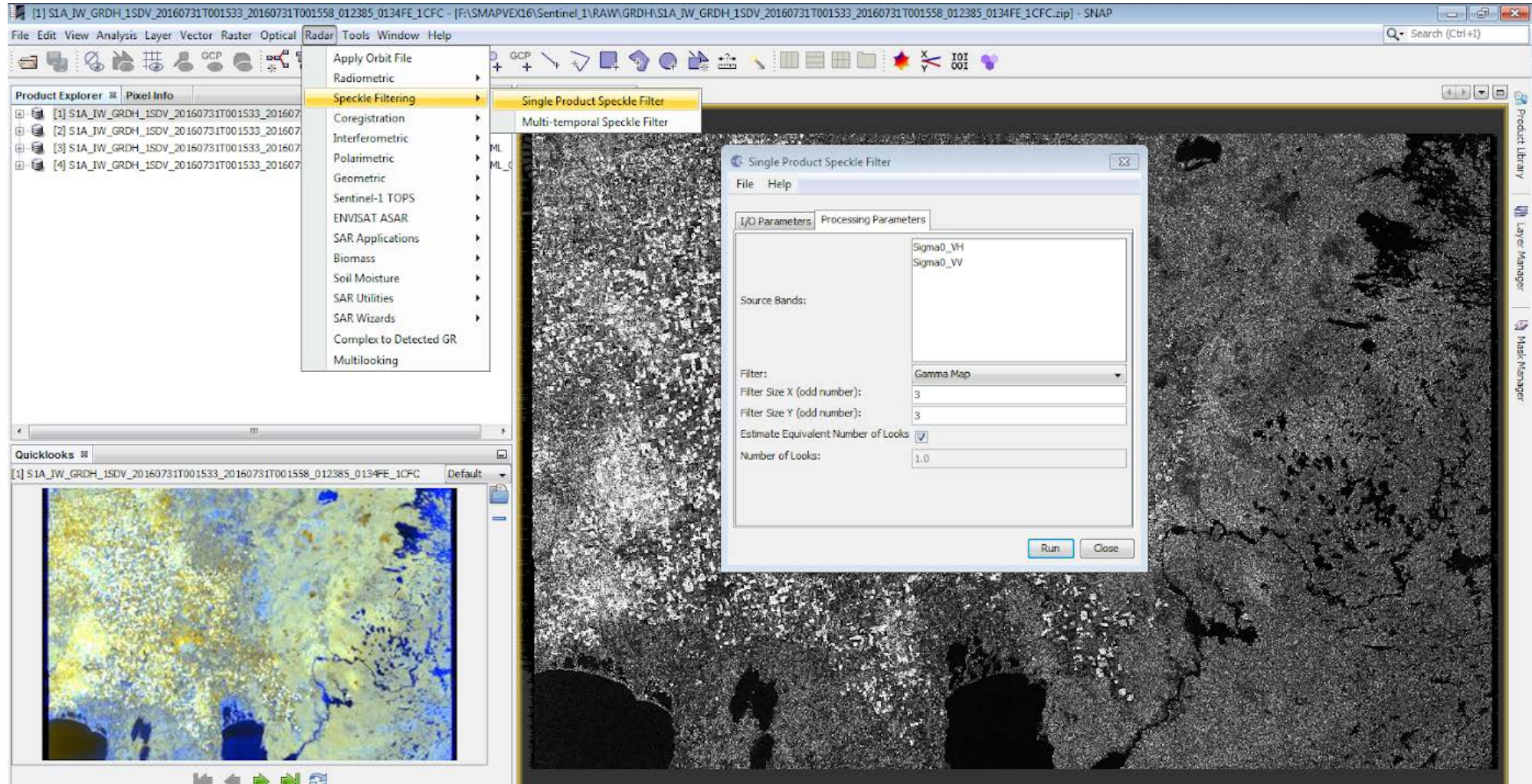
# Pre-Procesando Datos de Sentinel-1 SAR GRDH con SNAP (v 6.0)

## Calibración: Convertir Valores de Pixeles en Retrodispersión de la Señal de Radar



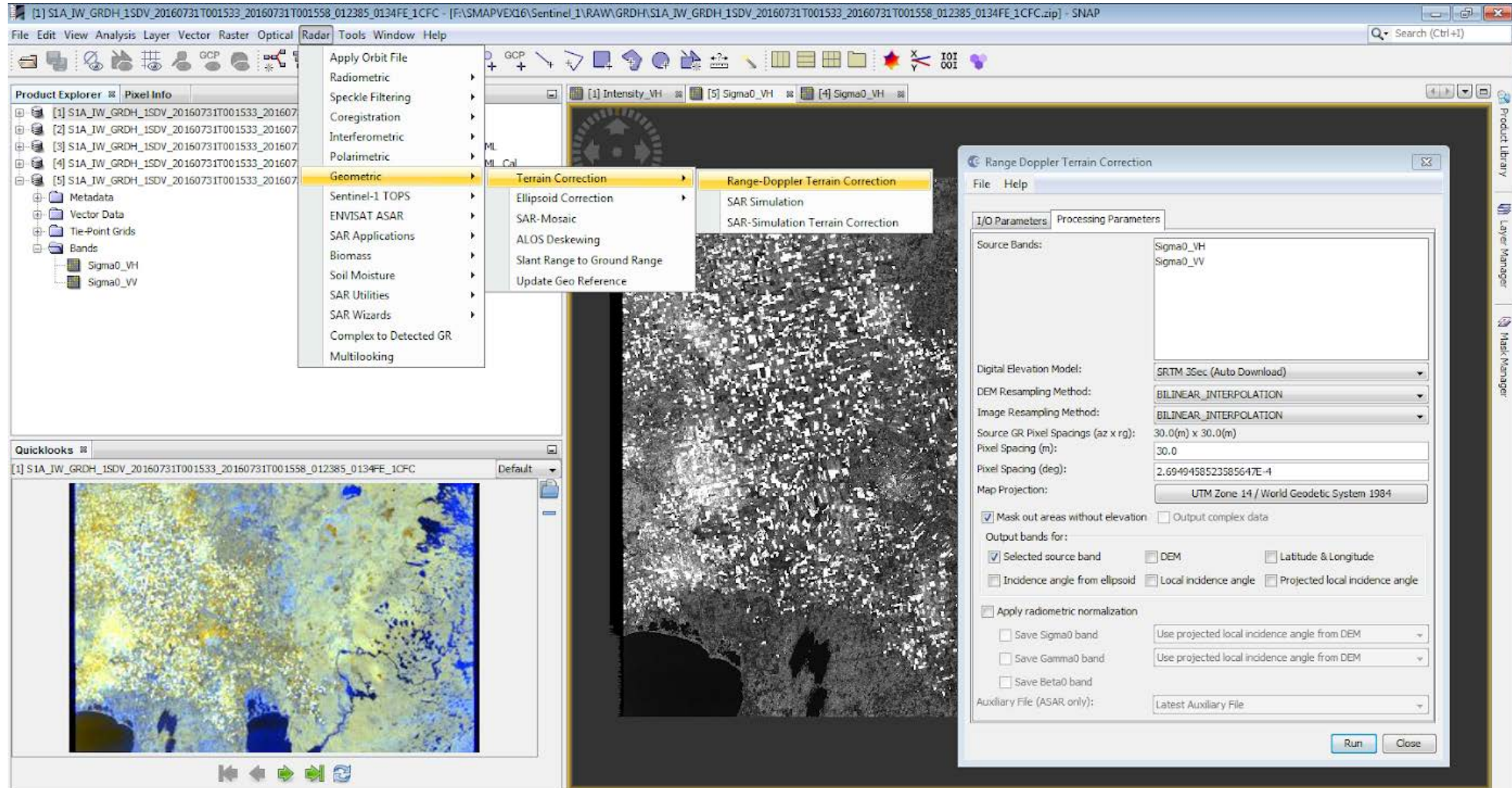
# Pre-Procesando Datos de Sentinel-1 SAR GRDH con SNAP (v 6.0)

## Filtro de Speckle – Mapa Gama 3 por 3



# Pre-Procesando Datos de Sentinel-1 SAR GRDH con SNAP (v 6.0)

## Corrección por Topografía



# Pre-Procesando Datos de Sentinel-1 SAR GRDH con SNAP (v 6.0)

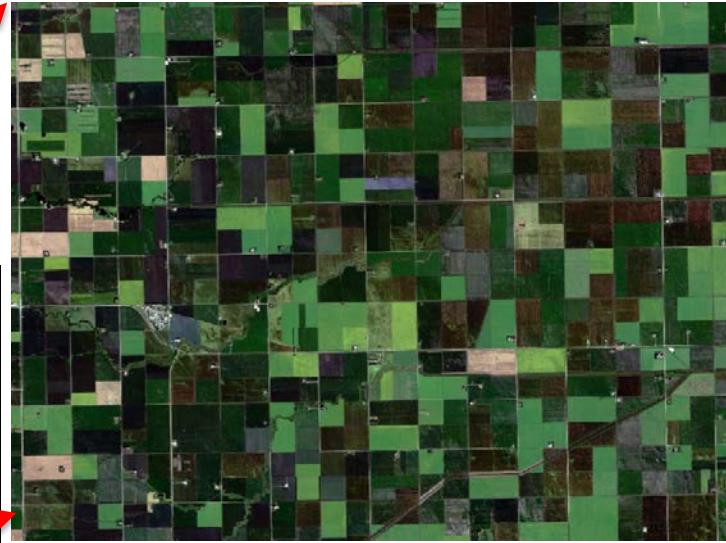
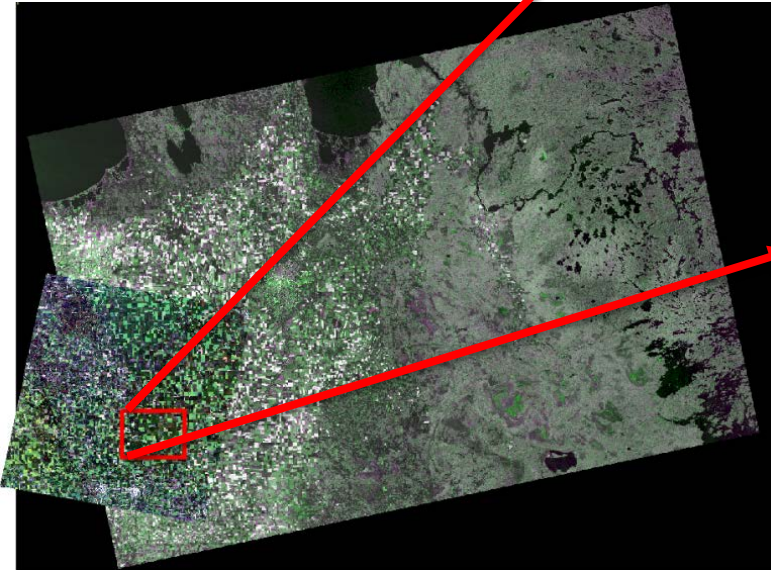


Imagen de color natural  
RapidEye adquirida el 22 de julio  
de 2016

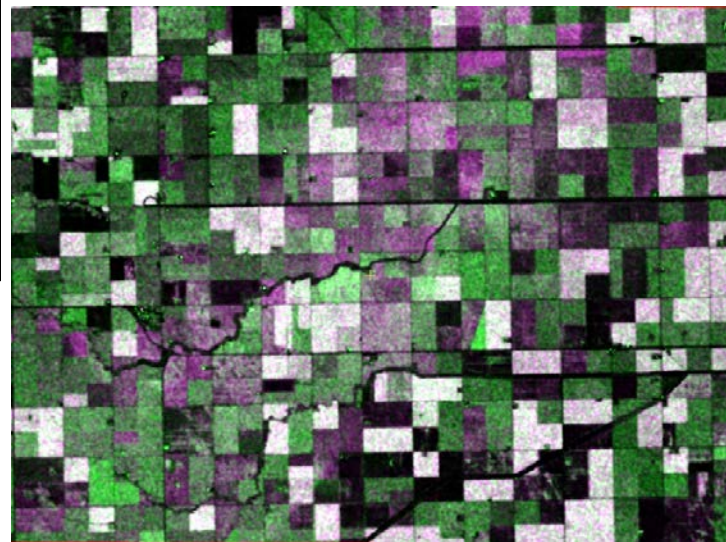


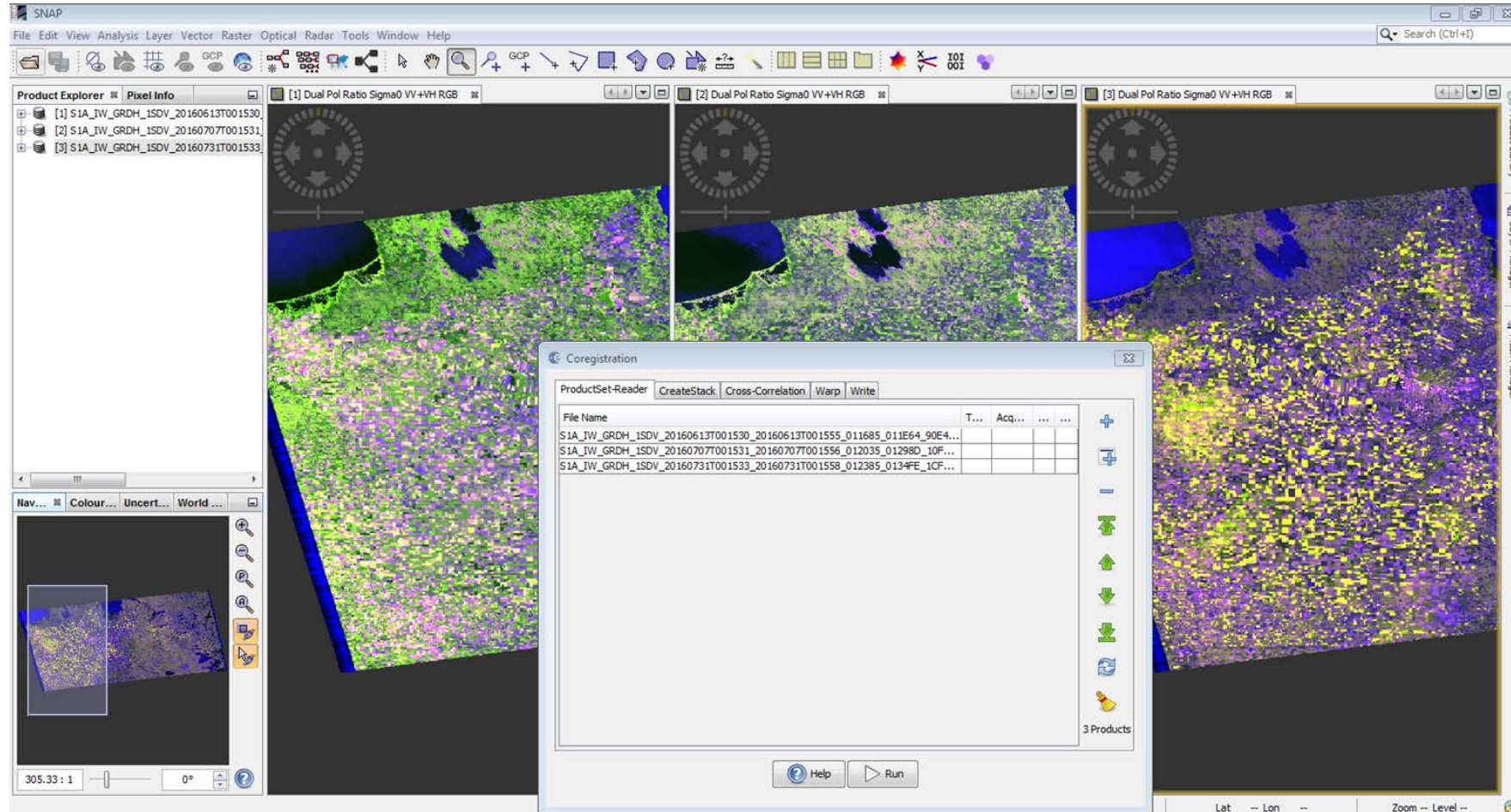
Imagen RGB de color falso  
compuesta de una imagen VH,  
VV de Sentinel 1 SAR adquirida el  
31 de julio de 2016

(**R=HH**, **G=HV**, **B=HH**)



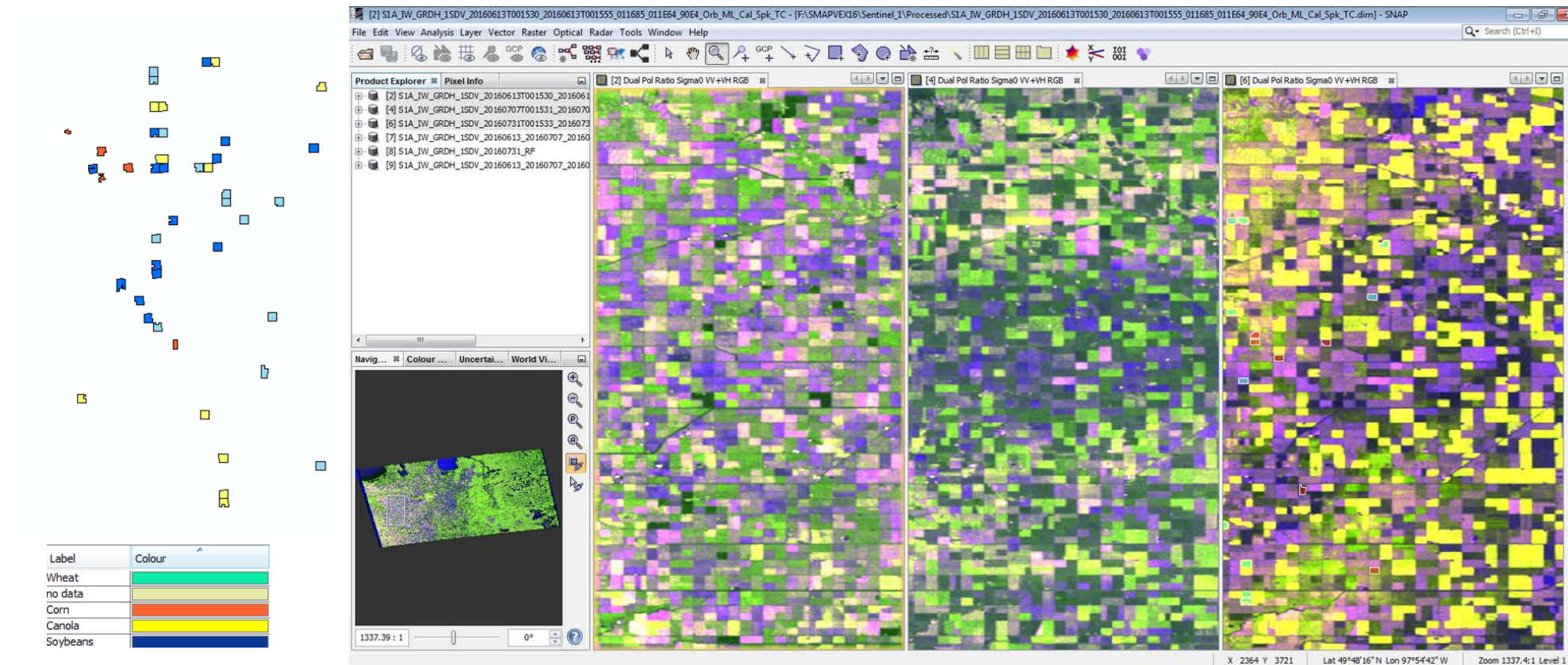
# Pre-Procesando Datos de Sentinel-1 SAR GRDH con SNAP (v 6.0)

Co-Registración: alineado espacial de imágenes adquiridas el 13 de junio, el 7 de julio y el 31 de julio de 2016



# Clasificación de Cultivos Mediante Imágenes Multi-Temporales de Sentinel-1 SAR con SNAP

## Preparación de Datos para una clasificación supervisada



Datos de Capacitación recolectados de la campaña de campo SMAPVEX 2016

Imagen de Sentinel-1 SAR adquirida el 13 de junio de 2016

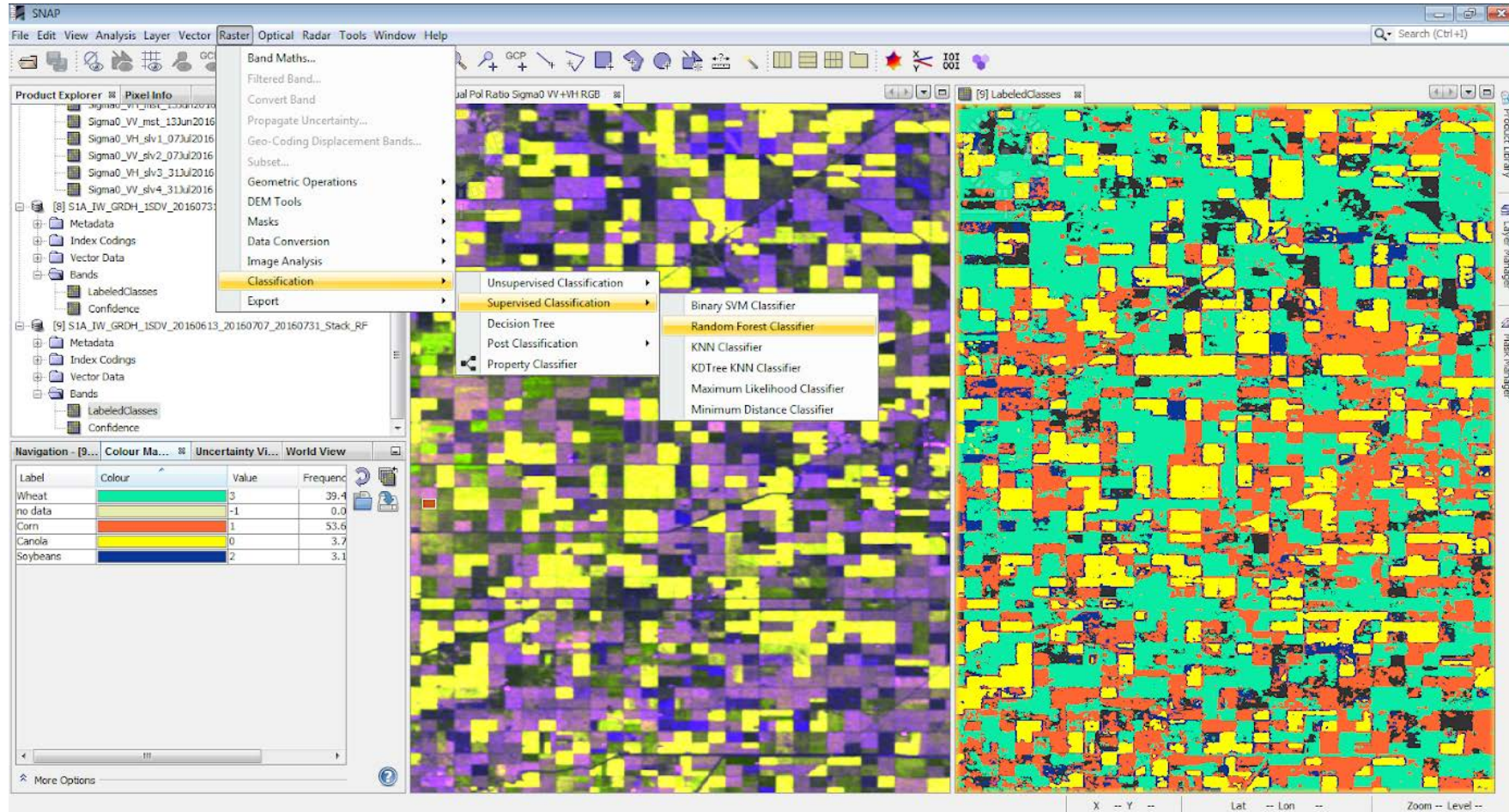
Imagen de Sentinel-1 SAR adquirida el 7 de julio de 2016

Imagen de Sentinel-1 SAR adquirida el 31 de julio de 2016



# Clasificación de Cultivos Mediante Imágenes Multi-Temporales de Sentinel-1 SAR con SNAP

## Clasificación de Bosques Aleatorios de Mapas de Tipos de Cultivo



mapa de clasificación de tipos de cultivo

Label	Colour
no data	
Wheat	
Corn	
Canola	
Soybeans	

