



■ Sistemas de Información Geográfica

# Julio de 2017. Daño por heladas en el área cañera de Tucumán

## Relevamientos satelitales

Carmina Fandos\*, Javier I. Carreras Baldrés\*\*, Pablo Scandaliaris\*, Federico Soria\*\*, Eduardo R. Romero\*\*\*, Fernanda Leggio\*\*\* y Juan Giardina\*\*\*

\*Ing. Agr., \*\*Lic. Geogr., Sección Sensores Remotos y SIG, \*\*\*Ing. Agr. Subprograma Agronomía de Caña de Azúcar, EEAOC – carminaf@eeaoc.org.ar

### ■ Introducción

Las heladas afectan la producción de azúcar derivada de la caña de azúcar al reducir la cantidad y calidad de la materia prima a procesar, además de limitar la disponibilidad de caña semilla apta para la realización de las

renovaciones (Romero *et al.*, 2007).

Si bien durante el mes de junio de 2017 ya se habían registrado bajas temperaturas en algunas localidades del área cañera tucumana, el ingreso de un frente frío entre los días 16 y 19 de Julio, en especial los días 17 y 18, provocó un fuerte descenso

de la temperatura del aire y heladas meteorológicas en el pedemonte y la llanura que afectaron en distinto grado a los cañaverales<sup>1</sup>.

El uso de imágenes generadas por sensores remotos facilita el estudio de las coberturas vegetales y entre las metodologías utilizadas en el

<sup>1</sup> Datos meteorológicos: Sección Agrometeorología, EEAOC. On line. [www.eeaoc.org.ar/agromet/index.php](http://www.eeaoc.org.ar/agromet/index.php).

análisis de imágenes se destacan los índices de vegetación.

Un índice de vegetación es un cociente entre los niveles digitales almacenados en dos o más bandas de la misma imagen. Los niveles digitales corresponden a valores de reflectividad a distintas longitudes de onda. Se utilizan con la finalidad de extraer la información relacionada con la vegetación, minimizando la influencia de otros factores externos, tales como las propiedades ópticas del suelo, la irradiancia solar, etc. (Sobrino *et al.*, 2000).

El “Normalized Difference Vegetation Index” (NDVI) es un índice verde que relaciona la reflectividad en las bandas del infrarrojo cercano y el rojo del espectro electromagnético de la luz. Ofrece una medida de la cobertura vegetal y su vigor, lo que permite el monitoreo de los cambios estacionales y anuales de la vegetación, ya que responde a cambios en la cantidad de biomasa verde.

Los valores del índice NDVI fluctúan entre -1 y 1. Diversos estudios y publicaciones señalan que valores por encima de 0,1 indican presencia de vegetación, y cuanto más alto sea el valor de este índice, las condiciones de vigor son mejores. El intervalo dinámico es amplio en condiciones de baja biomasa y restringido en situaciones de alta biomasa (Jensen, 2007), condición esta última que permitiría una adecuada diferenciación de la cobertura vegetal en situaciones de deterioro de la biomasa, como ocurre cuando se producen heladas.

Existen antecedentes locales que indican la posibilidad de separar niveles de afectación por heladas en cañaverales utilizando el índice NDVI (Fandos *et al.*, 2007; Fandos *et al.*, 2012).

Los objetivos del trabajo fueron identificar y cuantificar el efecto de las heladas en la zona cañera tucumana afectada por ese



fenómeno del mes de julio de 2017, mediante un NDVI obtenido a partir de imágenes Landsat 8 OLI.

### ■ Procedimiento de análisis

El trabajo se realizó aplicando distintas técnicas de procesamiento de imágenes satelitales y herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), complementadas con trabajos de validación a campo.

En primera instancia se realizó la georreferenciación y filtrado de las imágenes Landsat 8 OLI, escenas 230/78 y 230/79, adquiridas el 23 de julio de 2017, para conservar únicamente los campos con caña de azúcar. Las coberturas temáticas utilizadas para restringir las imágenes a las áreas cañeras fueron las clasificaciones de caña de azúcar obtenidas en mayo de 2017 (Fandos *et al.*, 2017). Se circunscribió el análisis a los departamentos de Burruyacú, Cruz Alta, Leales,

Simoca y Graneros, los cuales eran abarcados en su totalidad por las imágenes mencionadas.

Seguidamente se aplicó una clasificación multiespectral a las imágenes estratificadas que permitió demarcar las áreas cañeras cosechadas y sin cosechar. Se utilizaron las bandas 4, 5 y 6, combinación que facilita la separación de coberturas vegetales (Chuvieco Salinero, 2002).

Finalmente, se realizó el cálculo del índice NDVI sobre las áreas cañeras no cosechadas a partir de las bandas 4 y 5 del sensor OLI. Se delimitaron tres categorías según la intensidad de afectación: suavemente, medianamente y severamente afectado por heladas. La información generada fue validada a campo. La categorización mencionada es la misma que se realizó en Fandos *et al.* (2007) y que se expone en la Tabla 1. Se observa la correspondencia entre

**Tabla 1.** Correspondencia entre la calificación de heladas adoptada para la zona azucarera de Tucumán y la obtenida a partir de imágenes satelitales (Fandos *et al.*, 2007).

Diferenciación según imágenes satelitales	Calificación según intensidad y duración*
Suavemente afectado por heladas	Helada suave
Medianamente afectado por heladas	Helada moderada y severa
Severamente afectado por heladas	Helada severa y muy severa

la calificación de heladas para la zona azucarera de Tucumán, según la intensidad y duración de estas (Romero *et al.*, 2007) y la obtenida a partir de imágenes satelitales.

### ■ Avance de cosecha al 23 de julio de 2017

La evaluación de la intensidad del daño por heladas requería la identificación previa de los cañaverales que aún no habían sido cosechados a la fecha de las imágenes. En la Figura 1 se expone la información de los cañaverales cosechados y sin cosechar en los departamentos analizados. Al considerar la superficie en hectáreas se destaca el departamento Leales, por presentar el mayor valor de superficie cosechada, seguido por Cruz Alta. En términos porcentuales, resaltan los departamentos Leales y Graneros con valores de avance de cosecha de 42% y 43%, respectivamente.

La Figura 2 muestra la distribución geográfica de los cañaverales cosechados y sin cosechar. Se observa la mayor concentración de lotes cosechados hacia el sector oriental del área cañera de los departamentos en análisis.

### ■ Área cañera según niveles de afectación por heladas

Con posterioridad a la detección de los cañaverales sin cosechar se aplicó el índice NDVI. Luego de las validaciones a campo se logró categorizar los cañaverales de los departamentos en estudio según el grado de afectación por heladas. En la Figura 3 se exhibe dicha información detallada a nivel departamental.

Se observa que los departamentos Leales y Simoca fueron los más afectados por el frío al concentrar la mayor superficie en hectáreas de cañaverales severamente afectados por heladas, y asimismo la menor área con daños suaves, mientras

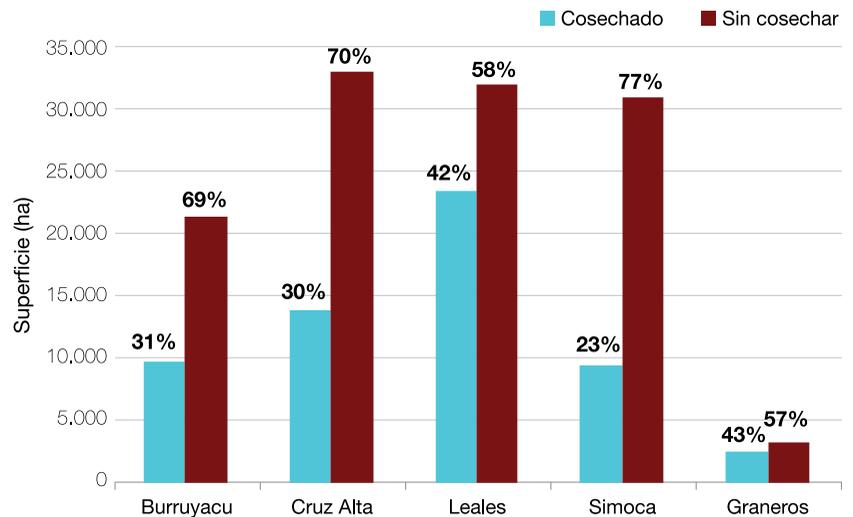


Figura 1. Áreas cañeras cosechadas y sin cosechar en los departamentos Burruyacu, Cruz Alta, Leales, Simoca y Graneros, al 23 de julio de 2017.

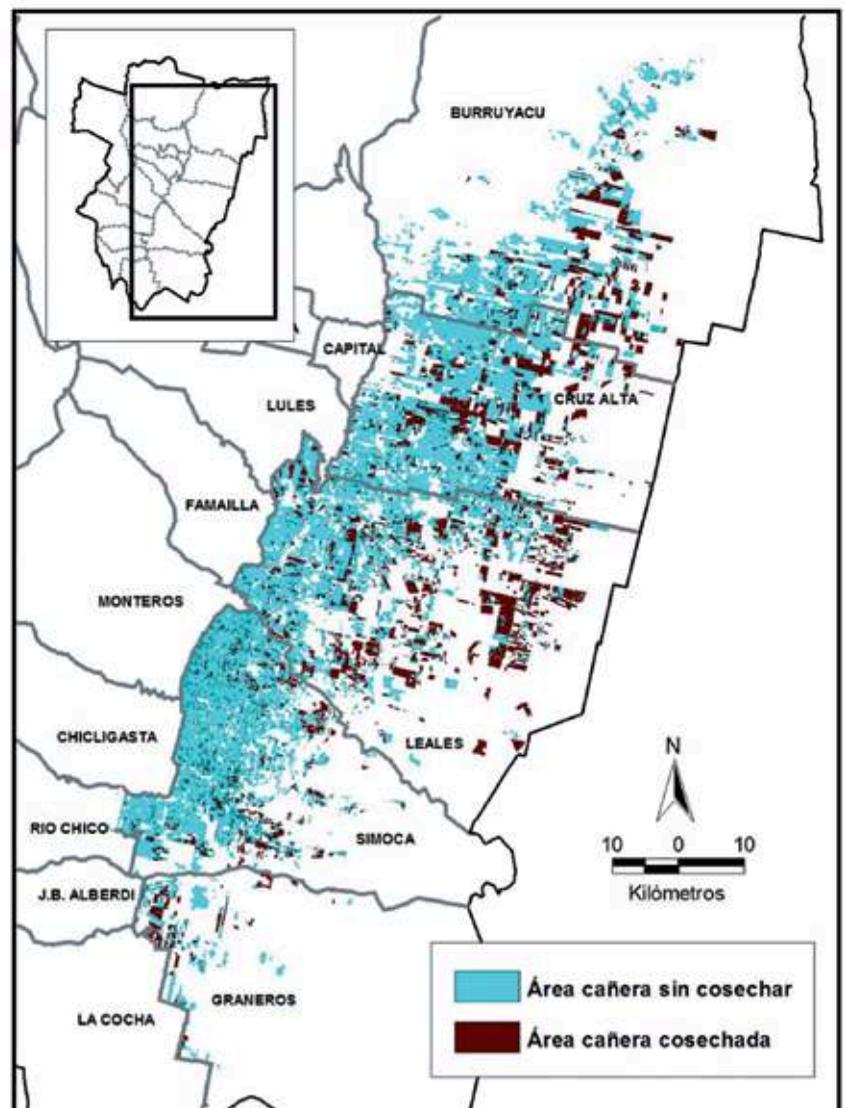
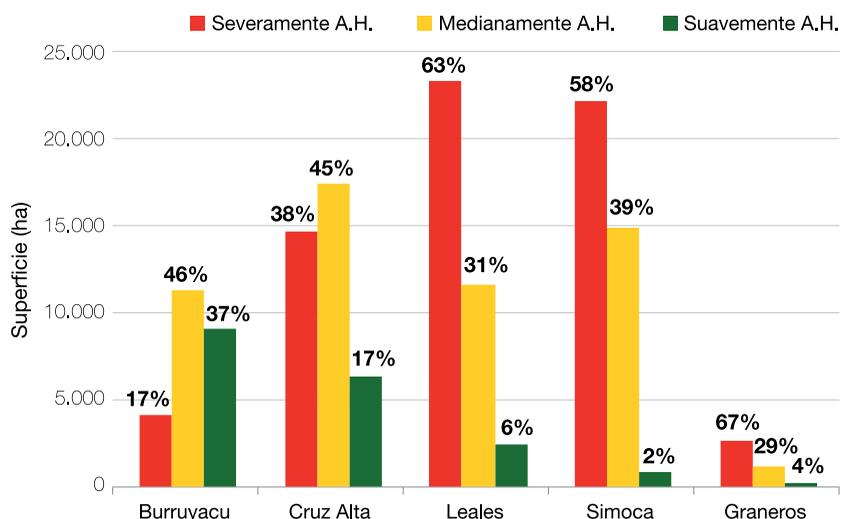


Figura 2. Distribución espacial de las áreas cañeras cosechadas y sin cosechar en el norte y este de la provincia de Tucumán, al 23 de julio de 2017.



**Figura 3.** Severidad de daño por heladas en los departamentos Burruyacu, Cruz Alta, Leales, Simoca y Graneros, según índice NDVI (A.H.: afectado por heladas).

que en Cruz Alta y Burruyacu se constató un predominio del nivel medio de afectación. El análisis en términos porcentuales revela que en Leales, Simoca y Graneros alrededor del 60% de los cañaverales fueron severamente afectados por las heladas.

La Figura 4 muestra la distribución espacial de los diferentes niveles de afectación por heladas. Solo se exponen los lotes cañeros que no habían sido cosechados a la fecha de las imágenes. Se aprecia en general que los cañaverales severamente afectados por las heladas se concentran mayormente en la zona sudeste del departamento Burruyacu, en el este y sudoeste de Cruz Alta, y en el centro y este de las áreas cañeras de Leales y Simoca y Graneros.

En contraste, la mayor proporción de zonas con menor afectación por heladas se concentran en la zona pedemontana del departamento Burruyacu y en el noroeste de Cruz Alta.

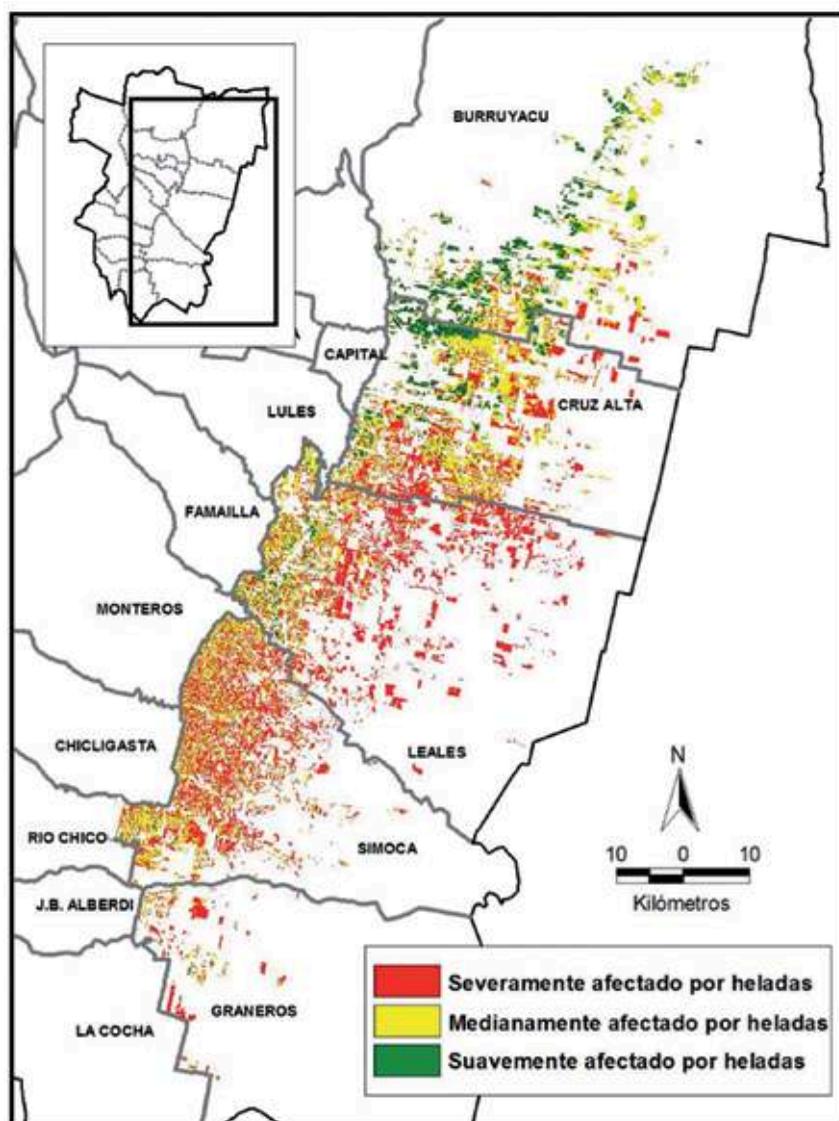
### Consideraciones finales

La información relevada en el estudio abarcó el 66% del área cañera cosechable de la provincia de Tucumán, 269.530 ha, estimada en el mes de mayo de 2017 (Fandos *et al.*, 2017).

El avance general de cosecha al 27 de julio de 2017 alcanzaba el 33% de los cañaverales del área relevada. Los departamentos Leales y Cruz Alta concentraban el mayor valor de superficie cosechada en hectáreas.

Los departamentos con mayor superficie cañera afectada por heladas fueron Leales y Simoca; en contraste, Burruyacu concentró la mayor superficie de cañaverales con daños leves.

La disposición espacial de las categorías de daño por heladas revela mayor concentración de cañaverales severamente



**Figura 4.** Distribución espacial de los cañaverales afectados por heladas en el norte y este del área cañera tucumana.

afectados en la mayor parte de los departamentos Leales y Simoca, y en el este y sudoeste del área cañera del departamento Cruz Alta. Las zonas cañeras menos afectadas por las heladas se localizan en el extremo norte del área relevada, en la zona pedemontana del departamento Burruyacú y en el noroeste de Cruz Alta.

Finalmente cabe destacar que la identificación y cuantificación de los efectos negativos producidos por heladas, logradas con la metodología empleada, permiten entre otras aplicaciones el establecimiento de prioridades de cosecha en los lotes más afectados y la identificación de cañaverales con menor afectación a los fines de su uso como caña semilla.

#### Bibliografía citada

**Chuvieco Salinero, E. 2002.** Teledetección Ambiental. La

observación de la Tierra desde el espacio. Editorial Ariel S.A. Barcelona. España.

**EEAOC. 2017.** Sección Agrometeorología. Datos meteorológicos. On line. [www.eeaoc.org.ar/agromet/index.php](http://www.eeaoc.org.ar/agromet/index.php).

**Fandos, C.; J. Scandaliaris; P. Scandaliaris; J. I. Carreras Baldrés y F. Soria. 2017.** Área cosechable y producción de caña de azúcar y azúcar para la zafra 2017 en Tucumán. Reporte Agroindustrial. Boletín electrónico 138. [En línea]. Junio 2017. Disponible en [www.eeaoc.org.ar](http://www.eeaoc.org.ar).

**Fandos C.; F. Soria; J. Scandaliaris y P. Scandaliaris. 2007.** Relevamiento satelital del área cañera afectada por las heladas registradas en el periodo mayo-julio de 2007 en la provincia de Tucumán. Avance Agroind. 28 (3): 15-18.

**Fandos C., F. Soria, J. Scandaliaris, P. Scandaliaris y J. Carreras Baldrés.**

**2012.** Uso de Teledetección y SIG para el relevamiento de los efectos de heladas en caña de azúcar, zafra 2011, provincia de Tucumán, Argentina. Actas Congreso Argentino de Teledetección (CAT 2012). Setiembre 2012. Córdoba.

**Jensen, J. R. 2007.** Remote sensing of the environment: an earth resource perspective. Traducción: Epiphonio, J. C. N. et al. Sao José dos Campos. SP. Parentese. 2009.

**Romero, E. R.; P. A. Digonzelli; J. Scandaliaris; M. J. Tonatto; J. A. Giardina y S. D. Casen. 2007.** Zafra 2007: las heladas y sus efectos en los cañaverales de Tucumán. Recomendaciones de manejo. Avance Agroind. 28 (2): 17-21.

**Sobrino, J. A.; N. Raissouni; Y. Kerr; A. Olioso; M. J. López-García; A. Belait; M. H. El Kharraz; J. Cuenca y L. Dempere. 2000.** Teledetección. Servicio de Publicaciones, Universidad de Valencia, Valencia, España. ■



**UN CAMPO DE OPORTUNIDADES**

En JDG NEUMATICOS encontrará un completo catálogo de neumáticos para tu Tractor, Cosechadora o Fumigadora, al mejor precio.

**REVENDEDOR OFICIAL**

**MICHELIN**

Casa Central: Aut. J.D. Perón y Circunvalación / Tel. 381 428 0909  
 Sucursal Yerba Buena: Rubén Darío 99 / Tel. 381 425 8100  
 Sucursal Roca: Av. Kirchner 2310 / Tel. 381 483 0666  
 Sucursal Salta: Av. Paraguay 2727 / Tel. 0387 4270 500

**JDG neumáticos**

**SEGURO. ANDAS BIEN.**



# Líder mundial en el procesamiento de limones

TUCUMÁN ● ARGENTINA