

# ***GRANIZOS GIGANTES DE CÓRDOBA-ARGENTINA I. EL COLOSO VICTORIA***

**Lucía E. Arena**

Laboratorio de Física de la Atmósfera Laura Levi

Equipo Interdisciplinario e Interinstitucional de Innovaciones Educativas (EIIIE)  
Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación (FAMAF)  
Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Córdoba, Argentina.

[lucia.arena@unc.edu.ar](mailto:lucia.arena@unc.edu.ar)



GRANIZOS GIGANTES DE CÓRDOBA-ARGENTINA I. EL COLOSO VICTORIA por Lucía Elizabeth Arena se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

**Contenidos**

<b>Resumen</b>	<b>2</b>
<b>Una región de granizos gigantes</b>	<b>4</b>
<b>La recolección de granizos</b>	<b>6</b>
<b>Granizos gigantes recolectados y estudios de laboratorio</b>	<b>14</b>
<b>El granizo Coloso Victoria: galería de fotos</b>	<b>24</b>
<b>Referencias</b>	<b>27</b>

## RESUMEN

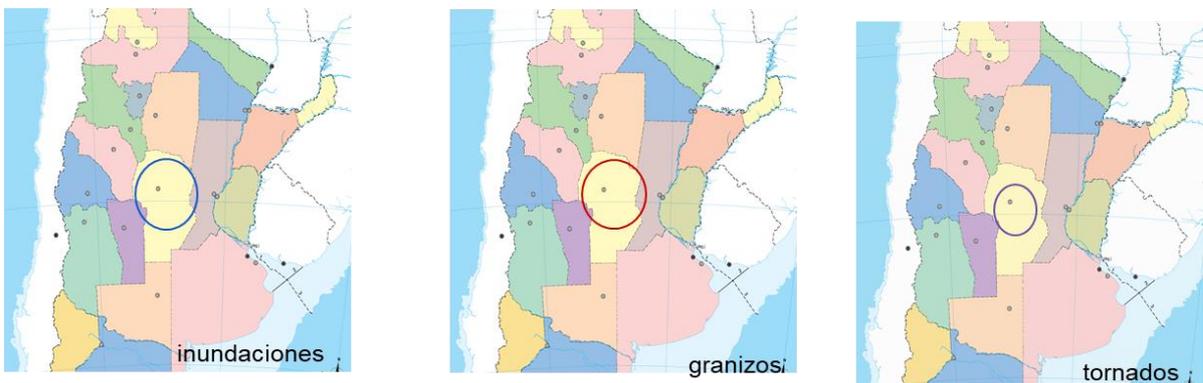
Desde su formación, el Grupo de Física de la Atmósfera (GFA) de la Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación de la Universidad Nacional de Córdoba estudia granizos y los fenómenos físicos del hielo. Las piedras guardan información valiosa sobre las tormentas que los origina. Las granizadas permiten cotejar y validar los datos de los grandes instrumentos meteorológicos (radar y satélite) y los granizos aportan información sobre la microfísica del ambiente en que se formaron. En el presente trabajo, se presentan algunos resultados de recolecciones de granizos gigantes (de 5 cm o más) de tormentas ocurridas en la provincia de Córdoba. Los granizos son recolectados por los vecinos y procesados por los investigadores en cámara de baja temperatura en el laboratorio del GFA. Es notable que las tormentas de granizos gigantes sean registradas, fundamentalmente al este de las sierras de Córdoba y que estudios cristalográficos de granizos de tormentas de 1988 y 2018, no aporten diferencias significativas. Es importante destacar que se presentan los primeros cortes de un granizo de dimensiones extremas (mayores a 17 cm) correspondiente a la tormenta del 8 de Febrero de 2018 recolectado en la Ciudad de Villa Carlos Paz. Este granizo supergigante ha sido denominado *Coloso Victoria*, y resulta, hasta el momento, el de mayores dimensiones recolectado y procesado en laboratorio, en Sudamérica. Sin embargo, dadas las características de la región es muy posible que se den otros eventos con granizos supergigantes. En la misma tormenta, el equipo de M. Kumjian ha detectado a partir de información fílmica el granizo *Gargantuan*, de mayores dimensiones que el *Coloso Victoria*.

## SUMMARY

Since its formation, the Group of Atmospheric Physics (GFA) of the Faculty of Mathematics, Astronomy, Physics and Computing of the National University of Córdoba has studied hail and the physical phenomena of ice. The hailstones store valuable information about the storms that originate them. Hailstorms allow data from large meteorological instruments (radar and satellite) to be collated and validated, and hailstones provide information on the microphysics of the environment in which they were formed. In the present work, some results of giant hail (5 cm or more) collected from storms that occurred in the province of Córdoba are presented. The hail is collected by the neighbors and processed by the researchers in a low-temperature chamber in the GFA laboratory. It is notable that giant hail storms are recorded, mainly east of the Córdoba mountains and that crystallographic studies of hail from storms in 1988 and 2018 do not provide significant differences. It is important to note that the first hail cuts of extreme dimensions (greater than 17 cm) corresponding to the storm of February 8, 2018 collected in the City of Villa Carlos Paz are presented. This supergiant hail has been called Colossus Victoria, and it is, to date, the largest collected and processed in the laboratory in South America. However, given the characteristics of the region, it is very possible that there will be other events with supergiant hail. In the same storm, M. Kumjian's team has detected Gargantuan hail, larger than Colossus Victoria, from film information.

## Una región de granizos gigantes

La provincia de Córdoba está enclavada en una zona de tormentas severas. Estas tormentas se caracterizan por un gran desarrollo vertical (los cúmulos pueden traspasar la tropopausa y alcanzar 18 km de altura o más), importante cantidad de agua caída, lluvias torrenciales que generan inundaciones repentinas, fuertes vientos destructivos acompañados de tornados, descargas eléctricas intensas y granizos de gran tamaño y/o acumulación de granizo pequeño. En la figura 1, se muestran las áreas de mayor impacto para algunos de estos eventos.



**Figura 1.** Mapas de Argentina en los que se indican las regiones de eventos meteorológicos severos (construida a partir de los trabajos de Rasmussen y Houze, 2016, Rasmussen et al. 2014, Altinger y Rosso 1982)



Muchas veces es posible esperar dos tipos de granizadas, las de granizos de gran tamaño que se producen en las laderas este de las montañas y en los valles de la zona centro-noroeste de la región de granizadas de la figura 1 y las de piedras pequeñas que se dan al sur, en la zona pampeana. Los granizos son clasificados como gigantes cuando alcanzan tamaños mayores de 5 cm y se habla de pequeños cuando tienen una dimensión cercana al mínimo que es de 1 cm. En el caso de los granizos gigantes, las granizadas son ralas: caen pocos por unidad de área, sin alcanzar a cubrir la superficie (ej. 4-10/m<sup>2</sup>); mientras, en la zona sur se puede producir acumulación de varios centímetros de granizos pequeños. Un tipo similar a esta última granizada se produce en la zona de la Pampa de Achala, una planicie de altura (más de 2000 m) que está al oeste de la provincia de Córdoba, donde son importantes las acumulaciones de granicitos (graupel) de tamaño menor a 1 cm.

En trabajos anteriores se han presentado resultados vinculados a granizadas de granizos gigantes de 1988 y 2018 (Levi et al. 1989 y Levi et al. 1991, Crespo y Arena, 2019a, Crespo et al 2019 y Arena y Crespo, 2019, Crespo 2020). Las localidades donde se cayeron estos granizos están explicitadas en los mapas de la figura 2 y corresponden a un corredor norte- sur al este y pie de monte de las sierras de Córdoba.

### **La recolección de granizos**

El Grupo de Física de la Atmósfera (GFA) de la Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación de la Universidad Nacional de Córdoba (FAMAF-UNC) ha recolectado granizos desde sus comienzos. Tal como ocurre en la actualidad, se necesita de la colaboración de la comunidad. Al comienzo a través del “boca a boca” se comunicaba la importancia científica de contar con granizos que fueran bien conservados. Debe destacarse que 30 años atrás pocas casas de familia contaban con un freezer (un refrigerador de unos -13°C)

y menos personas sabían, en Argentina, cómo recolectar y conservar las muestras. Hoy, el avance de la tecnología nos facilita, la conservación de las muestras, su traslado con una adecuada cadena de frío (los granizos deben conservarse a temperaturas menores de  $-15^{\circ}\text{C}$  para reducir los cambios cristalográficos, por fenómenos como crecimiento de grano- Arena et al, 1997) Además, las TIC facilitan la divulgación de las ciencias y los programas de ciencia abierta y ciudadana favorecen la interacción de los vecinos recolectores de granizo y los investigadores científicos (Arena, 2019b) A partir de 2018 las campañas de registro de granizadas y de recolección de granizos se fortalecieron, en el GFA, a través del programa “Cosecheros de granizos” que en el período 2018-2019 recibió el apoyo del Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Provincia de Córdoba y desde 2020 del Observatorio Hidrometeorológico Córdoba. Con apoyo gubernamental ha sido posible implementar becas para estudiantes e investigadores en formación, divulgar a la comunidad la importancia del ciudadano científico en el registro de granizadas y la recolección de granizos y diseñar diferentes estrategias basadas en las nuevas TIC para registrar la información. En este último caso, hay que destacar la aplicación para teléfonos móviles “Cosecheros de granizos Córdoba” que está en vigencia. Además, durante la campaña RELAMPAGO CACTI, estudiantes e investigadores del GFA participaron de la misma en los aspectos de investigación científica y educativa, logrando en esta línea fortalecer la divulgación de la problemática de las tormentas severas y del programa Cosecheros de granizos. En 2019, el programa “Cosecheros de Granizos Córdoba” tuvo el apoyo de dos proyectos de ciencia ciudadana del programa de Compromiso Social Estudiantil (CSE) de la UNC



**Figura 3.** Las fotografías ilustran actividades de divulgación de los programas de ciencia ciudadana durante la campaña RELAMPAGO-CACTI 2018. Altas cumbres, escuela primaria rural



**Figura 4.** Las fotografías ilustran actividades de divulgación del programa Cosecheros de Granizos en 2019, a través de CSE-UNC y científicos con vos y voz del **MINCYT** Córdoba. Por fila desde arriba: Feria de Ciencias, Escuelas Primaria rural del interior de la Provincia de Córdoba e Instituto Técnico de la Ciudad de Córdoba

Durante 2018, se realizaron dos campañas de recolección de muestras en el marco del programa Cosecheros de Granizos Córdoba. Se visitaron vecinos de la ciudad de Villa Carlos Paz, que cedieron sus granizos correspondientes a la granizada del 8 de Febrero de 2018 y de Villa del Dique por la granizada del 13 de Diciembre del mismo año.

Como parte de la logística es importante la tarea desempeñada por la licenciada en Física Maite Grando que colaboró ad honorem en la tarea de recuperación y procesamiento de las muestras es el laboratorio. Además, a través de ministerio de Ciencia y Tecnología de la Provincia de Córdoba contamos con la presencia de una letrada escribana que certificó los retiros de las muestras y de un fotógrafo.

Las fotografías de las figuras 5 a 7 muestran parte de las actividades desarrolladas durante la recuperación de los granizos gigantes de la tormenta del 8 de febrero de 2018 en la ciudad de Carlos Paz. En esa oportunidad se recolectaron

- más de 22 granizos entre 2-5 cm que han sido llamados: **granizos Viviana pequeños y grandes**
- dos granizos gigantes de 7.5cm con lóbulos notables y de 8 cm liso: **Jorgelina lóbulo y Jorgelina liso**
- dos granizos gigantes de 17,5 cm y 7 cm: granizos **Vicky y Coloso Victoria** respectivamente



**Figura 5.** Campaña Cosecheros de granizos de recolección de muestras de la tormenta del 8 de febrero de 2018, en Villa Carlos Paz. Granizos medianos y grandes (2 a 5 cm) *Viviana*. 26 de Febrero de 2018



**Figura 6.** Campaña Cosecheros de granizos de recolección de muestras de la tormenta del 8 de febrero de 2018, en Villa Carlos Paz: los **Granizos gigantes Jorgelina**. Arriba la Licenciada Maite Grando y Lucía Arena con la mamá de Jorgelina.  
*26 de Febrero de 2018*

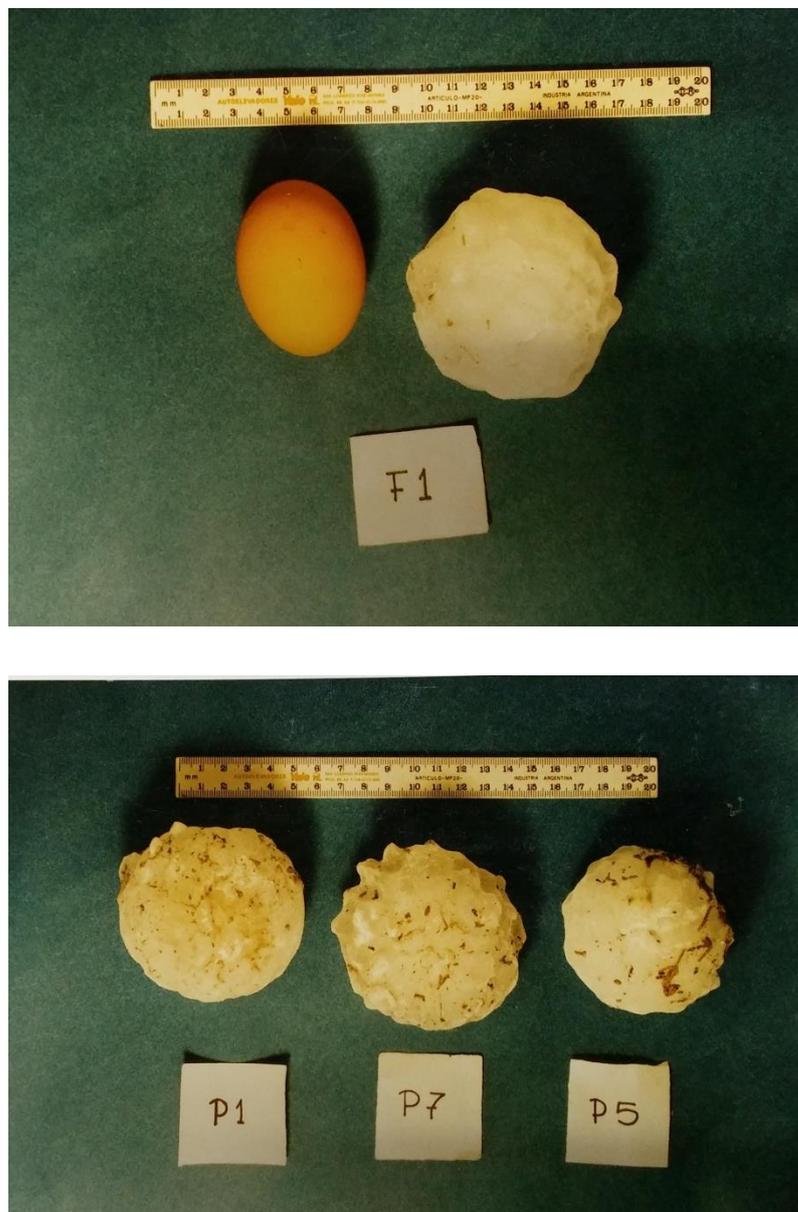


**Figura 7.** Campaña Cosecheros de granizos de recolección de muestras de la tormenta del 8 de febrero de 2018, en Villa Carlos Paz. **Granizos gigantes Victoria.**

De arriba hacia abajo: Victoria con su patineta. Fotos, en el refrigerador de la casa de Victoria, del **Coloso Victoria** (granizo gigante de tamaño mayor a 17 cm) y el **Vicky**. 26 de Febrero de 2018 (foto de Victoria en patineta extraída del Diario de Carlos Paz-02/07/2020)

## Granizos gigantes recolectados y estudios de laboratorio

Bajo la dirección de las Dras. Olga Nasello y Laura Levi, hace más de 30 años, estudiamos en el laboratorio en cámara bajo cero del GFA muestras de la primer tormenta de granizos gigantes. Corresponde a la ciudad de Alta Gracia, en 1988, donde los granizos alcanzaron diámetros mayores a 7 cm, tal como se observa en la figura 8.



**Figura 8.** Granizos caídos en la ciudad de Alta Gracia en 1988

Las muestras recolectadas fueron cortadas en cámara fría a  $-10^{\circ}\text{C}$  y se obtuvieron láminas delgadas como las que se observan en la figura 9 que corresponden a la muestra P7. Las fotografías fueron tomadas con microscopio óptico con luz natural. En el caso de la imagen superior y la inferior izquierda la lámina se colocó entre polarizadores cruzados. Las microfotografías inferiores son ampliaciones de la superior.

En las microfotografías vistas con luz polarizada es posible observar en detalle la estructura cristalina y en la última las burbujas. El granizo tiene anillos con simetría circular que separan zonas cuasi-libres de burbujas de zonas con alta densidad de micro-burbujas que se ven opacas. Además, es importante notar la presencia de macro-burbujas características de estos granizos gigantes. El núcleo de este granizo es muy interesante, es cónico. Otros granizos con diferentes tipos de embriones y “sin embrión” como es el caso del granizo de la figura 10 Este granizo es un GRANIZO GEODA, en el cual seguramente un embrión de muy baja densidad sublimó sobre las paredes del hueco (más detalles sobre embriones en Levi et al. 1989 y Levi et al. 1991).

La siguiente tormenta de granizos gigantes que es importante destacar es la del 8 de Febrero de 2018. Hay registros de caída de granizos en todo el corredor que va desde Icho Cruz al sudoeste de la ciudad de Villa Carlos Paz hasta la localidad de San Nicolás que está ubicada al este de dicha ciudad tal como puede verse en la Tabla 1 (Crespo y Arena 2019, Crespo, Comes y Arena 2019 y Crespo 2020).



**Figura 9.** Fotografías obtenidas con microscopio por luz blanca del Granizo P7 de Alta Gracia 1988. Las microfotografías superior y su ampliación abajo a la izquierda están tomadas entre polarizadores cruzados por lo que pueden observarse los cristales.



**Figura 10.** Fotografías de una lámina delgada del granizo gigante P4 de la granizada de la ciudad de Alta Gracia 1988, observada entre polarizadores cruzados con microscopio óptico. GRANIZO GEODA

En las figuras siguientes se muestran los granizos de esta tormenta que fueron procesados en forma similar a la descrita para la tormenta de Alta Gracia 1988. A diferencia del caso anterior, los granizos se seccionaron por su plano ecuatorial, con el fin de conservar una de las secciones para otros estudios.

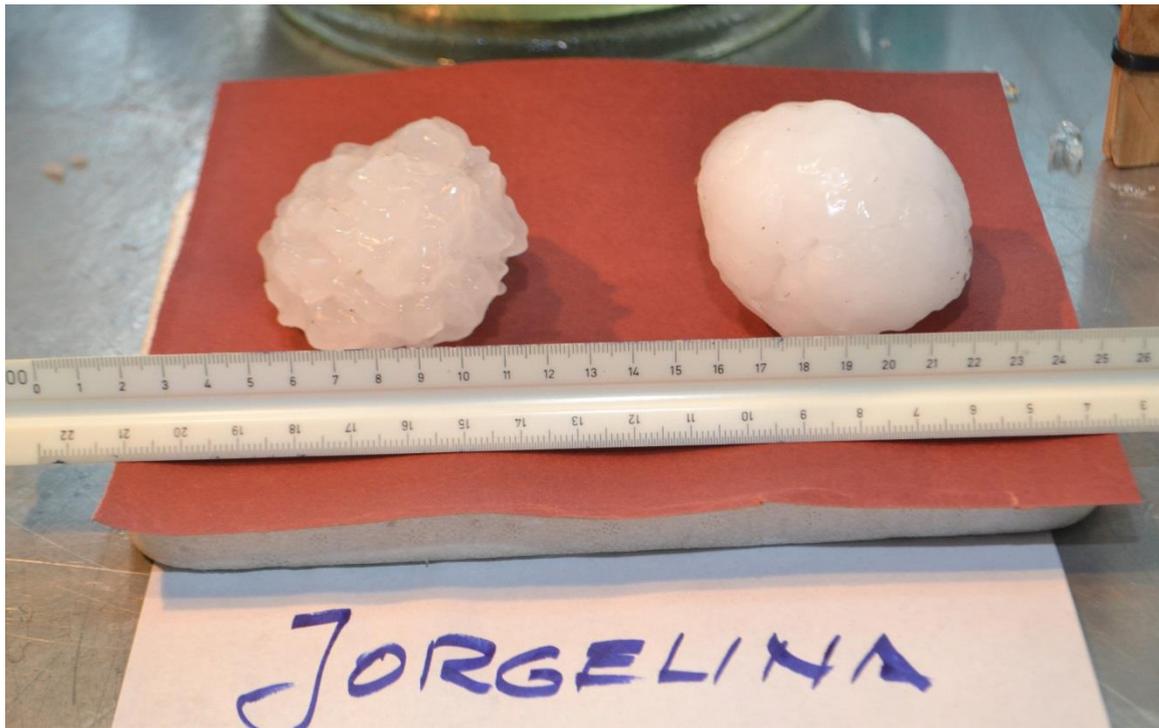
Las secciones delgadas de la figura 16, granizos Viviana, vistas con luz transmitida con y sin polarización, muestran núcleos notablemente diferentes y, si bien estos granizos muestran indicios de haber sufrido recocido térmico, conservan los anillos de burbujas indicadores de ciclados térmicos en la nube.

**Tabla 1.** Registro de caída de granizos y de recolección de muestras para la tormenta del 8 de Febrero de 2018

Location	Coordinates	Time of hail event (UTC)	Information source	
			Sample collected	Social Media/Local News
<i>Icho Cruz</i>	-31.470844, -64.541380	18:50	No	Yes
<i>Calle San Lorenzo(VCP)</i>	-31.422844, -64.497452	19:20	Yes	Yes
<i>Calle Tupungato (VCP)</i>	-31.430425, -64.499612	19:20	Yes	Yes
<i>Calle Tokio(VCP)</i>	-31.421580, -64.500763	19:30	Yes	Yes
<i>San Nicolás</i>	-31.435851, -64.456595	19:45	No	Yes
<i>Villa del Dique</i>	-32.201393, -64.452606	02:20	Yes	Yes



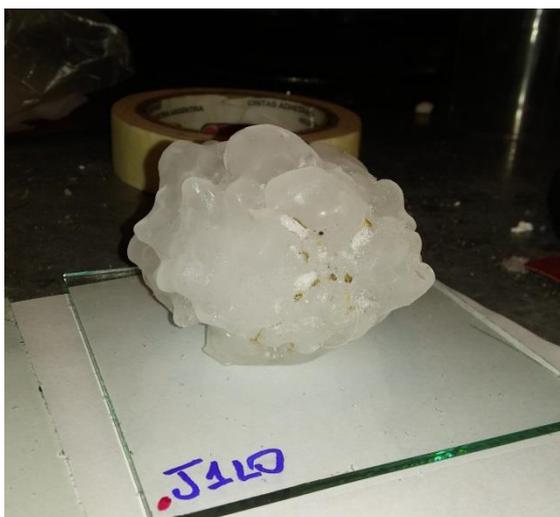
**Figura 11.** Fotografías de los granizos Viviana pequeños de la tormenta de Villa Carlos Paz del 8 de Febrero de 2018 (muchos han sufrido importante fusión. Se seleccionan sólo aquellos que tienen lóbulos bien marcados para estudios cristalográficos)



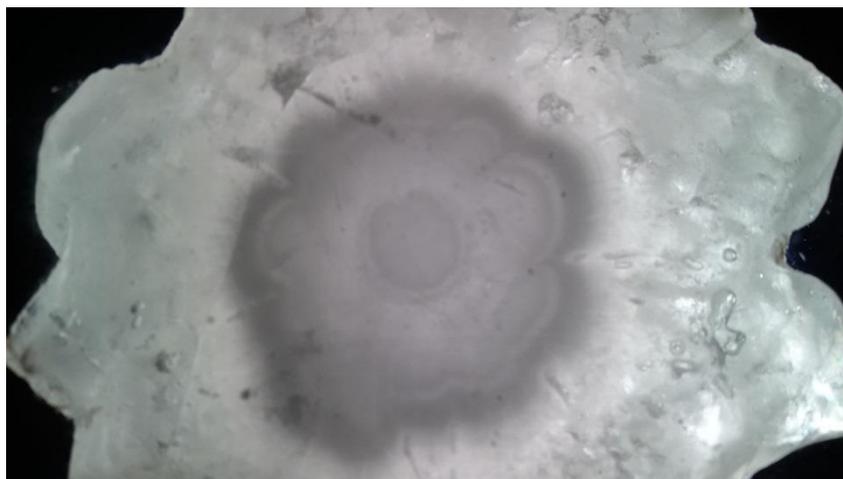
**Figura 12.** Fotografías de los granizos gigantes Jorgelina y Victoria de la tormenta del 8 de febrero de 2018



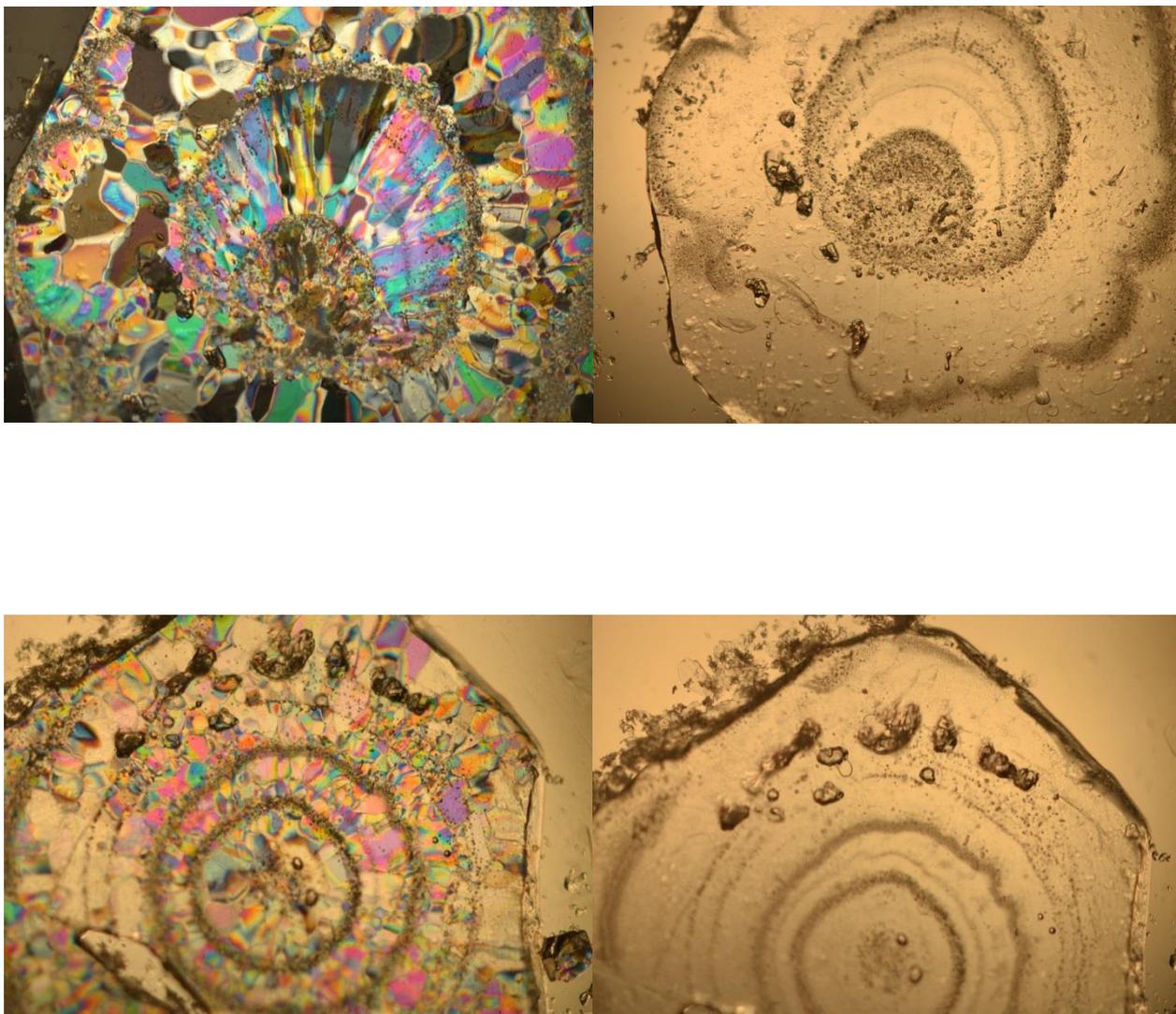
**Figura 13.** Equispo de cre en la cámara fría para un granizo pequeño y corte final manual del coloso



**Figura 14.** Dos vistas del granizo *Jorgelina Lo*, montado (pegado sobre vidrio) para ser cortado por su plano ecuatorial



**Figura 15.** Arriba las dos secciones del granizo *Jorgelina Lo* cortado por su plano ecuatorial. Abajo Fotografías con diferente iluminación y ampliación de una de las secciones del mismo granizo



**Figura 16.** Microfotografías de secciones delgadas de granizos Viviana vistos con luz transmitida con y son polarización. Los núcleos son notablemente diferentes y, si bien estos granizos muestran indicios de haber sufrido recocido térmico, conservan los anillos de buebuías indicadores de ciclados térmicos en la nube.

En la Tabla 2, se describen las principales características de los granizos de esta tormenta y la del 13 de Diciembre de 2018.

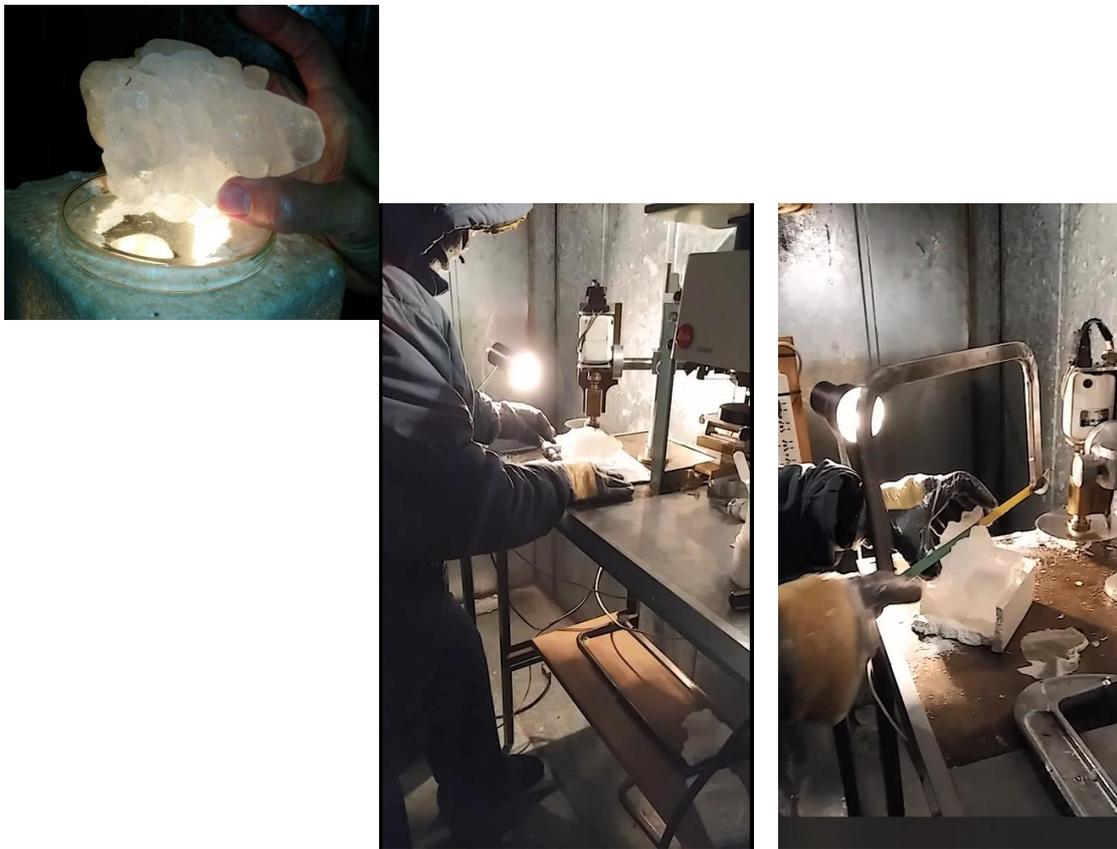
**Tabla 2.** Características de los granizos de las tormentas del 8 de febrero y del 13 de diciembre de 2018 en la provincia de Córdoba que dieron granizos gigantes

Date	February 8 <sup>th</sup> , 2018	December 13 <sup>th</sup> , 2018	December 13 <sup>th</sup> , 2018
<u>Location</u>	Villa Carlos Paz	Villa del Dique	Córdoba
<b>Time (UTC)</b>	19:00 - 19:45	2:20	03:00
<b>Min. T<sub>B</sub></b>	195	180	180 - 185
<b>Convective mode</b>	Unorganized Multicellular Convective System	<u>Multicell</u> Organized MCS	<u>Multicell</u> Organized MCS
<b>Storm area before hail event (avg. km<sup>2</sup>)</b>	9832	154638	---
<b>Hail sample quantity</b>	40	1	8 ( <u>graupel</u> )
<b>Minimum diameter (cm)</b>	2	8	0.8
<b>Maximum diameter (cm)</b>	17 (Colossus)	8	1.3
<b>Prevailing Geometric Shape</b>	Spherical	Spherical	Spherical
<b>Lobes presence (traces)</b>	Yes	Yes	No
<b>Micrometric bubbles</b>	Yes	Yes	Yes
<b>Giant bubbles &gt;2mm</b>	Yes	Yes	----
<b>Density: spongy</b>	Yes	Yes	----

## El granizo Coloso Victoria: galería de fotos

Este granizo resulta, hasta el momento el granizo de mayor tamaño recolectado y estudiado en Sudamérica. Entre los lóbulos más extremos pudo estimarse una distancia de 17,5 cm. Seguramente, no es el único de sus características en las tormentas severas de la región de estudio, pero es único que ha logrado ser recolectado y conservado. Es importante destacar el granizo gargantua detectado, a través de video, por M. Kumjian y su equipo que pertenece a la misma tormenta del 8 de febrero de 2018 y es de mayor tamaño que el Coloso Victoria

En las figuras que siguen se presenta Coloso Victoria montado sobre vidrio, (pegado con unas gotitas de agua sobreenfriada) para ser cortado por su plano ecuatorial, primero con sierra circular eléctrica y luego en forma manual. En la misma figura 17 se presentan las dos secciones del granizo y en la 18 dos imágenes de una de las secciones con diferente iluminación



**Figura 17. Seccionado del COLOSO VICTORIA.**



**Figura 18. Fotografías con diferente iluminación de una de las secciones del coloso victoria**

## REFERENCIAS

Altinger de Schwarzkopf, M. L., and L. C. Rosso (1982), Severe storms and tornadoes in Argentina, Preprints, 12th Conf. on Severe Local Storms, San Antonio, TX, Amer. Meteor. Soc., 59–62.

Arena (2019a) Parte 2: Descripción preliminar de los granizos recolectados de Arena L., Crespo A (2019) Recopilación de Estudios Primarios de Caracterización Cristalográfica de Granizos y de las Tormentas que los originan (consultado en agosto 2020 de <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/14055>)

Arena (2019 c) Two Hailstorm of the Province of Córdoba. RELAMPAGO-CACTI Data Analysis Workshop, Buenos Aires, November 19-22, 2019, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales- Universidad de Buenos Aires- Argentina (consultado en agosto 2020 en [https://docs.google.com/document/d/1Bkbi-OekLrwzKNQRanq\\_MsJgpwtq9MFOUUrNAmbRA/edit](https://docs.google.com/document/d/1Bkbi-OekLrwzKNQRanq_MsJgpwtq9MFOUUrNAmbRA/edit) )

Arena L., Nasello O.B., Levi L., "Effect of bubbles on grain growth in ice", Journal of Physical Chemistry B, 101, 6109-6112 (1997).

Arena, L (2019b) Taller de ciencia ciudadana Cosecheros de Granizo Córdoba Cientópolis Taller de ciencia ciudadana y en acción 2019 (consultado en agosto de 2020 en <https://www.cientopolis.org/cordoba-taller-de-ciencia-abierta-y-ciudadana/>)

Cosecheros de granizo Córdoba Programa conjunto de FAMAFA UNC y MINCYT Córdoba en 2018-2019. <https://mincyt.cba.gov.ar/portfolio-items/cosecheros-de-granizo/>

Crespo (2020) Characterization of two hailstorms in Argentina, A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of MASTER OF SCIENCE (Atmospheric and Oceanic Sciences) at the UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON

Crespo y Arena (2019) Tormenta granicera en la provincia de Córdoba I: imágenes de Satélite. EIDIPA, Córdoba-Argentina. 2019

Crespo, Comes y Arena (2019) Tormenta granicera en la provincia de Córdoba II: imágenes de radar. EIDIPA, Córdoba-Argentina. 2019

Diario de Carlos Paz. Foto de Victoria Druetta extraída el 20/08/2020 de <https://www.eldiariodecarlospaz.com.ar/u/fotografias/fotosnoticias/2020/7/2/129822.jpg>

Kumjian; Rachel Gutierrez; Joshua S. Soderholm; Stephen W. Nesbitt; Paula Maldonado; Lorena Medina Luna; James Marquis; Kevin A. Bowley; Milagros Alvarez Imaz; Paola Salio Gargantuan Hail in Argentina Bull. Amer. Meteor. Soc. (2020) 101 (8): E1241–E1258. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-19-0012.1>

Levi L., Lubart L, Nasello O., Arena L. (1989) Proceeding of Third Intern. Conf.on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography, pp 343

Levi, Arena, Nasello, Lubart, 1991 Condiciones iniciales de crecimiento de granizos gigantes. CONGREGMET VI. Anales del Centro Argentino de Meteorología. 23-27 set. 1991. Bs. As. Arg.

Rasmussen y Houze, 2016, Convective Initiation near the Andes in Subtropical South America. **American Meteorological Society. V. 144, p. 2351**

Rasmussen, K. L., M. D. Zuluaga, and R. A. Houze Jr., 2014: Severe convection and lightning in subtropical South America. *Geophys. Res. Lett.*, 41, 7359–7366, doi:10.1002/2014GL061767. Featured cover. ("AGU Editors Research Spotlight" What causes extreme hail, tornadoes, and floods in South America?, EOS, Vol. 96, 11 May 2015.)