

MENDOZA
NUEVO GOBIERNO



Ministerio de Economía,
Infraestructura y Energía
Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas



DACC

CENTRO DE OPERACIONES LUCHA ANTIGRANIZO

Junio 2016

INFORME FINAL DE LUCHA ANTIGRANIZO

Campaña 2015-2016

CENTRO DE OPERACIONES

El siguiente Informe Técnico continúa la serie de Informes anuales del SISTEMA DE LUCHA ANTIGRANIZO que cubre las actividades de campo de la Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas dependiente del Ministerio de Economía, Infraestructura y Energía del Gobierno de Mendoza.

La Campaña de Lucha Antigranizo comenzó el 1 de Octubre de 2015, y finalizó el 30 de Abril del 2016.

El Sistema se implementó en las denominadas “Áreas Protegidas” que comprenden los tres Oasis cultivados de la provincia de Mendoza, y las Zonas de Génesis de tormentas.

El presente Informe Técnico resume actividades, experimentos y resultados obtenidos a partir de datos y registros surgidos durante el desarrollo del Sistema de Defensa Activa contra el Granizo, en la Campaña 2015/2016.

El material necesario para efectuar este Informe fue recopilado por todo el personal del Departamento Centro de Operaciones de la Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas, con la elaboración y supervisión de:

- Prof. Marcelo Peña (Supervisor Operaciones Lucha Antigranizo, CO-LAG Tunuyán)
- Téc. Hugo Videla (Supervisor Operaciones Lucha Antigranizo, CO-LAG Tunuyán)

1. Centro de Operaciones:

El Centro de Operaciones de Lucha Antigranizo (CO-LAG), es la estación de mando hacia donde convergen los datos de los Radares Meteorológicos y datos de las Aeronaves en vuelo. En este Centro (ubicado en la Ciudad de Tunuyán), trabajan: Radaristas, Radaristas auxiliares, Meteorólogos, Informáticos y Técnicos.

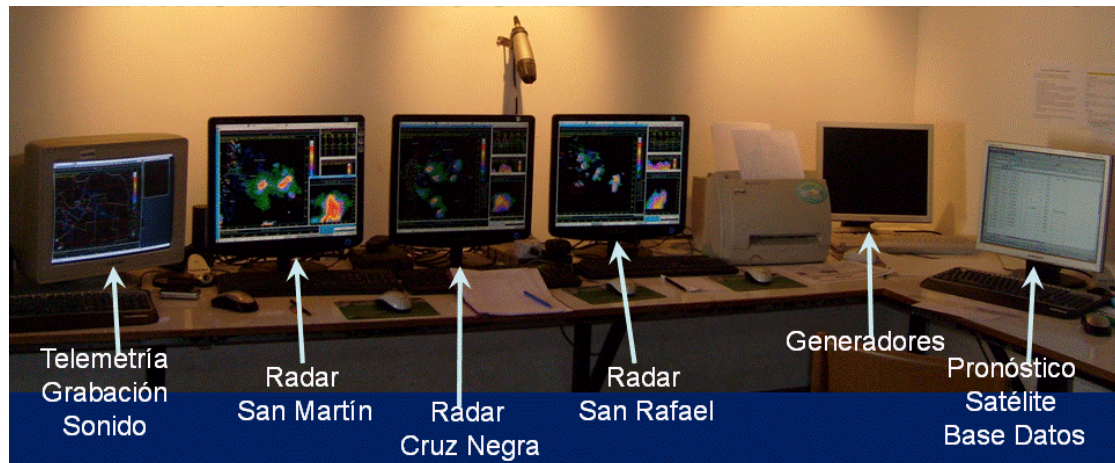


Fig. N° 1 Centro de Operaciones de Lucha Antigranizo

Este Centro de Operaciones, tiene comunicación directa con los Pilotos y Copilotos de turno, personal de guardia en los Radares Meteorológicos, Ingenieros y Técnicos de mantenimiento, de modo tal de asegurar la operatividad continua del Sistema Antigranizo.

Desde el Centro de Operaciones también se encienden y apagan a distancia, los Generadores de Superficie, y se desarrollan entre otras, las siguientes tareas:

- . Elaboración del Pronóstico de Granizo.
- . Actividades de Siembra de Nubes aplicando la Metodología preestablecida.
- . Elaboración del Informe de Prensa después de cada tormenta.
- . Organización de inspecciones de la Red de Granizómetros para recambio de placas y de la Red de Pluviómetros para recolección de Muestras de Agua y Tierra para Análisis.
- . Organización de recorrida a campo para la Tasación preliminar de Daños en cultivos.
- . Estudio y Análisis de las placas de granizómetros recolectadas.
- . Confección de mapas de daños en cultivos.
- . Estudios Estadísticos generales y específicos teniendo como base la observación de tormentas por Radar Meteorológico y software TITAN.

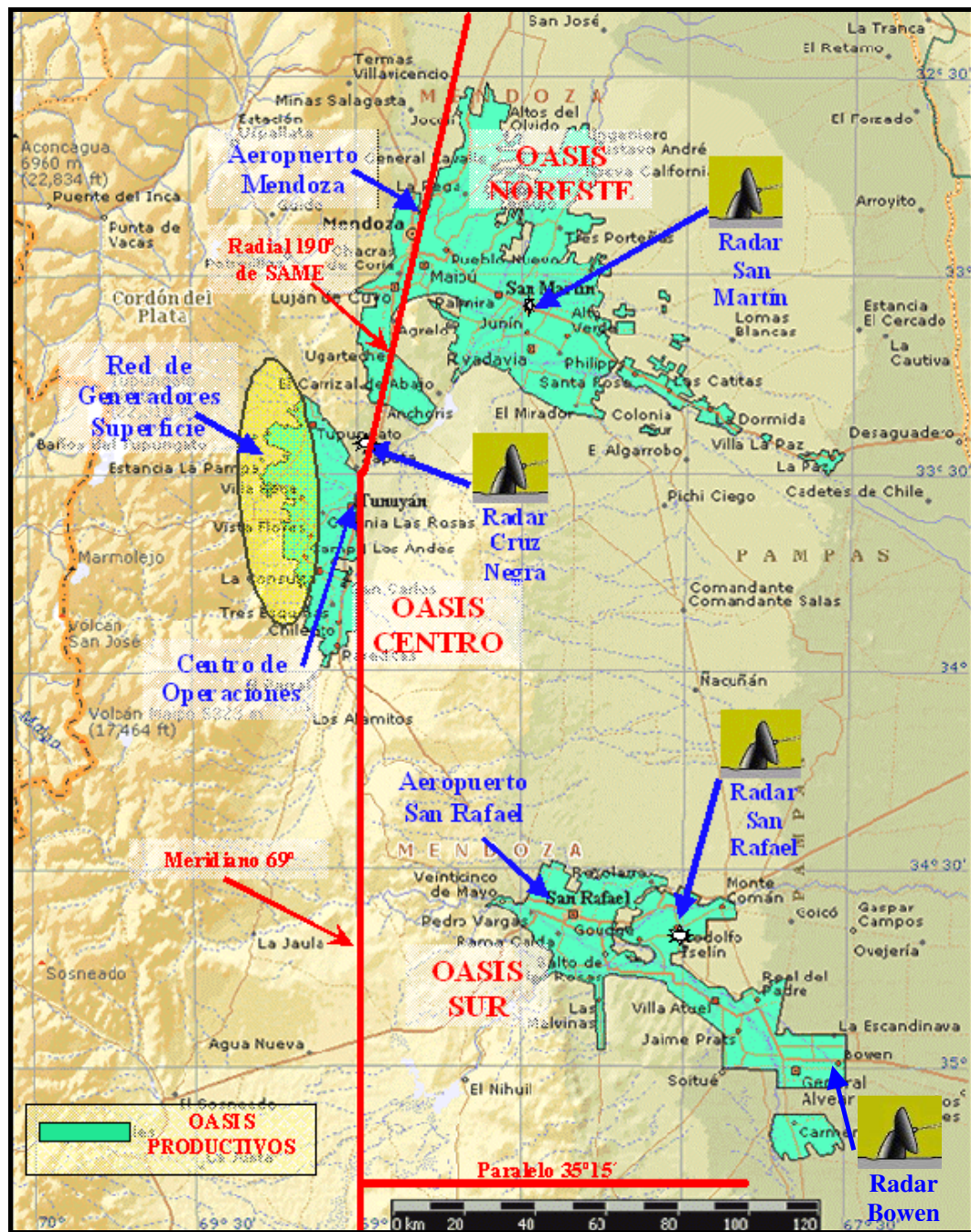


Fig. N° 2 Distribución del Sistema de Lucha Antigranizo

Con el objetivo de unificar los criterios de aplicación de la Metodología de siembra de nubes y los procedimientos de operaciones aéreas, el Sistema de Lucha Antigranizo cuenta con un "Manual de Fundamentos Científicos y Procedimientos de Siembra para Lucha Antigranizo", fundamentado en las recomendaciones de la ASCE (American Society of Civil Engineers) que editó el Standard Practice for the Design and Operation of Hail Suppression Projects.

2. Red de Radares:

La detección de células de tormenta se realiza a través de Radares Meteorológicos que el Gobierno de Mendoza a través de la Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas (DACC) tiene instalados en distintos puntos estratégicos de la Provincia.

Estos Radares constituyen los medios técnicos principales para la detección de tormentas, siendo el instrumento fundamental para la aplicación de la Metodología de siembra de nubes y el guiado de los Aviones, en el Proyecto de Lucha Antigranizo de Mendoza.

La Red de la provincia está compuesta por 4 Radares Meteorológicos MRL-5 de doble longitud de onda (Banda "S" y Banda "X"), de origen ruso, ubicados en los departamentos de San Martín, San Rafael, Tupungato y en General Alvear.

Hay que resaltar que en el transcurso de la campaña se operó solo con tres radares, dejando al cuarto, ubicado en el distrito de Bowen de General Alvear, en un período de ajuste y calibración, y esperando que quede totalmente operativo para la campaña 2016-17.



Radar San Martín (Ciudad SM)



Radar Tupungato (Cruz Negra)



Radar San Rafael (La Llave)



Radar General Alvear (Bowen)

Fig. N° 3 Radares Meteorológicos MRL-5.

La información de estos Radares es recibida permanentemente y en tiempo real, en el Centro de Operaciones ubicado en Tunuyán. Un sistema complejo de comunicaciones y

transferencia de datos entre Radares y Centro de Operaciones, permiten la integración de información de todos los Radares actuando simultáneamente, asegurando la continuidad de las operaciones, aún cuando la información que genera alguno de ellos no estuviera disponible.

Los Radares están equipados con sistemas de procesamiento automático y digitalización de datos “RDAS”, y con un software de análisis, seguimiento e identificación de células de tormenta en tiempo real “TITAN” (Thunderstorm Identification Tracking, Analysis and Nowcasting System).

Los Radares y el equipamiento necesario para su funcionamiento son calibrados antes del inicio de la Campaña (generalmente en el mes de Setiembre), y recalibrados periódicamente por los Ingenieros y Técnicos en radar.

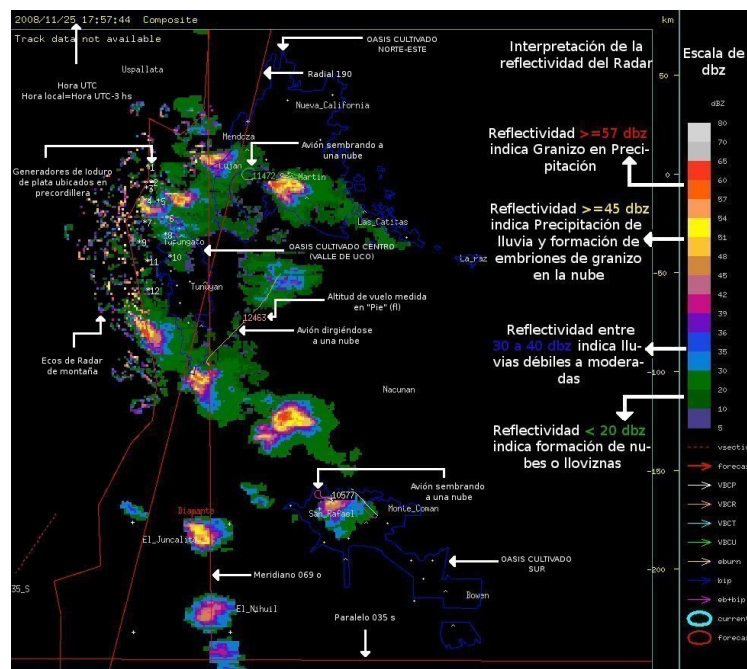


Fig. N° 4 Descripción de Imagen Radar Generada por el Programa TITAN.

Al igual que años anteriores, el Canal I (Banda “X”) del Radar de San Martín fue fundamental en detectar el inicio de la convección en la zona Norte y Centro de Mendoza.

A continuación, se muestra tabla y gráfico con la distribución mensual del funcionamiento de cada Radar Meteorológico (horas en las cuales se generan imágenes a través del software TITAN), referidos al período operativo comprendido entre el 1 de Octubre de 2015 y el 30 de abril de 2016.

Horas de Funcionamiento Radares Meteorológicos - Campaña 2015-2016								
RADAR	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Horas
San Martín Banda S	658	763	897	933	755	682	522	5210
Cruz Negra Banda S	164	665	892	789	765	941	207	4422
San Rafael Banda S	779	890	938	893	739	723	649	5610

Tabla Nº1

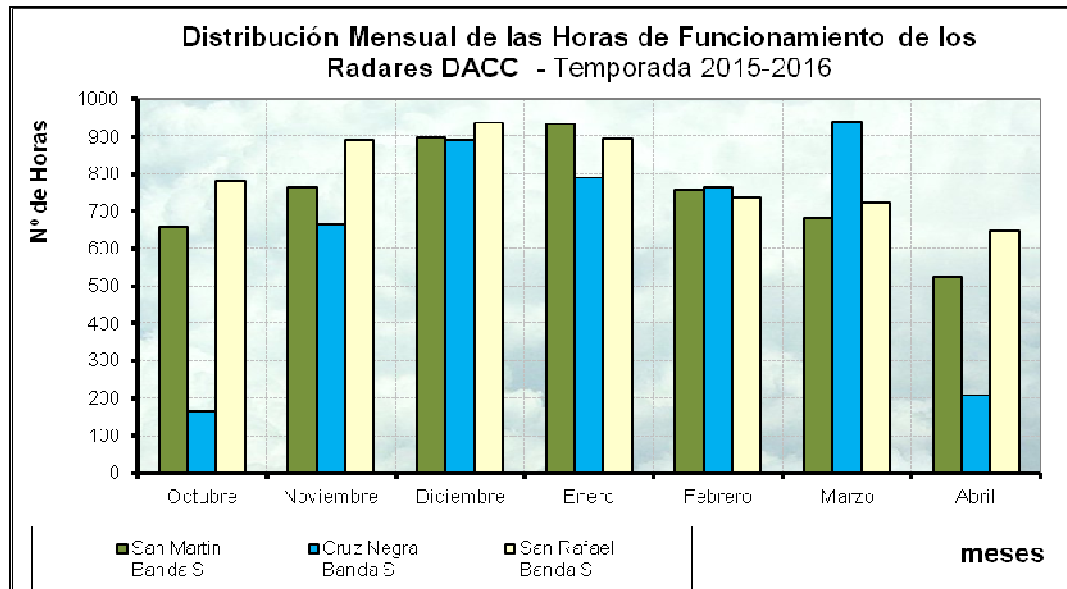


Gráfico Nº 1

3. Caracterización de las Tormentas en Mendoza.

El Estudio y Análisis de Tormentas en la Provincia de Mendoza se efectúa por medio de los siguientes instrumentos y medios de observación: Radares Meteorológicos, Radiosondeo Atmosférico, Estaciones Telemétricas de Superficie, Modelo Numérico WRF e Imágenes de Satélite.

El Período de tiempo en el que se fundamenta este Estudio, está comprendido entre el 1 de Octubre y el 30 de Abril del año siguiente, período denominado “Temporada de Tormentas”. Es importante manifestar, que este período no siempre coincide con el inicio y finalización de las Campañas de Lucha Antigranizo.

- Número de días con Tormentas:

Se refiere a aquellos días en que se observó con los Radares Meteorológicos, células de tormenta que producen algún tipo de precipitación (solo lluvias, o lluvias y granizo), dentro de los límites de la Provincia de Mendoza.

En los siete meses comprendidos entre el 1 de Octubre de 2015 y el 30 de Abril de 2016, se registraron 136 días con tormentas en la Provincia. Este número es un 23% superior al promedio histórico (que es de 111 días), representando el máximo para la serie de 18 temporadas que comienza en la 1998-1999 (primera temporada con Radares Automatizados e información Digitalizada).

Número de días con Tormenta en la Provincia de Mendoza - Temporada 2015/16								
Mes	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
Nº de Días	11	22	29	28	22	14	10	136

Tabla Nº2

- Cantidad de Células de Tormenta observadas con Radar Meteorológico

Las tormentas están formadas por una nube madre o principal y sus nuevos desarrollos. Al detectarlas con el Radar, éste presenta una formación compacta llamada “**célula**”, la cual puede o no precipitar lluvias, o lluvias y granizo. Resaltamos que los Radares Meteorológicos permiten obtener información de las regiones de una tormenta en la que los hidrometeoros han adquirido el tamaño suficiente para producir un “radioeco”.

En la última Temporada se detectaron con Radar 6982 Células de Tormenta en toda la provincia, número que resulta un 24% superior al valor medio.

Número de Células de Tormenta Observadas con Radar - Temporada 2015/16								
Mes	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
Nº de Células	393	991	1451	1858	1360	523	406	6982

Tabla Nº3

- Horas con Observación de Células de Tormenta con Radar Meteorológico:

Las horas con observación de células de tormenta, indican el tiempo transcurrido entre el inicio y el final de la detección de células de tormenta con Radar Meteorológico en todo el territorio provincial.

Horas con Observación de Tormentas con Radar - Temporada 2015/16								
Mes	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
Nº de Horas	168	337	391	443	319	123	164	1946

Tabla Nº4

El total de horas de observación de células de tormentas de la última temporada nos muestra un 47% por encima al promedio histórico. Además, este valor resulta ser un máximo para la serie que arranca en la temporada 1998/99.

- Número de días con Tormentas Severas:

Los días con tormentas severas, son aquellos días en los que se observaron por medio de Radar Meteorológico, células de tormenta que, por sus parámetros físicos y geométricos, podrían producir precipitación de granizo dentro del territorio provincial, considerando los siguientes valores de referencia: Reflectividad igual o mayor a 55 dBz, y Altura Tope de nube superior a 8.000 metros.

Número de días con Tormentas Severas en Mendoza - Temporada 2015/16								
Mes	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
Nº de Días	8	18	25	19	20	8	8	106

Tabla Nº5

En la temporada terminada, se registraron 106 días con tormentas severas. Si relacionamos este número con temporadas anteriores, se desprende que ha sido un 35% superior que el promedio histórico, el cual es de 78 días. Representando, además, el máximo de días con tormentas severas en Mendoza para el período 1998-2016. El Gráfico N°2 muestra la distribución mensual de esta variable y su relación con el valor medio.

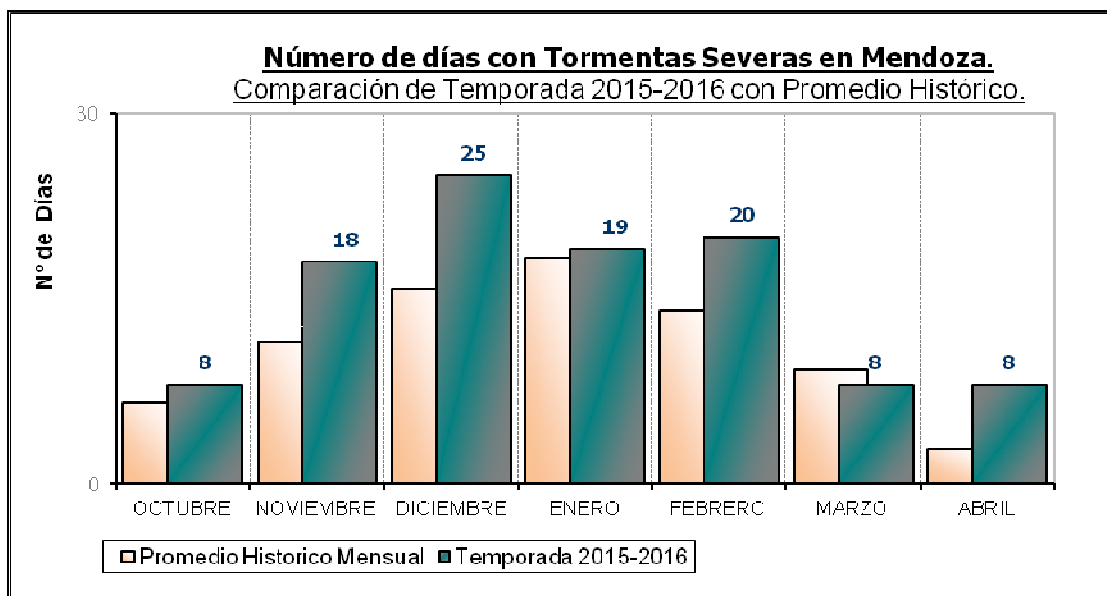


Gráfico N° 2

- Número de días con Tormentas Severas en Áreas Cultivadas:

Define a aquellos días en que las tormentas severas afectaron el Área Cultivada de alguno de los Oasis Productivos de la Provincia de Mendoza.

El número total de días con tormentas severas en áreas cultivadas de esta última temporada fue de 76, y resultó ser un 47% superior al promedio histórico, que es de 52 días. Se ubicó también como el valor máximo de la serie histórica 1998-99 a 2015-16.

Número de días con Tormentas Severas en Áreas Cultivadas - Temporada 2015/16								
Mes	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
Nº de Días	4	15	19	17	15	5	1	76

Tabla N°6

- Cantidad de Células de Tormenta Severas en Áreas Cultivadas:

Se refiere al número de células de tormenta que, por sus parámetros físicos y geométricos, podrían producir precipitación de granizo dentro del área cultivada, considerando los siguientes valores de referencia: Reflectividad mayor o igual a 55 dBz y Altura Tope de nube superior a 8.000 metros.

Número de Células de Tormenta Severas en Cultivos - Temporada 2015/16								
Mes	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
Nº de Células	24	49	83	82	54	18	2	316

Tabla Nº7

El número total de células severas que afectaron áreas cultivadas, es un 40% superior al valor medio para una temporada, que es de 226.

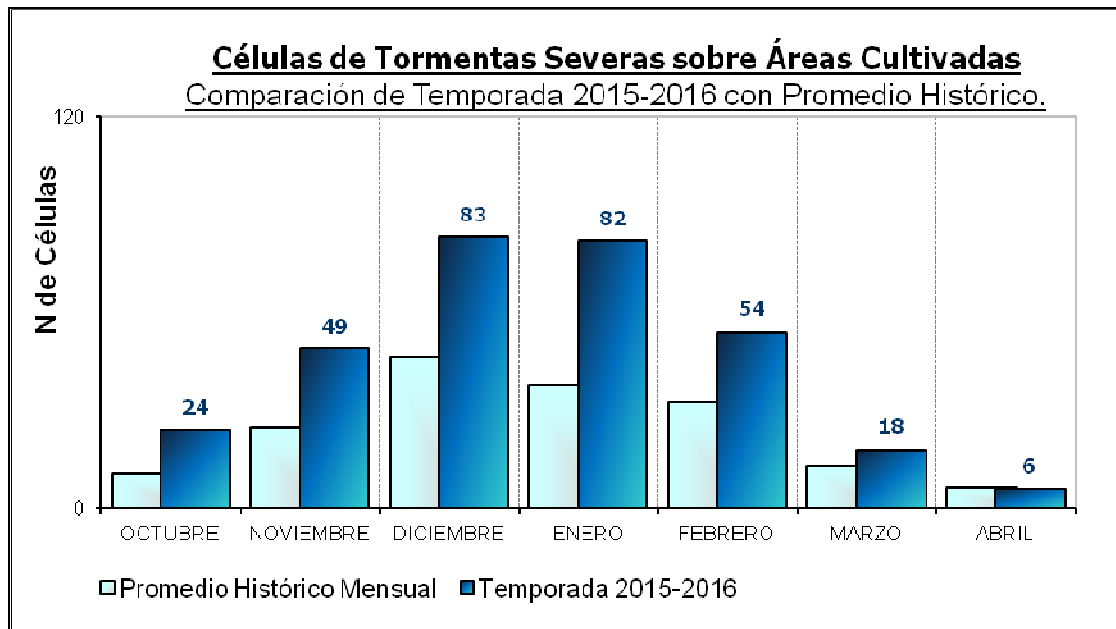


Gráfico Nº 3

4. Operaciones Aéreas de Lucha Antigranizo en Mendoza.

El Estudio y Análisis de las Operaciones Aéreas, se confecciona en base a la información que se reúne en el Centro de Operaciones, referida a todos los Vuelos de Siembra/Patrulla que se realizan en la Campaña LAG. Esta información, en su mayoría, es transmitida por Pilotos y Copilotos inmediatamente después de efectuar cada Vuelo. La serie histórica de comparación, a diferencia de lo que ocurre con el estudio de las tormentas, comienza en la temporada 2005-2006. En esta temporada las Operaciones de Lucha Antigranizo, a cargo ya del Gobierno de Mendoza, comienzan a realizarse con 4 Aviones Piper Cheyenne II.

- Número de días con Siembra y/o Patrulla de nubes:

Se refiere a aquellos días en que se efectuó al menos un vuelo de Siembra o Patrulla de nubes. Esto significa que desde el Centro de Operaciones se solicitó el despegue de una o más aeronaves ante la presencia de células de tormenta potencialmente peligrosas para los cultivos. Siguiendo los lineamientos del "*Manual de Fundamentos Científicos y Procedimientos de Siembra para Lucha Antigranizo*".

La primera operación aérea de siembra de nubes de la temporada se efectuó el día viernes 20 de Octubre de 2015, mientras que la última operación de siembra fue realizada el lunes 23 de abril de 2016.

La Tabla N°8 presenta la distribución mensual del número de días con vuelos. Se debe manifestar que el total de la temporada es de 85 días, y resulta ser semejante al valor medio, que es de 83 días por temporada.

Número de días con Siembra/Patrulla de Nubes - Temporada 2015/16								
Mes	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
Nº de Días	4	18	24	11	16	8	4	85

Tabla N°8

- Número de Vuelos y Horas de Vuelo de Siembra o Patrulla:

Las Horas de Vuelo nos indican el período de tiempo transcurrido entre el despegue y el aterrizaje de cada avión.

La Tabla N° 9, muestra la cantidad de horas de vuelo y el número de vuelos realizados mensualmente. De esta relación, surge un tiempo de vuelo medio de 2 horas 09 minutos por cada vuelo efectuado.

Hay que resaltar que el Número de Vuelos es comparable con el promedio histórico, pero las Horas Voladas están un 6% por debajo del valor medio histórico.

Número de Vuelos y Horas de Vuelo de LAG - Temporada 2015/16								
Mes	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
Nº de Vuelos	13	54	83	38	65	31	9	293
Horas de Vuelos	28	117	181	82	139	70	17	634

Tabla N°9

- Vuelos Nocturnos y Diurnos:

Las horas de Vuelos Nocturnos es la suma de las horas de Vuelo de Siembra o Patrulla realizadas entre la Puesta del Sol y la Salida del mismo. Las horas de Vuelos Diurnos es la suma de las horas de Vuelo efectuadas entre la Salida y la Puesta del Sol del mismo día. Debe mencionarse que la Puesta y Salida del sol, varían diariamente y zonalmente.

El Gráfico N°4 nos muestra la distribución porcentual del total de horas de vuelo.

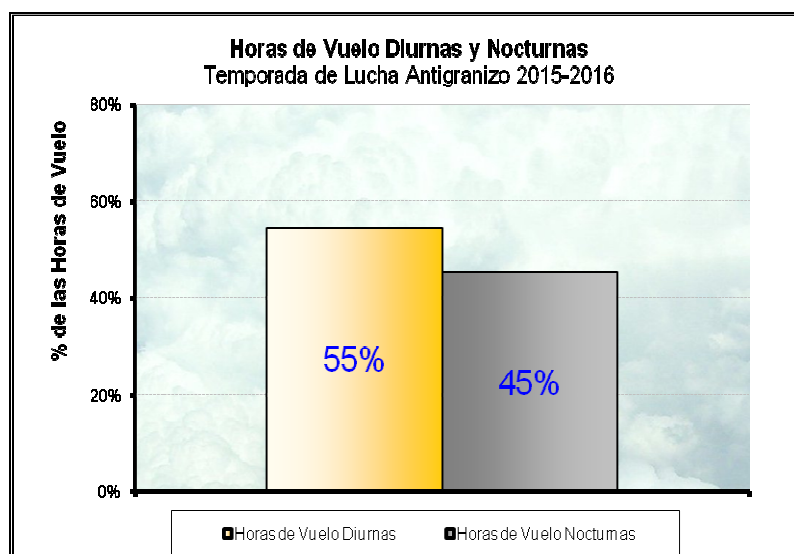


Gráfico N° 4

- **Material de Siembra:**

Indica la cantidad de Pirotecnia utilizada en la Siembra de Nubes (Cantidad de Bengalas y Cartuchos Eyectables), y su equivalente expresado en Kilogramos de Ioduro de Plata (Agl).

La Tabla N°10, revela la distribución mensual de unidades de bengalas y cartuchos consumidos.

Pirotecnia Utilizada en Siembra de Nubes con Aviones - Temporada 2015/16								
Mes	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
Bengalas	279	588	1691	735	1291	569	122	5275
Cartuchos	362	1731	708	563	1808	1420	177	6769

Tabla N°10

De igual forma, la Tabla N°11 indica el empleo de material de siembra, expresado en Kilogramos de Ioduro de Plata. El consumo total de la campaña está un 30% por debajo del consumo medio por temporada, que es de 130 Kg. El Gráfico N°5 ilustra el comparativo del consumo medio mensual, con el de la última temporada.

Kilogramos de Ioduro de Plata Utilizados - Temporada 2015/16								
Mes	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
Kg Agl	4,8	12,4	25,7	11,8	22,6	11,4	2,1	90,7

Tabla N°11

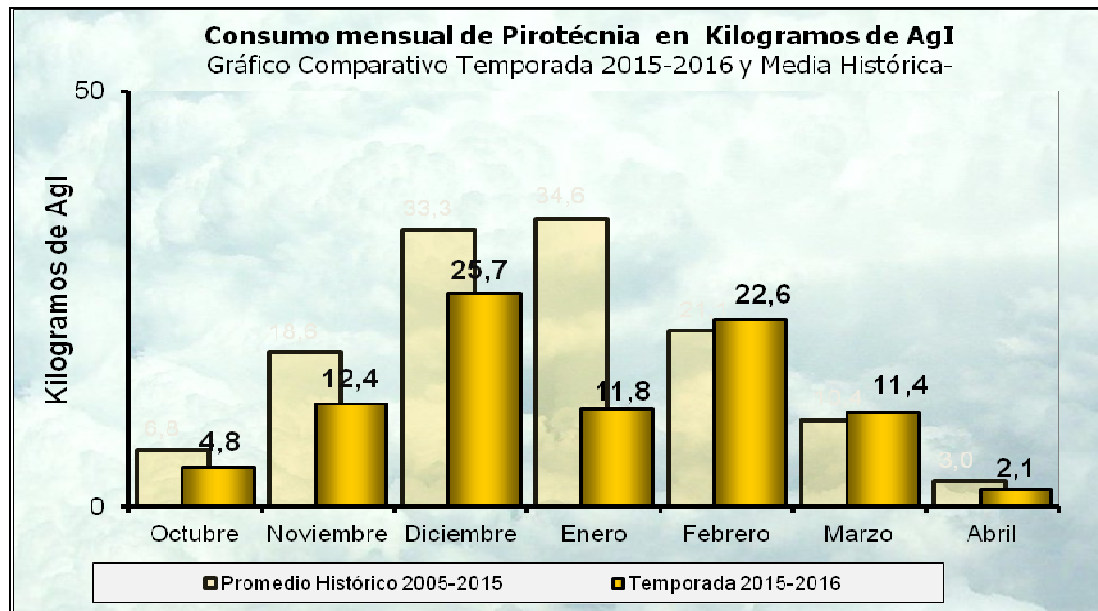


Gráfico N° 5

- Cantidad de Células de Tormenta Sembradas:

Se define Célula de Tormenta Sembrada, aquella que al cumplir los lineamientos del "Manual de Fundamentos Científicos y Procedimientos de Siembra para Lucha Antigranizo", es objeto de siembra con bengalas y/o cartuchos. La Tabla N° 12, presenta la distribución mensual de las mismas en la última temporada.

Número de Células Sembradas por Aviones LAG - Temporada 2015/16								
Mes	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
Nº de Células	20	76	119	42	123	36	2	418

Tabla N°12

Realizando el cociente entre el consumo de AgI y las células sembradas mensualmente (Tablas Nº11 y Nº12), nos da como resultado que el consumo promedio de la temporada 2015-16 fue de 217 gramos de AgI/célula sembrada.

Por otro lado, obteniendo la relación entre el total de células de tormenta **Observadas** y total de células de tormenta **Sembradas** por los Aviones (ver Gráfico Nº6), se desprende que **sólo el 6 %** de las células Observadas, fueron objeto de siembra. Este número resulta muy por debajo del promedio histórico que es del 11% por temporada. Y, es significativamente pequeño en enero, mes en que solo se sembró el 2% de las células observadas.

Se debe destacar que se efectúa un **Análisis Selectivo** de las células observadas, y sólo se interviene sobre aquellas potencialmente graniceras, y que por su ubicación geográfica y dirección de desplazamiento amenazan los Oasis cultivados, no interviniendo con siembra sobre el resto de las células, las cuales continúan con su desarrollo natural.

En la última campaña, se tuvo el agravante que en muchas oportunidades no se conto con material de siembra (Bengalas o Cartuchos), por lo que no se pudo realizar la intervención con aviones.

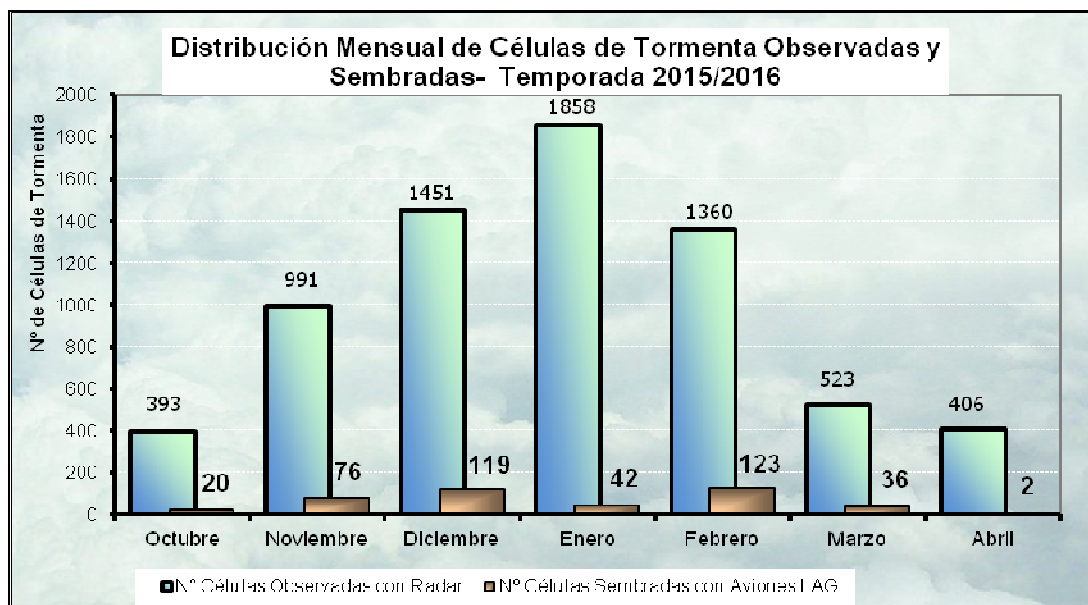


Gráfico Nº 6

5. Operaciones de Lucha Antigranizo con Generadores de Superficie.

El Estudio y Análisis de las Operaciones con Generadores de Superficie de Ioduro de Plata, se efectúa en base a la información que se registra en el Centro de Operaciones, referida específicamente al funcionamiento de la Red instalada en el Valle de Uco y Oeste de Luján.

El Generador de Superficie de núcleos de AgI es un dispositivo instalado a nivel de suelo, diseñado con el propósito de emitir a la atmósfera núcleos de congelación en la zona de formación y génesis de tormentas del Valle de Uco y Oeste de Luján.

Debido a que las Operaciones Aéreas en esta zona se encuentran restringidas por seguridad a los vuelos, queda más de un 80% del Oasis cultivado fuera de las actuaciones de siembra con aviones. De este modo, la siembra de nubes por Generadores de Superficie es un **complemento** a la siembra de nubes por aviones con el objetivo de lograr una mejor cobertura.

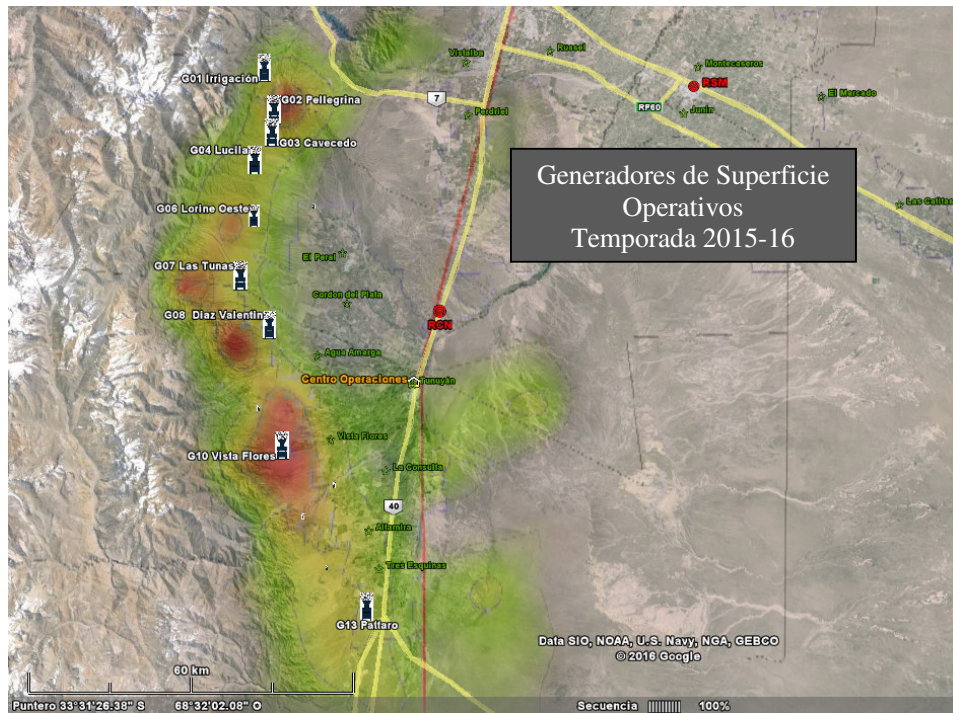
Los Generadores de Superficie en Mendoza fueron instalados en posiciones fijas, en la región montañosa ubicada a barlovento de la zona a proteger del Valle de Uco y Oeste de Luján (Zona de Génesis de Tormentas), de manera tal que el viento y la turbulencia natural eleve el material de siembra, y ayuden a la dispersión hacia las nubes.



Fig. N° 5 Generador de Superficie ubicado en Estancia Lorine Bombal

En la temporada 2015-16 se mantuvieron operativos 9 Generadores de Superficie, distribuidos en los departamentos de San Carlos, Tunuyán, Tupungato, y Luján de Cuyo, en una de las zonas de Génesis Típica de Tormentas importantes en Mendoza. Esto permitió continuar complementando el Sistema de Lucha Antigranizo por Aviones.

Esta Red funcionó desde el 1 de Octubre de 2015 al 30 de abril de 2016. En este lapso de tiempo, los Generadores de Superficie se encendieron en 93 días convectivos, acumulando algunos Generadores más de 350 horas con siembra a base de una disolución cetónica de Ioduro de Plata (AgI).



*Fig. N° 6 Distribución de la Red de Generadores de Superficie.
Con respecto a Zonas de Génesis de Tormentas y Red de Estaciones Automáticas*

A continuación, se muestra la Distribución Mensual en una Tabla Resumen (Tabla N°13), del Funcionamiento de la Red de Generadores de Superficie del Valle de Uco - Temporada 2015-2016.

Mes	Nº de días con Encendido de Quemadores	Kg de Agl utilizados
Octubre	7	3,5
Noviembre	21	7,9
Diciembre	22	6,0
Enero	15	4,1
Febrero	19	3,8
Marzo	7	0,8
Abril	2	0,1
Totales	93	26,2

Tabla N°13

6. Mangas con Precipitación de Granizo.

Se confeccionaron 128 Mangas o Caminos de Precipitación de Granizo a través del Software TITAN en toda la provincia de Mendoza, distribuidas de la siguiente manera: 54 de Zona Norte-Este, 27 de Zona Centro, y 47 de Zona Sur; correspondientes a 76 días con Tormentas Graniceras y Potencialmente Graniceras que afectaron los Oasis Cultivados.

Estas Mangas fueron utilizadas especialmente, para efectuar el Relevamiento Preliminar a campo de daños en cultivos, por parte de los Ingenieros Agrónomos de la DACC, y para determinar los Granizómetros afectados, y Pluviómetros de los cuales se retiraron muestras de Agua, y Tierra humedecida por lluvias de células sembradas.

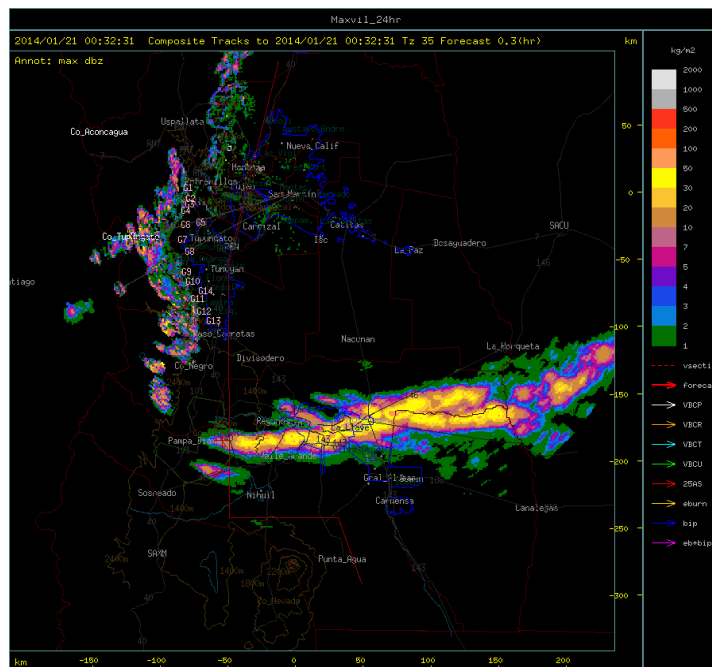


Fig. N° 7 Pista de Precipitación – Máximo VIL –Generada por TITAN

7. Red de Medición de Precipitación de Granizo (Granizómetros).

El Granizómetro es un instrumento de medición compuesto por una placa de material plástico del tipo Styrofoam o AGMate (similar en su aspecto al telgopor), que se instala en un soporte metálico. Este permite determinar la cantidad de impactos de granizo por diámetro en su sector de influencia.



Fig. N° 8 Granizómetro.

En los Oasis cultivados de la provincia están distribuidos alrededor de 400 granizómetros. Esta Red de Granizómetros está dispuesta en una cuadrícula de 5 Km x 5 Km aproximadamente.

La finalidad principal de la Red de Granizómetros es determinar, **con total objetividad**, la eficiencia física del Sistema de Lucha Antigranizo, y además:

- Correlacionar Energía Cinética por m², con los daños en cultivos.
- Corroborar la manga de probabilidad de granizo.
- Correlacionar cada una de las variables medidas con los Granizómetros, con las variables medidas con Radar Meteorológico.

Resumen Provincial de la Temporada 2015- 2016

1. Se mantuvieron operativos 383 Granizómetros en toda la provincia (Figura N°9).

En el Oasis Norte - Este: 188 granizómetros.

En el Oasis Centro: 77 granizómetros.

En el Oasis Sur: 118 granizómetros.

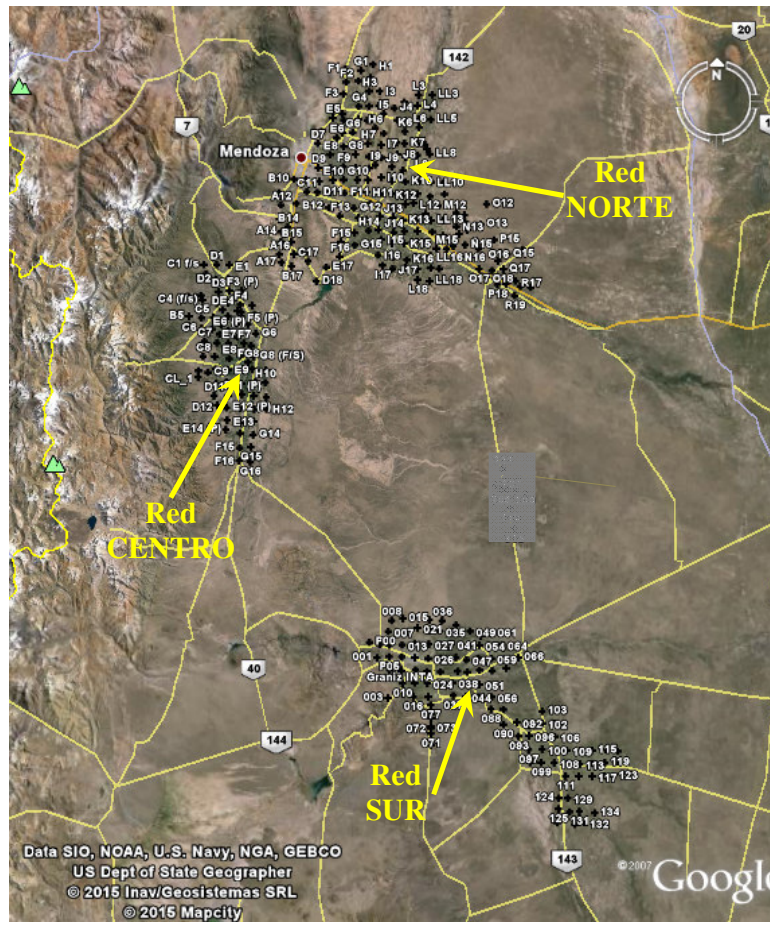


Fig. N° 9 Red Provincial de Granizómetros.

2. En total ocurrieron 70 días con tormentas potencialmente graniceras en áreas cubiertas por la red de granizómetros, siendo la primera el 01/10/15 y la última el 07/04/16.
3. En esos 70 días y de acuerdo a la manga logística, manga en dbz y manga de máximo Vil que generó el radar por intermedio del Sistema TITAN, se ordenó inspeccionar un total de 1328 granizómetros.
4. Del total de Granizómetros inspeccionados, solo se detectaron impactos de granizo en **650 placas** en toda la provincia. En muchos de los Granizómetros el granizo precipitado había sido muy pequeño (menor a 5mm de diámetro), y de consistencia blando. El detalle por Oasis es el siguiente:

OASIS NORTE / ESTE: Desde el 14/10/15 al 17/03/16, en 35 días con tormentas se sugirió recorrer 658 granizómetros, de acuerdo a las mangas logística, en dbz y de máximo Vil que indicó el Sistema TITAN. De éstos, solo **355 placas** resultaron con impactos de granizo.

OASIS CENTRO: Desde el 13/10/15 al 07/04/16, en 22 días con tormentas se dispuso recorrer 156 granizómetros, de acuerdo a las mangas logística, en dbz y manga de máximo Vil que presentó el Sistema TITAN. De éstos, solo **45 placas** registraron impactos de granizo.

OASIS SUR: Desde el 01/10/15 al 07/04/16, en 38 días con tormentas se dispuso recorrer 514 granizómetros, de acuerdo a las mangas logística, en dbz y manga de máximo Vil que proporcionó el Sistema TITAN. De éstos, solo **250 placas** registraron impactos de granizo.

El Gráfico N°9 muestra la distribución del total de Placas Impactadas por Temporada desde que se puso en funcionamiento la Red de Granizómetros en octubre de 2004. Se observa, que la temporada 2015/16 se encuentra un 75% por encima del valor medio, representando además el máximo de toda la serie, que comienza en la temporada 2004/05.

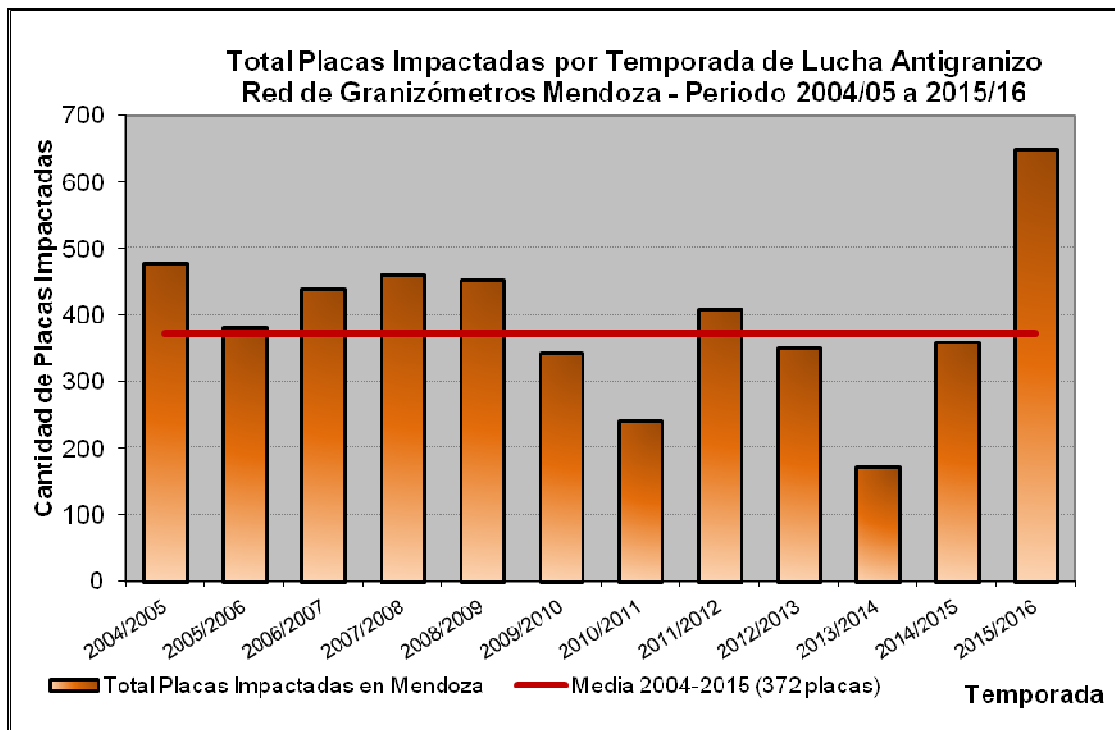


Gráfico N° 7

8. Red de medición de Precipitación de Lluvia (Pluviómetros).

Esta Red contó de 28 pluviómetros que almacenan la precipitación de lluvia.

El objetivo principal es obtener muestras de agua precipitada luego de cada tormenta, y también muestras de tierra junto a cada pluviómetro. Estas muestras, hasta la temporada pasada han sido trasladadas al AAS “Laboratorio de Análisis Agua y Suelo”, de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza, donde se determina mediante diversos análisis, el **contenido de plata** en precipitaciones provenientes de nubes sembradas, tanto por los Aviones como por Generadores de Superficie.



Fig. N° 10 Pluviómetro.

En esta Temporada, como en las anteriores, la ubicación de cada pluviómetro coincidió con el lugar de emplazamiento de algún granizómetro, de manera que el técnico que inspecciona y recolecta las placas impactadas por granizo, procede al retiro de las muestras de agua de lluvia precipitada de células de tormenta sembradas con AgI (Ioduro de Plata), y también, recoge muestras de tierra junto a cada pluviómetro, de acuerdo al procedimiento establecido.

Resumen Provincial de la Temporada 2015- 2016

1. Se mantuvieron operativos 28 pluviómetros en toda la provincia (Figura N°11).

En el Oasis Norte y Este: 9 pluviómetros.

En el Oasis Centro: 10 pluviómetros.

En el Oasis Sur: 9 pluviómetros.

2. Se mantuvieron operativos 4 Pluviómetros junto a un Generador de Superficie: 2 ubicados a 10 metros y 50 metros al Oeste, y 2 ubicados a 10 metros y 50 metros al Este del mismo.

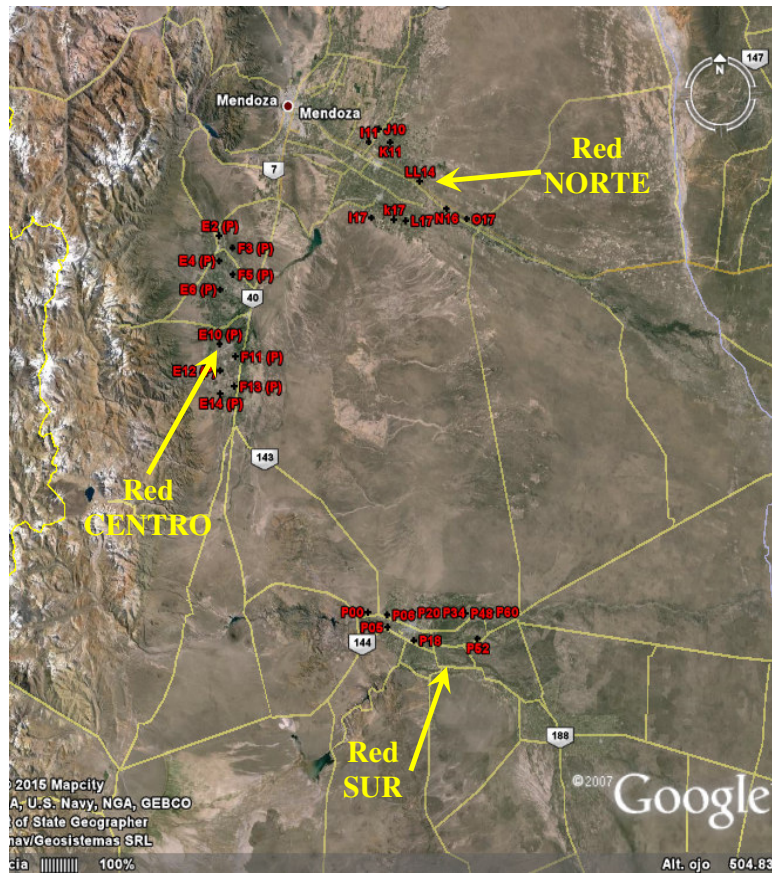


Fig. N° 11 Red Provincial de Pluviómetros.

3. Se obtuvieron en **total 43 muestras de agua de lluvia** precipitada desde células de tormenta sembradas con Agl.

4. Se recolectaron además, un **total de 44 muestras de tierra** tomadas junto a cada pluviómetro.

OASIS NORTE / ESTE: Se recolectaron 14 muestras de agua de lluvia y 15 muestras de tierra correspondientes a 3 tormentas desde el 29/10/15 al 18/02/16.

OASIS CENTRO: No se tomaron muestras en la última temporada.

OASIS SUR: Se tomaron 29 muestras de agua de lluvia y 29 muestras de tierra, que corresponden a 13 tormentas desde el 13/10/15 al 07/04/16.

Al concluir este Informe Final del Departamento Centro Operaciones LAG, las Muestras de Agua y Tierra recolectadas en la Temporada 2014/15, se estaban analizando en el AAS (Instituto de Análisis de Agua y Suelo) de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Mendoza. Y las muestras obtenidas en la temporada 2015/16 estaban listas para ser enviadas al laboratorio para su análisis.

Las muestras de Agua son analizadas en el AAS, siguiendo el Protocolo SM 3500 Ag-3113

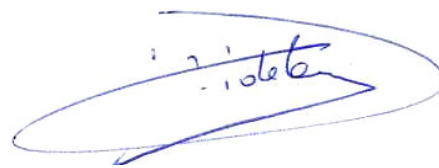
B (Método Espectrométrico de Absorción Atómica electrónica). "SM": Métodos Normalizados para Análisis de Aguas Potables y Residuales, preparados y publicados conjuntamente por American Health Association, American Water Works Association y Water Pollution Control Federation, 17^o Edición. Las muestras de suelos y vegetales son analizadas siguiendo el Protocolo del SW-846-Method 7760, Método Espectrométrico de Absorción Atómica, usando un lixiviado obtenido de acuerdo al Método 3050B: Digestión Ácida de sedimentos, barros y suelos correspondiente a la misma bibliografía (SW-846).

Los resultados de las Temporadas 2004/05, 2005/06, 2006/07, 2007/08, 2008/09, 2009/10, 2010/11, 2011/12, 2012/13 y 2013/14 determinaron que en todas las muestras se midieron valores menores a: 1,0 µg de Ag/litro en agua; 0,2 µg de Ag/gr de muestra seca en tierra; y 0,2 µg de Ag/gr de muestra seca en vegetales.

"LOS VALORES OBTENIDOS DE PLATA SON BASTANTE BAJOS EN RELACIÓN AL MÍNIMO CONSIDERADO CRÍTICO POR EL STANDARD INTERNACIONAL (50 µg de Ag/litro en agua)".



Prof. Marcelo Peña
Jefe Centro Operaciones



Téc. Hugo Videla
Jefe Centro Operaciones