



GOBIERNO DE MENDOZA

Ministerio de Agroindustria y Tecnología.

Subsecretaría de Agricultura, Ganadería y Alimentos.

**DIRECCIÓN DE AGRICULTURA
Y CONTINGENCIAS CLIMÁTICAS**



**CENTRO DE OPERACIONES
LUCHA ANTIGRANIZO**

Mayo 2015

PRÓLOGO

INFORME FINAL DE LUCHA ANTIGRANIZO

Temporada 2014-2015

CENTRO DE OPERACIONES

Este 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 Agroindustria y Tecnología del Gobierno de Mendoza.

La Campaña de Lucha Antigranizo comenzó el 1 de Octubre de 2014, y finalizó el 09 de Mayo del 2015.

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 temporada 2014/2015.

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 en Comunicaciones.

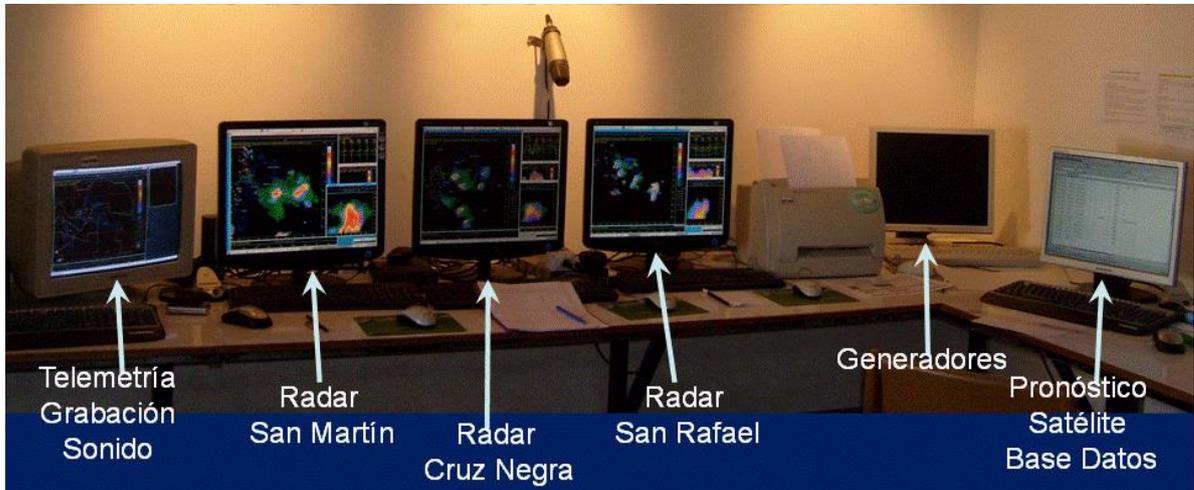


Fig. Nº 1 Centro de Operaciones de Lucha Antigranizo

Este Centro de Operaciones, tiene comunicación directa con los Pilotos y Copilotos de turno, personal de guardia de 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 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 las recorridas a campo en la Red de Granizómetros y Red de Pluviómetros para la recolección de: Placas, 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.

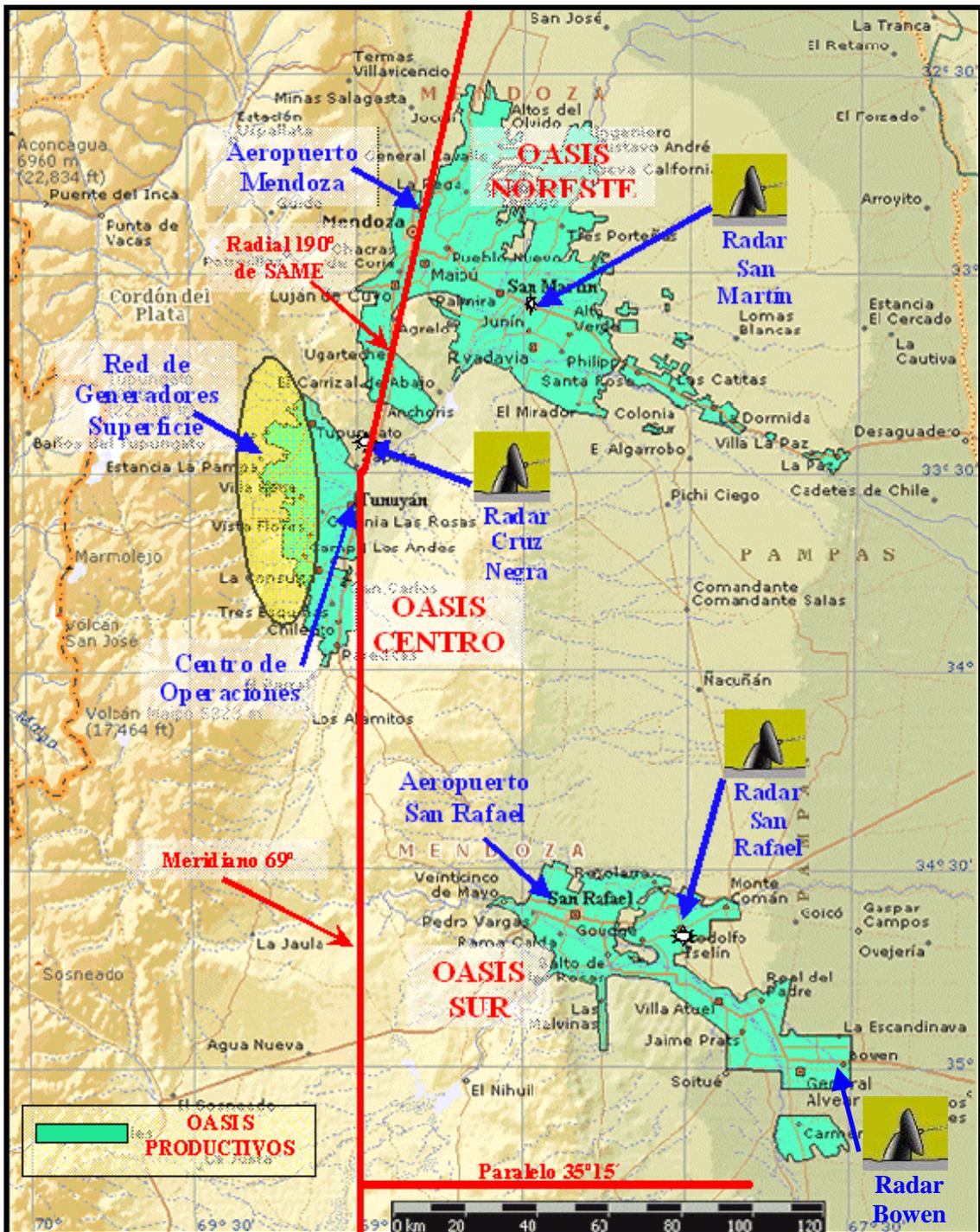


Fig. N° 2 Distribución del Sistema de Lucha Antigranizo

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 Radares 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 pusieron en actividad dos radares móviles MRL-5 que hacía varios años no se utilizaban. Así, uno quedó funcionando en el paraje Cruz Negra de Tupungato (reemplazando al antiguo radar de Banda "C" que estaba fuera de servicio), y el otro en el distrito de Bowen de General Alvear. Estos dos radares están en un período de ajuste y calibración, quedando totalmente operativos para la campaña 2015-16, a fin de completar una Red de 4 Radares con iguales características.



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 en forma permanente en el Centro de Operaciones ubicado en Tunuyán. Un sistema complejo de comunicaciones y transferencia de datos entre los Radares y el 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 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.

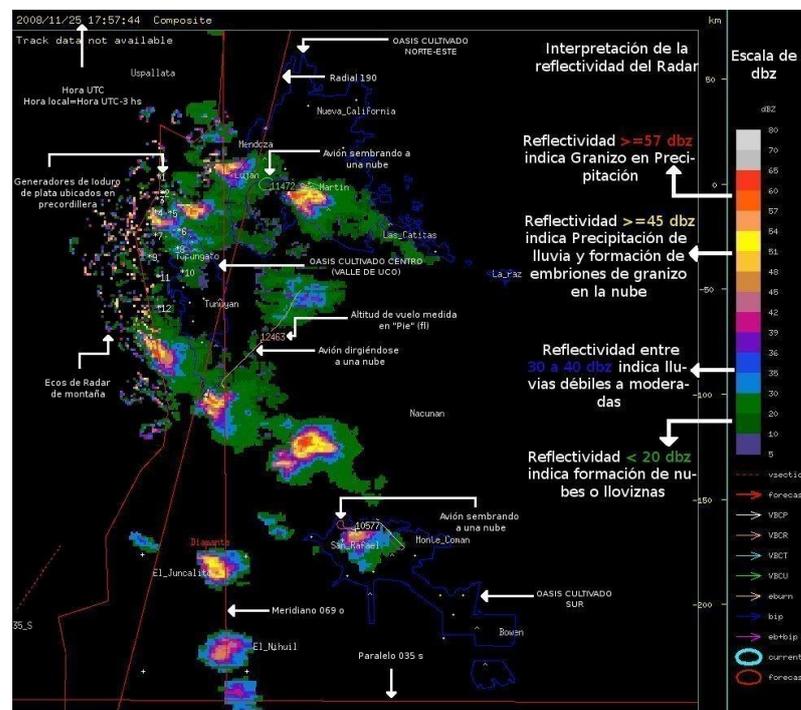


Fig. N° 4 Descripción de Imagen Radar Generada por el Programa TITAN.

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 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 2014 y el 30 de abril de 2015.

Horas de Funcionamiento de Radares Campaña 2014-2015								
RADAR	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Horas
San Martin Banda S	379	435	505	597	431	433	334	3112
San Rafael Banda S	291	385	456	513	469	397	267	2778

Tabla Nº1

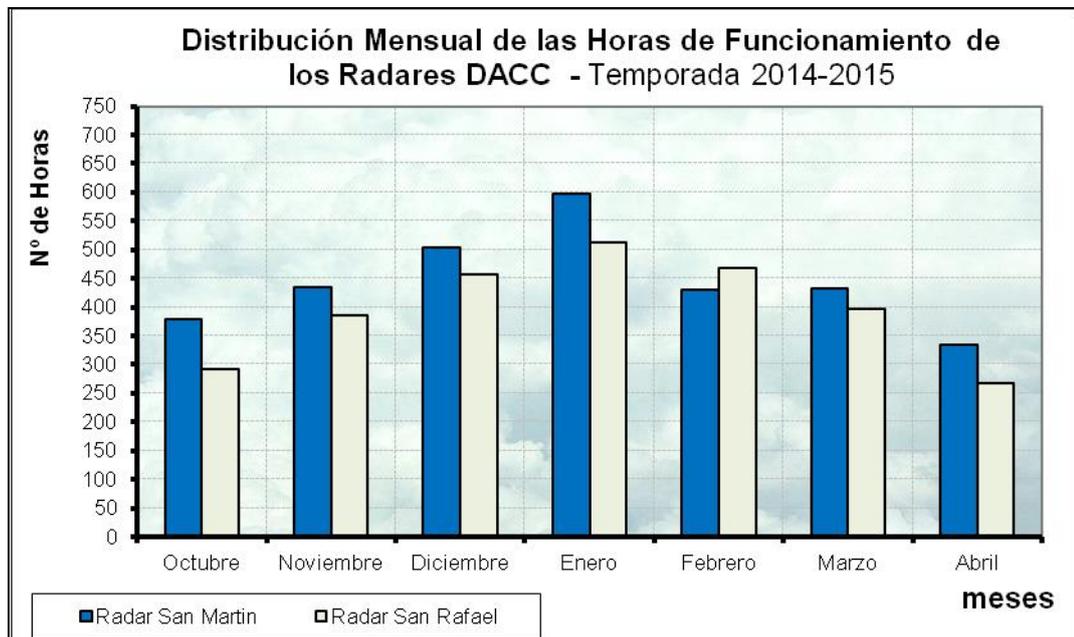


Gráfico Nº 1

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 Estudio y Análisis de las Operaciones Aéreas, se efectúa 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.

El Estudio y Análisis de las Operaciones con Generadores de Superficie de Ioduro de Plata, se realiza 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 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, ciclo denominado “Temporada de Tormentas”. Es importante manifestar, que este período no siempre coincide con el inicio y finalización de las Campañas de Lucha Antigranizo. De hecho, en la temporada 2014-15 se mantuvo el sistema de Lucha Antigranizo Operativo hasta el 09-05-15. Aunque en el mes de Mayo solo se detectaron con radar, núcleos en el extremo Sureste de Mendoza, límite con La Pampa y San Luis, pero por un período muy corto de tiempo.

- 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 2014 y el 30 de Abril de 2015, se registraron 124 días con tormentas en la Provincia. Este número es un 13% superior al promedio histórico, que es de 110 días.

Número de días con Tormenta en la Provincia de Mendoza - Temporada 2014/15								
Mes	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
Nº de Días	13	20	20	24	22	17	8	124

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”.

Número de Células de Tormenta Observadas con Radar - Temporada 2014/15								
Mes	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
Nº de Células	416	645	1262	1411	991	580	258	5563

Tabla Nº3

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

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

Horas con Observación de Tormentas con Radar - Temporada 2014/15								
Mes	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
Nº de Horas	117	232	322	404	285	209	100	1669

Tabla Nº4

El total de horas de observación de células de tormentas de la última temporada nos muestra un 28% 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 mayor o igual a 55 dBz, y Altura Tope de nube superior a 8.000 metros.

Número de días con Tormentas Severas en Mendoza - Temporada 2014/15								
Mes	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
Nº de Días	7	12	16	21	16	13	7	92

Tabla N°5

En la temporada terminada, se registraron 92 días con tormentas severas. Si relacionamos este número con las 16 temporadas anteriores, se desprende que ha sido un 19% superior que el promedio histórico, el cual es de 77 días. Y, solo sobrepasado por la temporada 2007/08 en que se registraron 93 días con tormentas severas en Mendoza. El Gráfico N°2 muestra la distribución mensual de esta variable y su relación con el valor medio.

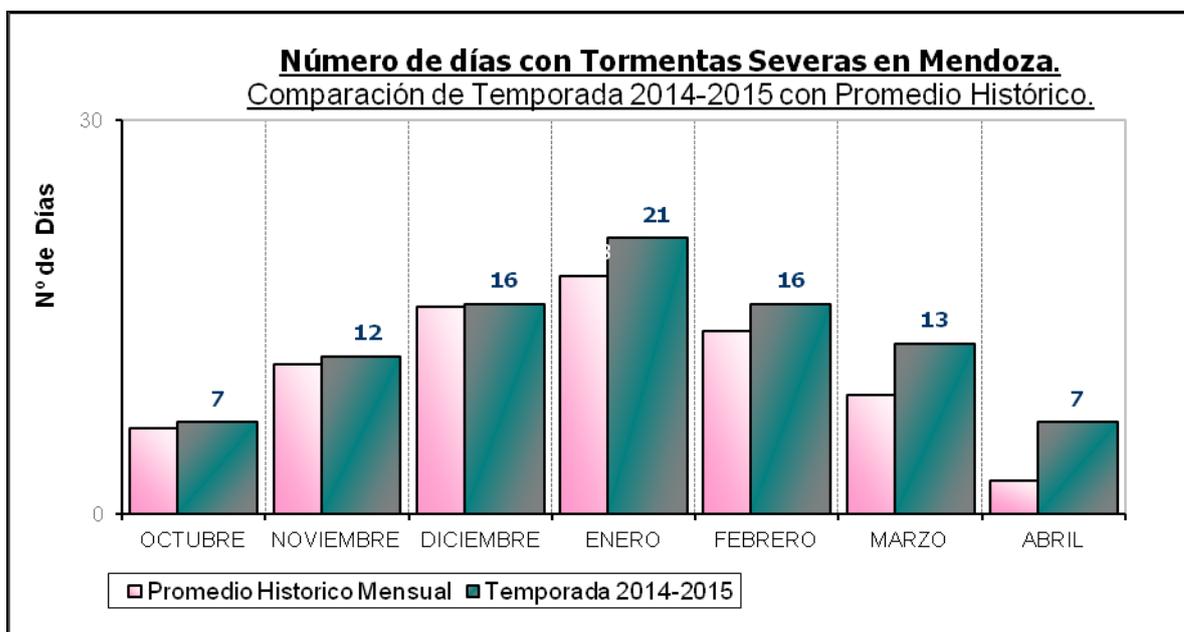


Gráfico N° 2

- 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 fue de 64 días en esta última temporada, resulto ser un 25% superior al promedio histórico, que es de 51 días. Se ubicó también como el valor máximo de la serie histórica 1998-99 a 2014-15.

Número de días con Tormentas Severas en Áreas Cultivadas - Temporada 2014/15								
Mes	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
Nº de Días	2	10	15	18	9	5	5	64

Tabla Nº6

- 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 2014/15								
Mes	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
Nº de Células	15	32	111	88	59	14	12	331

Tabla Nº7

El número total de células severas que afectaron áreas cultivadas fue de 331 células, siendo notablemente superior al valor medio para una temporada, que es de 196 células, y resulta ser el máximo de toda la serie analizada desde el año 1.998.

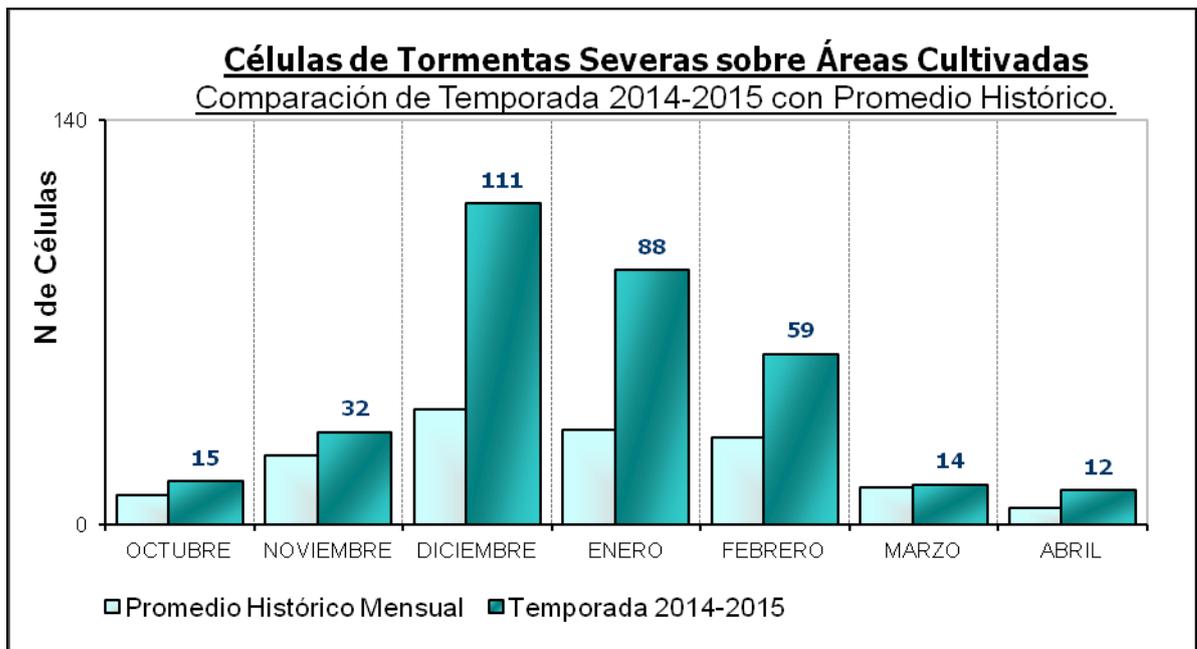


Gráfico Nº 3

- Operaciones Aéreas de Lucha Antigranizo en Mendoza:

La primera Operación Aérea de siembra de nubes de la temporada se efectuó el día viernes 03 de Octubre de 2014, mientras que la última Operación de siembra fue realizada el lunes 13 de abril de 2015.

- Número de días de 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 aeronave ante la presencia de células convectivas, siguiendo los lineamientos del "*Manual de Fundamentos Científicos y Procedimientos de Siembra para Lucha Antigranizo*".

La Tabla Nº8, presenta la distribución mensual de estos días de siembra o patrulla. Se debe manifestar que el total de la temporada resulta ser semejante al valor medio, el cual es de 83 días por temporada.

Número de días con Siembra/Patrulla de Nubes - Temporada 2014/15								
Mes	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
Nº de Días	6	13	15	21	13	9	5	82

Tabla Nº8

- 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 promedio de 2 horas 13 minutos por cada vuelo efectuado.

Hay que resaltar que tanto el Número de Vuelos como las Horas Voladas están solo ligeramente por encima del valor medio histórico.

Número de Vuelos y Horas de Vuelo de LAG - Temporada 2014/15								
Mes	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
Nº de Vuelos	16	42	79	85	47	21	15	305
Horas de Vuelos	33	99	190	191	93	40	31	677

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 diaria y zonalmente.

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

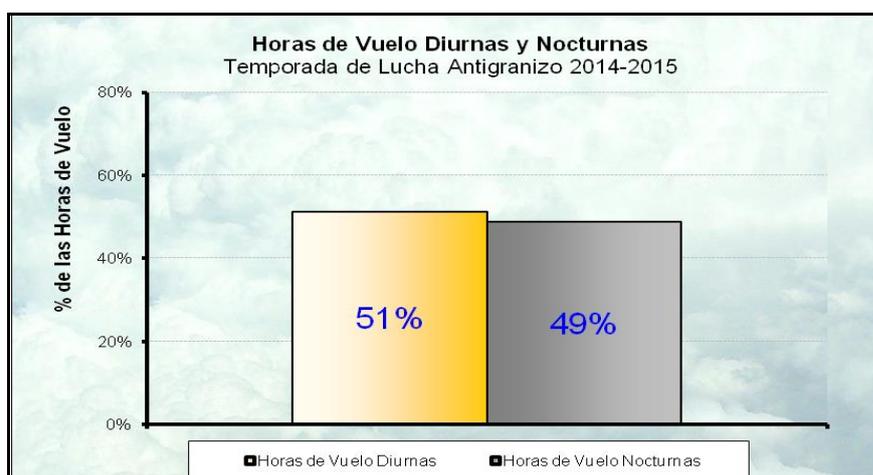


Gráfico N° 4

- **Material de Siembra:**

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

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

Pirotecnia Utilizada en Siembra de Nubes con Aviones - Temporada 2014/15								
Mes	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
Bengalas	346	993	3162	3135	1374	581	557	10148
Cartuchos	0	1133	4752	1497	0	0	0	7382

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 14/15 estuvo en un 40% por encima del Consumo medio por temporada que es de 125 Kg.

Al realizar el análisis mensual (Gráfico N°5), vemos que en dos meses: Diciembre y Enero 2.015, se consumió el 65% de todo el material pirotécnico. Esta situación, está directamente relacionada con el hecho que en estos dos meses se concentró el 60% de las Células de Tormentas Severas que afectaron áreas cultivadas (Tabla N°7 y Gráfico N°3), las cuales fueron Objetivos prioritarios de siembra con aviones (Tabla N°12).

Kilogramos de Ioduro de Plata Utilizados - Temporada 2014/15								
Mes	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
Kg Agl	5,2	18,5	62,6	51,8	20,6	8,7	8,4	175,8

Tabla Nº11

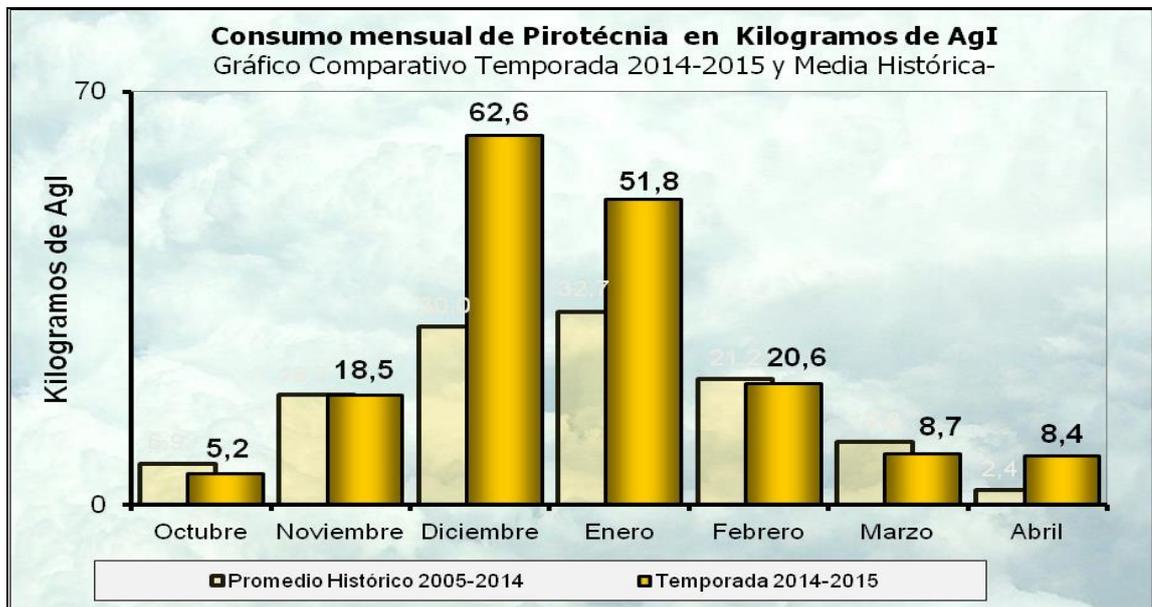


Gráfico Nº 5

- Cantidad de Células de Tormenta Sembradas:

Se define Célula de Tormenta Sembrada, a 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 Nº 12, presenta la distribución mensual de las mismas en la última temporada.

Número de Células Sembradas por Aviones LAG - Temporada 2014/15								
Mes	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
Nº de Células	17	79	154	157	76	21	34	538

Tabla Nº12

Obteniendo el cociente entre el consumo de Agl y las células sembradas en la temporada, llegamos a la conclusión que el Consumo Promedio por célula trabajada en la temporada, fue de **327 gramos de Agl/célula sembrada**.

Analizando la relación y la distribución mensual de las células de tormenta **Observadas** y las células de tormenta **Sembradas** por Aviones en la provincia, se destaca que en promedio, **sólo el 10 %** de las células Observadas, fueron seleccionadas como objeto de siembra.

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

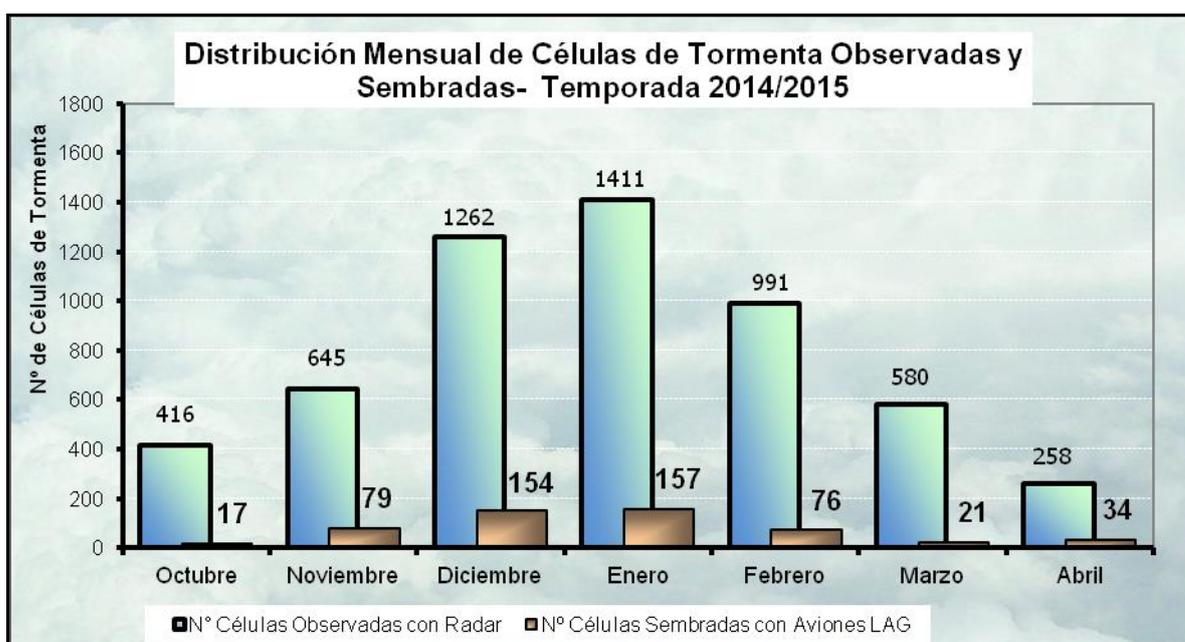


Gráfico Nº 6

- **Operaciones de Lucha Antigranizo con Generadores de Superficie:**

El Generador de Superficie de núcleos de AgI es un dispositivo instalado a nivel del 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% de este 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.

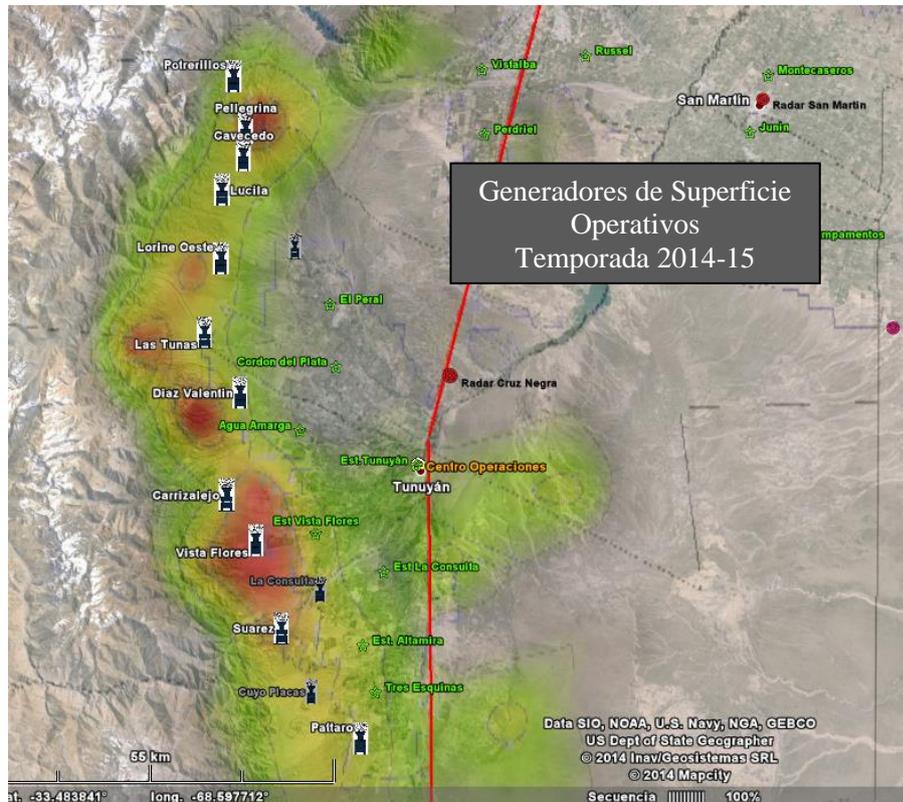


Fig. N° 5 Generador de Superficie ubicado en Estancia Lorine Bombal

En la temporada 2014-15 se mantuvieron operativos 11 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 frecuentes y severas en Mendoza. Esto permitió continuar complementando el Sistema de Lucha Antigranizo por aviones.

Esta Red funcionó desde el 1 de Octubre de 2014 al 09 de mayo de 2015. En este lapso de tiempo, los Generadores de Superficie se encendieron en 91 días convectivos, acumulando

603 horas de siembra, dispersando y emitiendo los núcleos de congelación 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 2014-2015.

Mes	Nº de días con Encendido de Quemadores	Tiempo con Quemado o Siembra (horas)	Kg de Agl utilizados
Octubre	7	39	1,5
Noviembre	14	88	4,5
Diciembre	18	135	10,7
Enero	22	156	10,1
Febrero	15	100	5,6
Marzo	9	51	2,9
Abril	6	34	1,7
Totales	91	603	37,0

Tabla Nº13

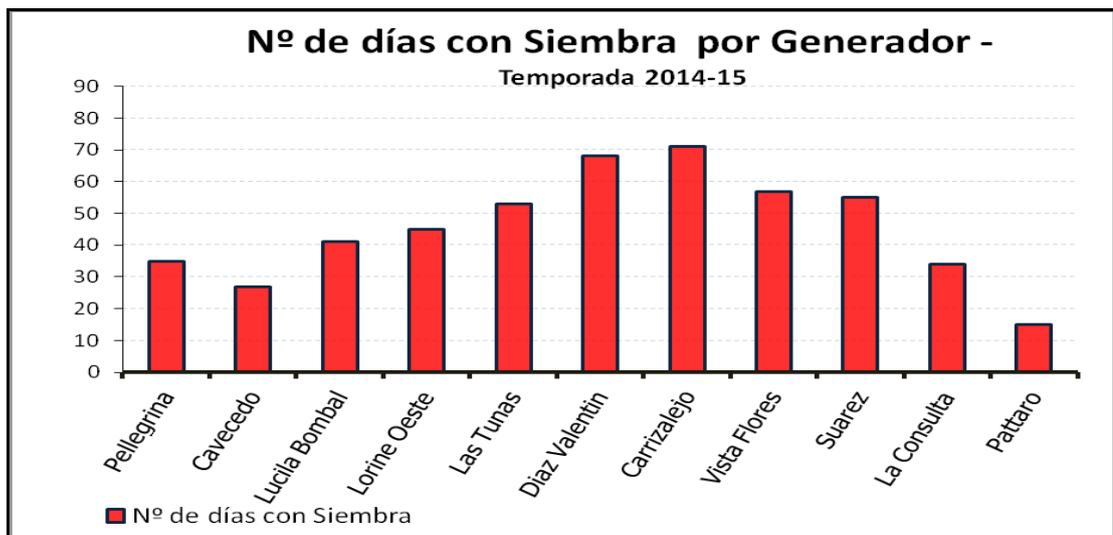


Gráfico Nº 7

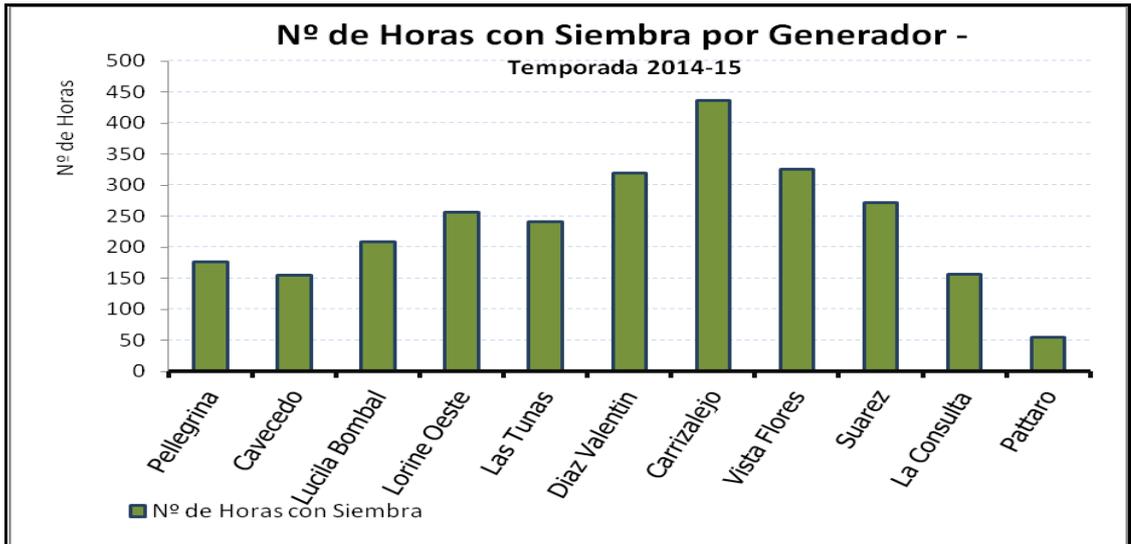


Gráfico Nº 8

- Mangas de Precipitación de Granizo

Se confeccionaron 98 Mangas o Caminos de Precipitación de Granizo a través del Software TITAN en toda la provincia de Mendoza, distribuidas de la siguiente manera: 45 de la Zona Norte-Este, 23 de la Zona Centro, y 31 de la Zona Sur; correspondientes a 64 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.

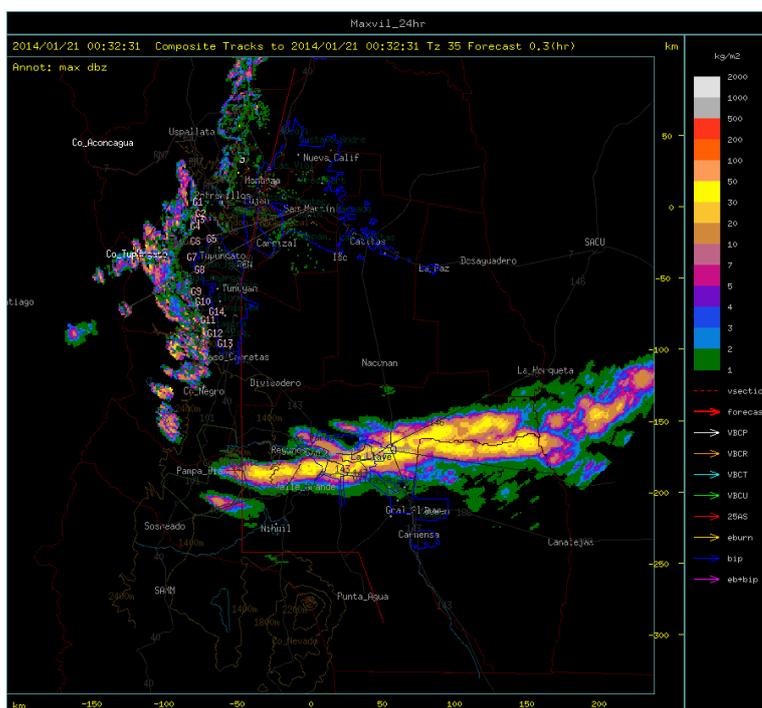


Fig. N° 7 Pista de Precipitación – Máximo VIL –Generada por TITAN

4. 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. Además se mantuvo una Red Testigo de 12 Granizómetros en la Zona de Ñacuñán, al sur de Santa Rosa.

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 2014- 2015

1. Se mantuvieron operativos 400 Granizómetros en toda la provincia (Figura N°9).

En el Oasis Norte - Este: 189 granizómetros.

En el Oasis Centro: 80 granizómetros.

En el Oasis Sur: 119 granizómetros.

En la Red Testigo de Ñacuñán: 12 granizómetros.

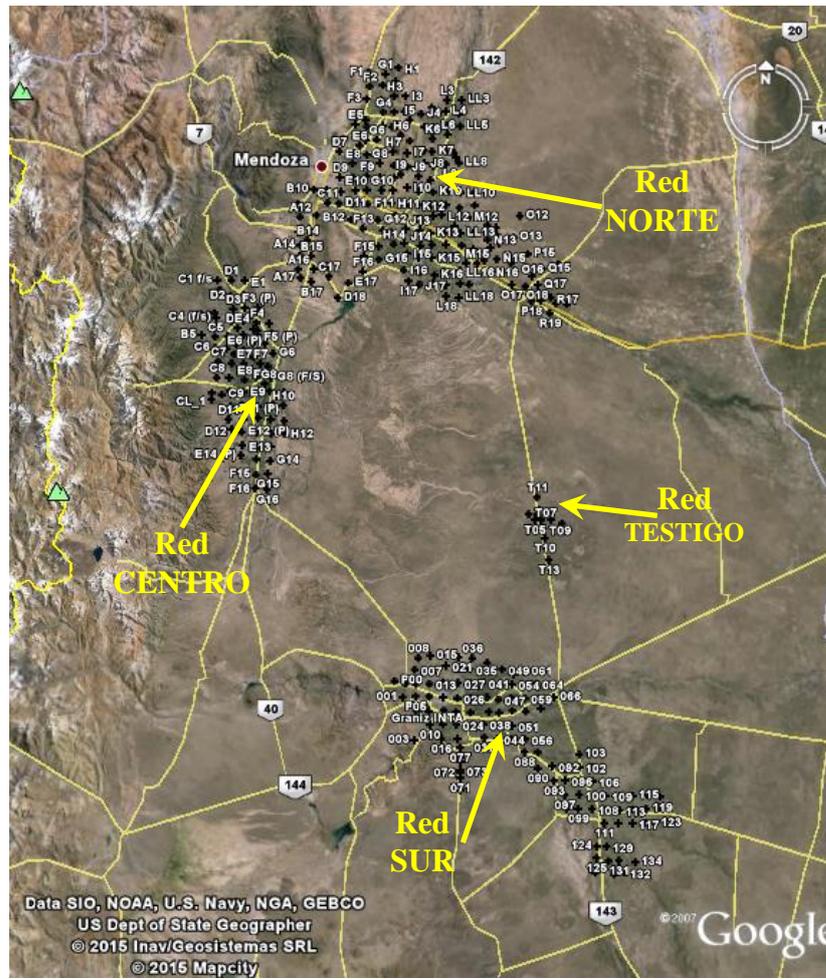


Fig. N° 9 Red Provincial de Granizómetros.

2. En total ocurrieron 51 días con tormentas potencialmente graniceras en áreas cubiertas por la red de granizómetros, siendo la primera el 03/10/14 y la última el 13/04/15.
3. En esos 51 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 820 granizómetros.
4. Del total de Granizómetros inspeccionados, solo se detectaron impactos de granizo en **359 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 13/10/14 al 13/04/15, en 31 días con tormentas se sugirió recorrer 411 granizómetros, de acuerdo a las mangas logística, en dbz y de máximo Vil que indicó el Sistema TITAN. De éstos, solo **205 placas** resultaron con impactos de granizo.

OASIS CENTRO: Desde el 26/10/14 al 04/04/15, en 16 días con tormentas se dispuso recorrer 122 granizómetros, de acuerdo a las mangas logística, en dbz y manga de máximo Vil que presentó el Sistema TITAN. De éstos, solo **21 placas** registraron impactos de granizo.

OASIS SUR: Desde el 26/10/14 al 07/04/15, en 26 días con tormentas se dispuso recorrer 287 granizómetros, de acuerdo a las mangas logística, en dbz y manga de máximo Vil que proporcionó el Sistema TITAN. De éstos, solo **133 placas** registraron impactos de granizo.

RED TESTIGO ÑACUÑÁN: En esta Temporada 2.014/15, se ordenó recorrer 24 granizómetros instalados en Ñacuñan, según las mangas logística, en dbz y manga de máximo Vil que proporcionó el Sistema TITAN. De éstos, solo **9 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, en esta serie de 11 años, que la temporada 2014/15 está ligeramente por debajo del valor medio histórico.

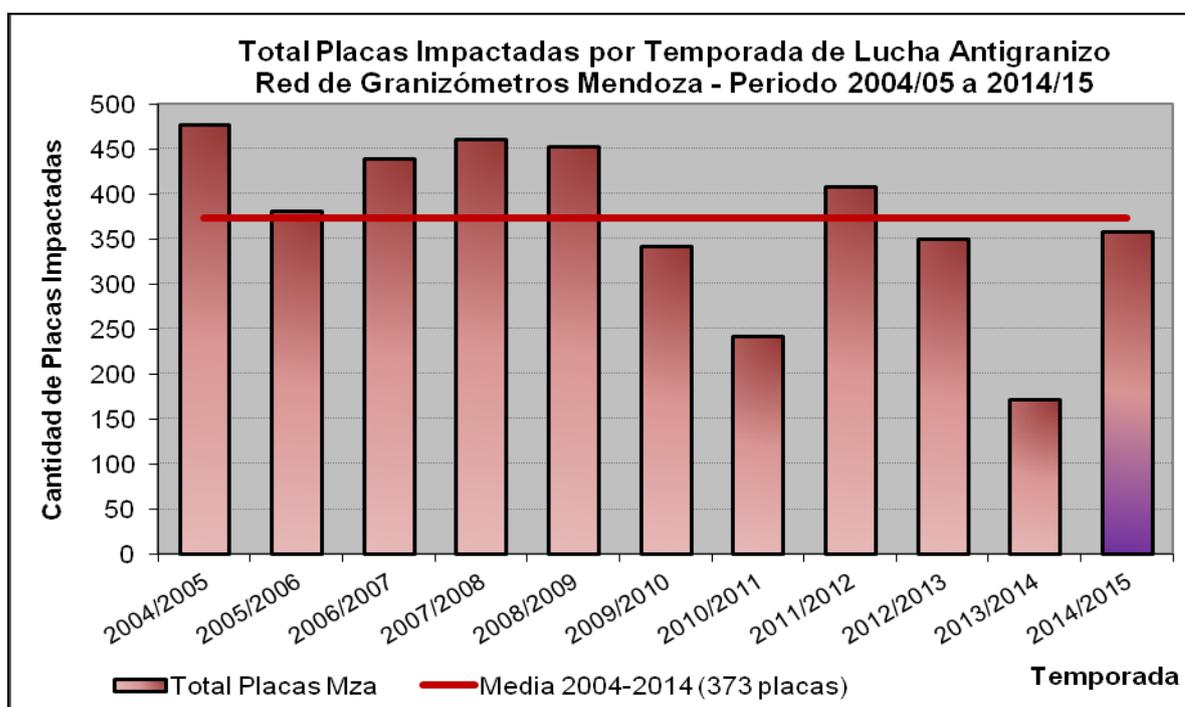


Gráfico N° 9

5. 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, siendo estas muestras 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 del catión plata** en precipitaciones provenientes de nubes sembradas, tanto por los Aviones como por los 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. Además, como en la temporada pasada, se tomaron muestras junto a un Generador de Superficie.

Resumen Provincial de la Temporada 2014- 2015

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 7 metros y 14 metros al Oeste, y 2 ubicados a 7 metros y 14 metros al Este del mismo.

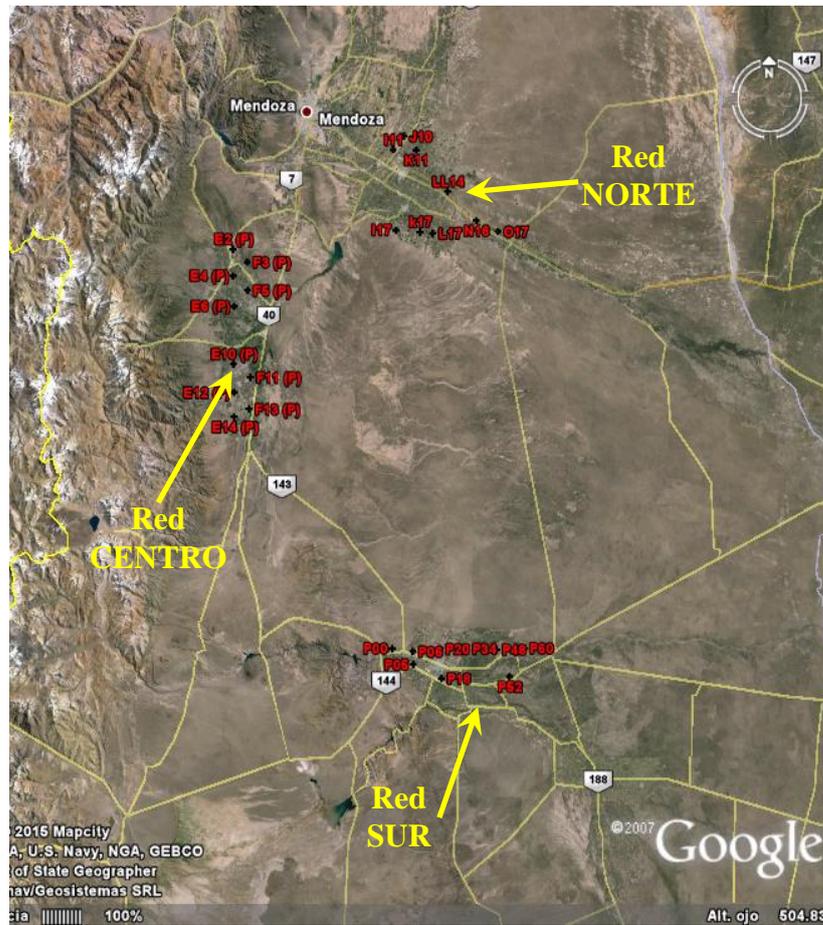


Fig. N° 11 Red Provincial de Pluviómetros.

3. Se obtuvieron en **total 47 muestras de agua de lluvia** precipitada desde células de tormenta sembradas con Agl.

4. Se recolectaron además, un **total de 37 muestras de tierra** tomadas junto a cada pluviómetro.

OASIS NORTE / ESTE: Se recolectaron 9 muestras de agua de lluvia y 9 muestras de tierra correspondientes a 3 tormentas desde el 23/11/14 al 17/02/15.

OASIS CENTRO: Se recogieron 16 muestras de agua de lluvia (10 muestras cercanas a Generadores), y 6 muestras de tierra pertenecientes a 4 tormentas desde el 20/11/14 al 17/02/15.

OASIS SUR: Se tomaron 22 muestras de agua de lluvia y 22 muestras de tierra, que corresponden a 12 tormentas desde el 10/11/14 al 12/03/15.

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.

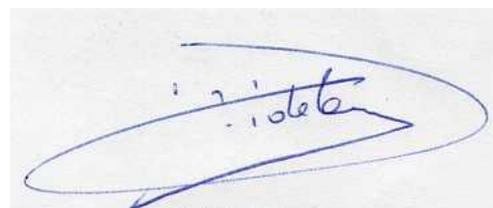
Las muestras de Agua son analizadas siguiendo el Protocolo SM 3500 Ag-3113 B (Método Espectrométrico de Absorción Atómica electrónica). "SM": Métodos Normalizados para Análisis de Aguas Potables y Residuales, preparados y publicados conjuntamente por American Health Association, American Water Works Association y Water Pollution Control Federation, 17º 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
Supervisor Operaciones LAG
CO-LAG Tunuyán



Téc. Hugo Videla
Supervisor Operaciones LAG
CO-LAG Tunuyán