



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 2014

PRÓLOGO

INFORME FINAL DE LUCHA ANTIGRANIZO

Temporada 2013-2014

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 2013, y finalizó el 30 de Abril del 2014.

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 2013/2014.

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:

- Téc. Hugo Videla (Jefe Centro de Operaciones Tunuyán)
- Prof. Marcelo Peña (Coordinador Datos Estadísticos Centro de Operaciones)

1. Centro de Operaciones:

El Centro de Operaciones de Lucha Antigranizo es la estación de mando hacia donde convergen los datos de los 3 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.

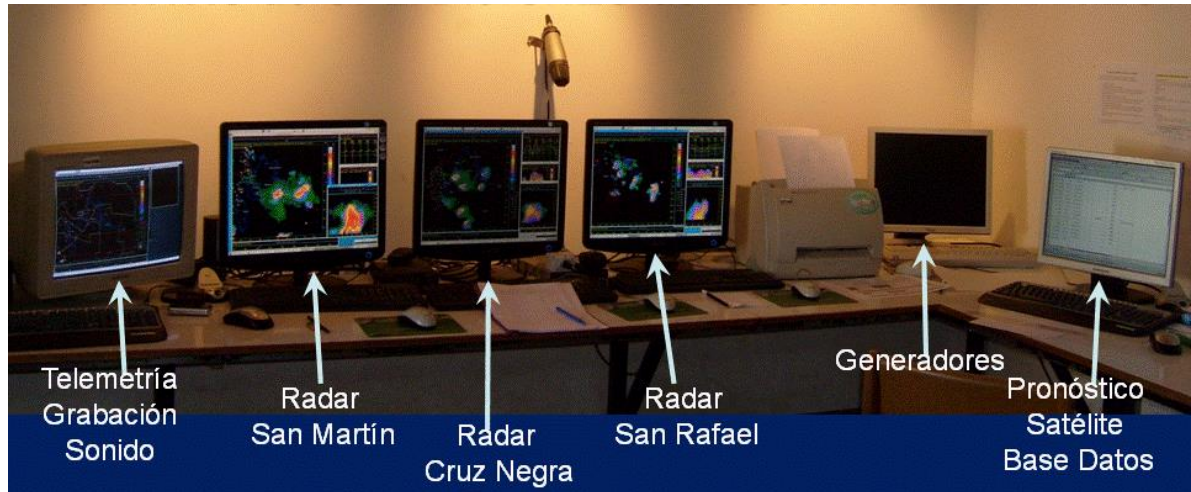


Fig. Nº 1 Centro de Operaciones de Lucha Antigranizo

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, se realizan las 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 Muestras de 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, se confeccionan los mapas de daños a cultivos, y se efectúan los Estudios Estadísticos generales y específicos teniendo como base la observación de tormentas por Radares Meteorológico y software TITAN.

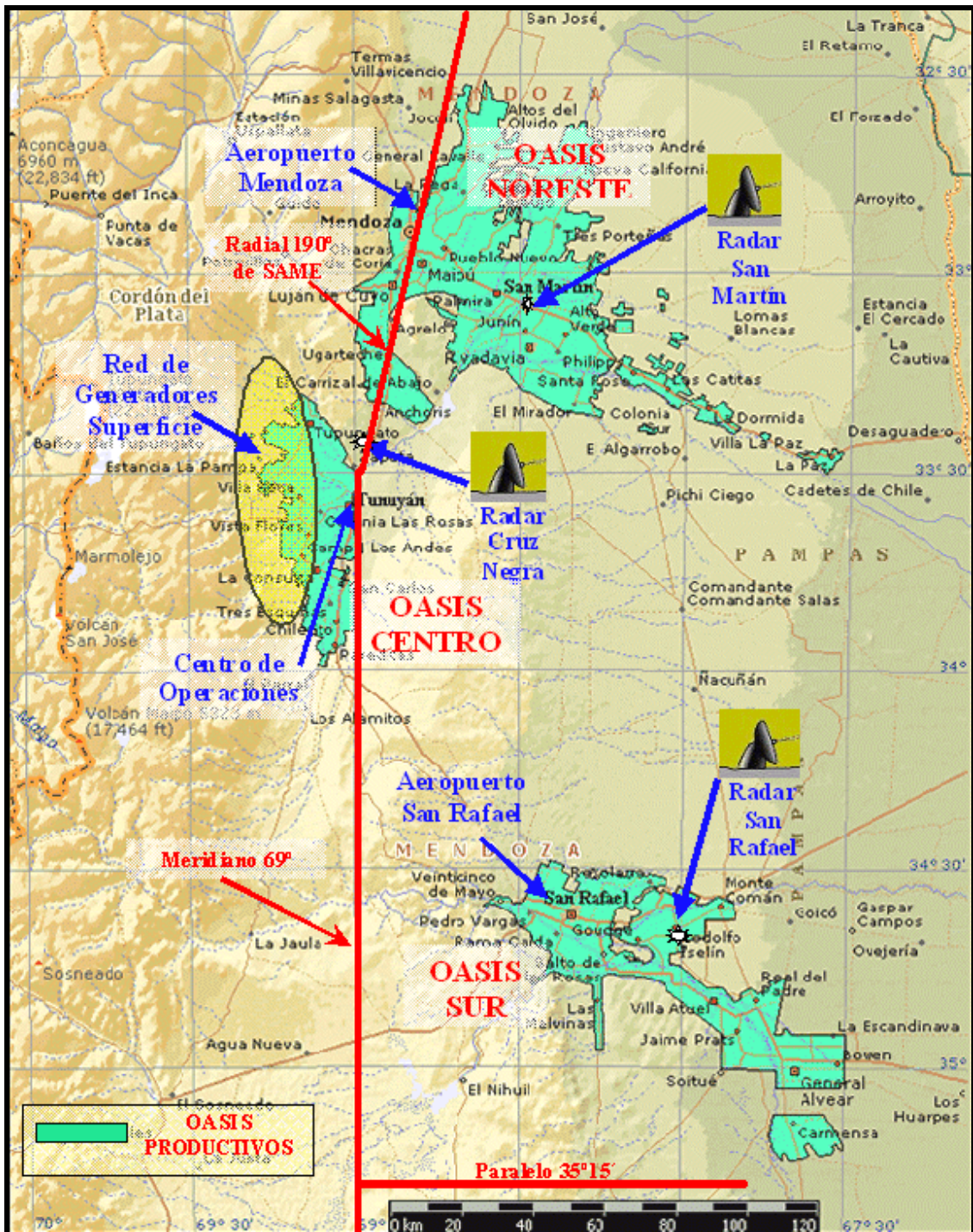


Fig. N° 2 Distribución del Sistema de Lucha Antigranizo

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; y un "Manual de Operaciones Aéreas del Explotador".

2. Red de Radares:

La detección de células de tormenta se realiza a través de Radares Meteorológicos que 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 que lleva adelante el Gobierno Provincial.

La Red de Radares está compuesta por un radar de Banda "C" Enterprise, situado en la Cruz Negra, departamento de Tupungato, y dos Radares de doble longitud de onda MRL-5 (Banda "S" y Banda "X"), ubicados en los departamentos de San Martín y de San Rafael.



Radar de San Martín

Radar de Cruz Negra

Radar de San Rafael

Fig. N° 3 Radares Meteorológicos.

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 los tres 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 fueron calibrados antes del inicio de la Campaña (en Setiembre de 2013), y recalibrados periódicamente por los Ingenieros y Técnicos en radar.

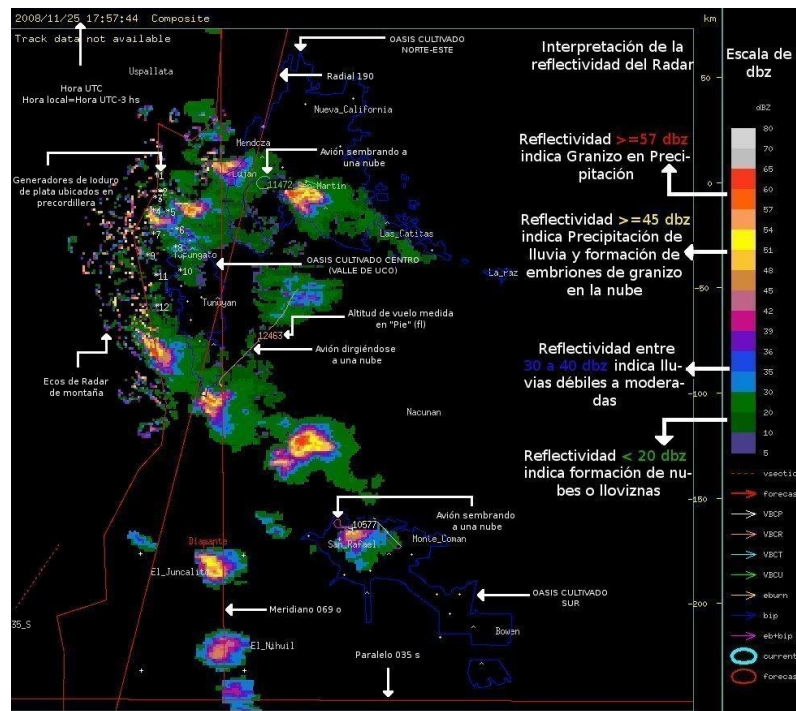


Fig. N° 4 Imagen Radar Generada por el Programa TITAN.

Se debe manifestar que el Radar de Banda “C” (instalado en Cruz Negra), estuvo fuera de servicio durante la temporada 2013/14, por problemas de funcionamiento del transmisor y receptor del mismo, este inconveniente se está resolviendo actualmente con el trabajo de mantenimiento que efectúan los Ingenieros de Radar. Debido a esto, el Canal I (Banda “X”) del Radar de San Martín fue fundamental para reemplazar este faltante, sobre todo en el inicio de la convección y en el posterior guiado de los aviones.

A continuación, se muestra la tabla y gráfico de las horas de funcionamiento mensual de cada Radar Meteorológico, referidos al período operativo comprendido entre el 1 de Octubre de 2013 al 30 de Abril de 2014.

Horas de Funcionamiento de Radares Campaña 2013-2014								
RADAR	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Horas
San Martin Banda X	521	427	408	554	493	434	319	3156
San Martin Banda S	530	497	461	552	515	421	379	3356
San Rafael Banda S	410	392	494	300	447	402	256	2702

Tabla N°1

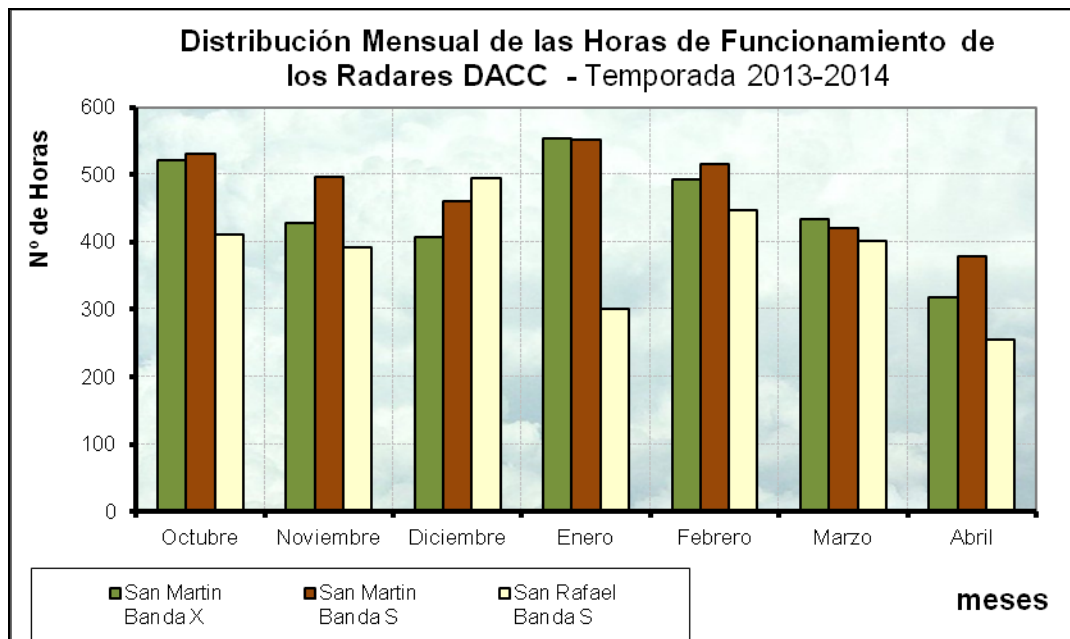


Gráfico Nº 1

Los Grupos Electrónicos del Radar de San Martín y San Rafael funcionaron durante 119hs y 56hs respectivamente.

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 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.

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 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 2013 y el 30 de Abril de 2014, se registraron 120 días con tormentas en la Provincia. Este número es un 10% superior al promedio histórico, que es de 109 días.

Número de días con Tormenta en la Provincia de Mendoza - Temporada 2013/14								
Mes	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
Nº de Días	19	15	24	22	18	15	7	120

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 2013/14								
Mes	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
Nº de Células	557	312	1572	779	894	630	358	5102

Tabla Nº3

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

Las horas de observación de células, 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 2013/14								
Mes	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
Nº de Horas	180	175	354	199	215	175	78	1376

Tabla N°4

El total de horas de observación de células de tormentas de la última temporada, nos muestra solo un 6% por encima al promedio histórico.

- Número de 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, produjeron 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 2013/14								
Mes	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
Nº de Días	12	5	23	12	16	11	4	83

Tabla N°5

En la temporada terminada, se registraron 83 días con tormentas severas. Si relacionamos este número con las 15 temporadas anteriores, se desprende que ha sido un 8% superior que el promedio histórico, el cual es de 77 días.

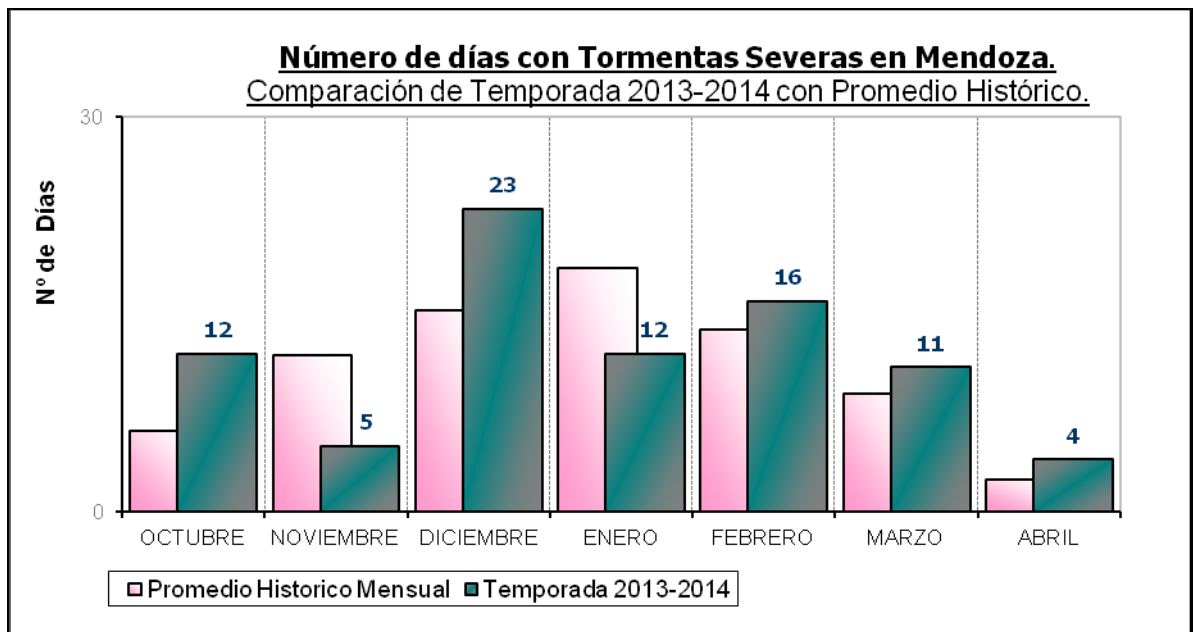


Gráfico N° 2

- 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.

Número de días con Tormentas Severas en Áreas Cultivadas - Temporada 2013/14								
Mes	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
Nº de Días	8	3	16	4	8	6	2	47

Tabla N°6

El número total de días con tormentas severas en áreas cultivadas fue de 47 días en la temporada 13/14, resultó ser un 8% inferior al promedio histórico, que es de 51 días.

- 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 2013/14								
Mes	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
Nº de Células	28	22	80	13	38	15	12	208

Tabla Nº7

- Operaciones Aéreas de Lucha Antigranizo en Mendoza:

La primera operación aérea de siembra de nubes se efectuó el día viernes 02 de Octubre de 2013, mientras que la última operación de siembra fue realizada el lunes 07 de Abril de 2014.

- 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, se debe manifestar que el total de 74 días en esta temporada, representa el mínimo de los últimos años, con un número 13% inferior al valor medio que es de 85 días.

Número de días con Siembra/Patrulla de Nubes - Temporada 2013/14								
Mes	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
Nº de Días	13	9	20	11	8	11	2	74

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 17 minutos por cada vuelo efectuado.

Hay que resaltar que tanto el Número de Vuelos como las Horas Voladas representan un mínimo de la serie de las últimas 9 temporadas, estando un 27% y 30% respectivamente por debajo del promedio histórico.

Número de Vuelos y Horas de Vuelo de LAG - Temporada 2013/14								
Mes	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
Nº de Vuelos	35	25	64	28	29	28	5	214
Horas de Vuelos	95	55	148	64	59	56	12	489

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°3 nos muestra la distribución porcentual del total de horas de vuelo.

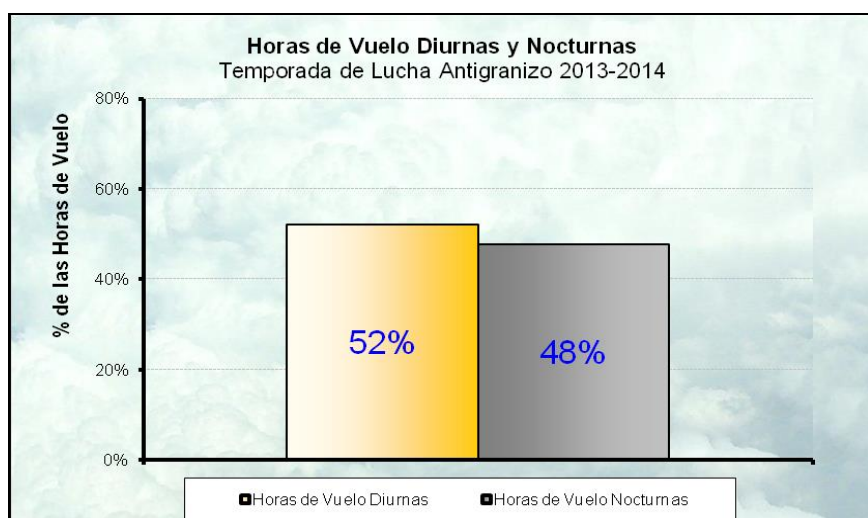


Gráfico Nº 3

- **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 Nº10, revela la distribución mensual de unidades de bengalas y cartuchos consumidos.

Pirotecnia Utilizada en Siembra de Nubes con Aviones - Temporada 2013/14								
Mes	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
Bengalas	1363	559	1038	711	671	427	166	4935
Cartuchos	894	563	2395	1156	222	415	210	5855

Tabla Nº10

De igual forma, la Tabla Nº11 indica el consumo de material de siembra, expresado en Kilogramos de Ioduro de Plata.

Kilogramos de Ioduro de Plata Utilizados - Temporada 2013/14								
Mes	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
Kg Agl	23,3	10,2	23,2	14,4	10,8	7,7	3,2	92,8

Tabla N°11

- 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 N° 12, presenta la distribución mensual de las mismas en la temporada 13/14.

Número de Células Sembradas por Aviones LAG - Temporada 2013/14								
Mes	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Temporada
N° de Células	88	43	124	63	54	43	12	427

Tabla N°12

Obteniendo el cociente entre el consumo de Agl y las células sembradas en la temporada 13/14, llegamos a la conclusión que el consumo promedio por célula trabajada en esta temporada, fue de **217 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 8 %** de las células Observadas, fueron seleccionadas como objeto de siembra. Este porcentaje es inferior al promedio histórico de las últimas temporadas, que es del 11%.

*“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, no interviniendo con siembra sobre el resto de las células, las cuales continúan con su desarrollo natural”.*

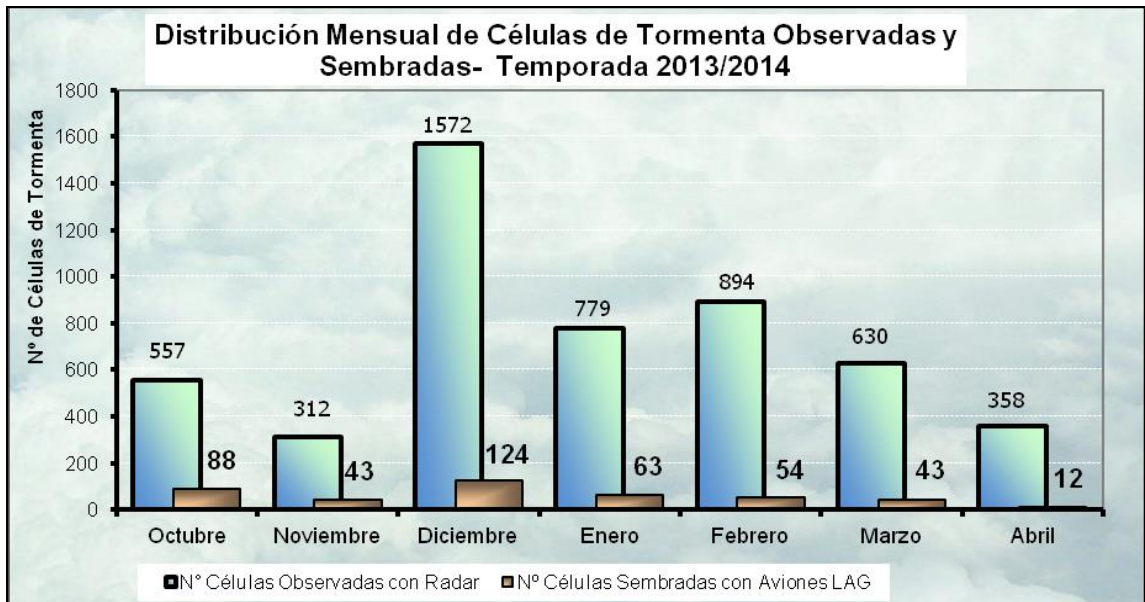


Gráfico N° 4

- Operaciones de Lucha Antigranizo con Generadores de Superficie:

El Generador de Superficie de núcleos de Agl 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% 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 2013-14 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 2013 al 30 de Abril de 2014. En este lapso de tiempo, los Generadores de Superficie se encendieron en 87 días convectivos, acumulando 612 horas de siembra, dispersando y emitiendo los núcleos de congelación a base de una disolución cetónica de Ioduro de Plata (AgI).

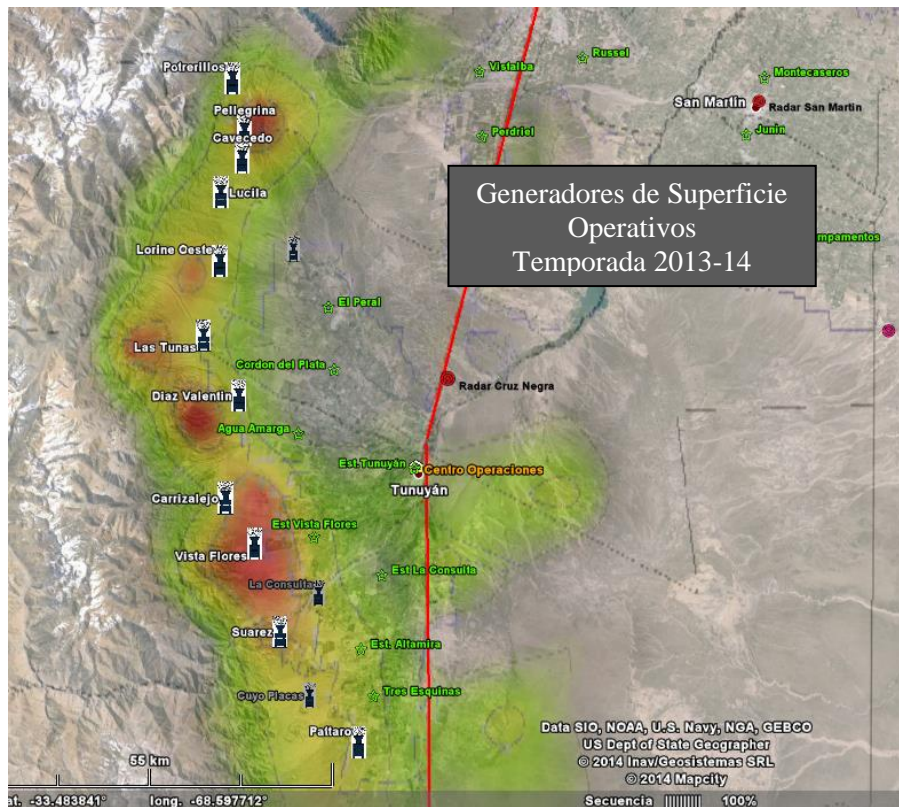


Fig. N° 6 Distribución de la Red de Generadores de Superficie.
Con respecto a Zonas de Génesis de Tormentas y Red de Estaciones Automáticas

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 2013-2014.

Mes	Nº de días con Encendido de Quemadores	Tiempo con Quemado o Siembra (horas)	Kg de Agl utilizados
Octubre	12	91	6,2
Noviembre	10	68	4,4
Diciembre	22	176	10,7
Enero	14	79	6,4
Febrero	14	108	7,4
Marzo	11	64	5,8
Abril	4	25	1,9
Totales	87	612	42,9

Tabla N°13

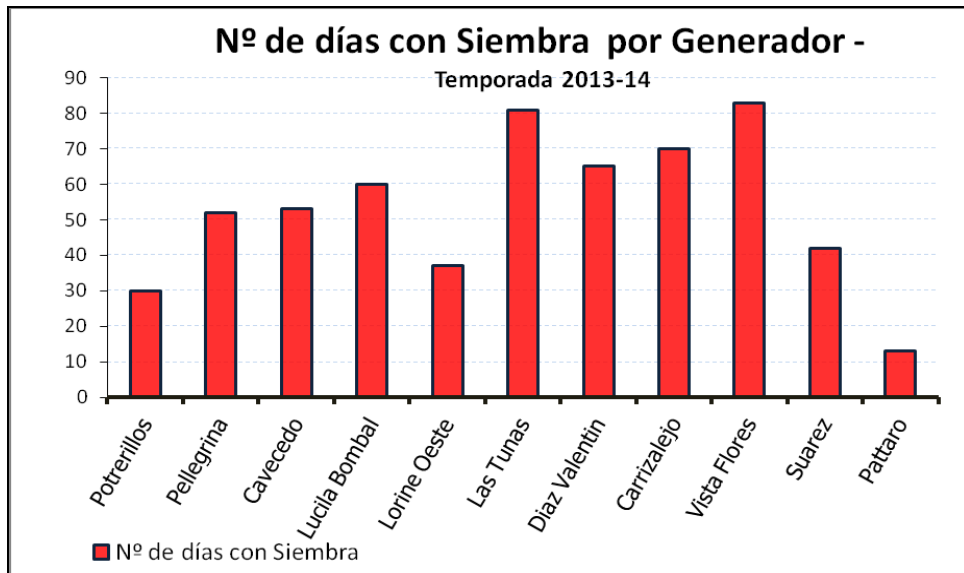


Gráfico Nº 5

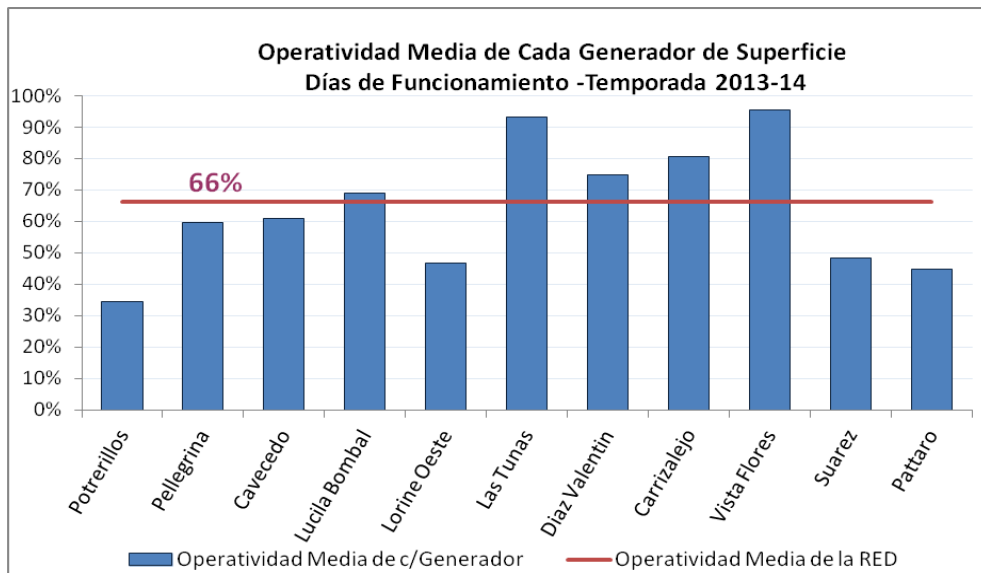


Gráfico Nº 6

- Mangas de Precipitación de Granizo

Se confeccionaron 70 Mangas o Caminos de Precipitación de Granizo a través del Software TITAN en toda la provincia de Mendoza, distribuidas de la siguiente manera: 24 de Zona Norte-Este, 14 de Zona Centro, y 32 de Zona Sur; correspondientes a 47 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.

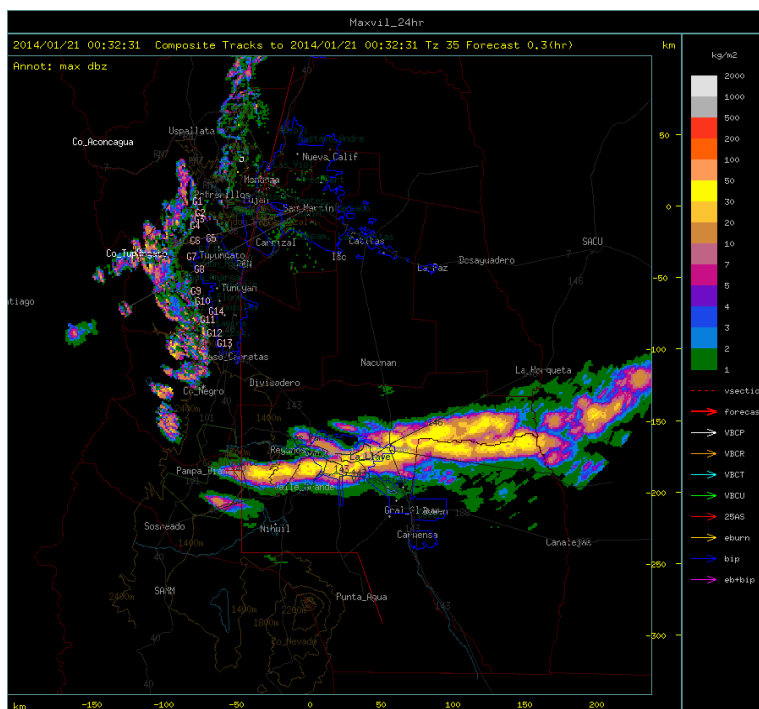


Fig. N° 7 Pista de Precipitación – Máximo VIL –Generada por TITAN

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 m^2 , 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 2013- 2014

1. Se mantuvieron operativos 400 Granizómetros en toda la provincia.
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.
2. En total ocurrieron 47 días con tormentas en áreas cubiertas por la red de granizómetros, desde el 08/10/13 al 07/04/14.
3. 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 383 granizómetros.
4. En esta Temporada fueron impactadas **172 placas** en toda la provincia. El detalle por Oasis es el siguiente:

OASIS NORTE / ESTE: Desde el 14/10/13 al 12/02/14, en 15 días con tormentas se sugirió recorrer 115 granizómetros, de acuerdo a las mangas logística, en dbz y de máximo Vil que indicó el Sistema TITAN. De éstos, solo **50 placas** resultaron con impactos de granizo.

OASIS CENTRO: Desde el 16/10/13 al 14/03/14, en 10 días con tormentas se dispuso recorrer 75 granizómetros, de acuerdo a las mangas logística, en dbz y manga de máximo Vil que presentó el Sistema TITAN. De éstos, solo **15 placas** registraron impactos de granizo.

OASIS SUR: Desde el 08/10/13 al 07/04/14, en 23 días con tormentas se dispuso recorrer 193 granizómetros, de acuerdo a las mangas logística, en dbz y manga de máximo Vil que proporcionó el Sistema TITAN. De éstos, solo **107 placas** registraron impactos de granizo.

RED TESTIGO ÑACUÑÁN: En esta Temporada 2.013/14, no se ordenó recorrer los granizómetros instalados en Ñacuñan, por no pasar sobre ellos células con precipitación de granizo, según las mangas logística, en dbz y manga de máximo Vil que proporcionó el Sistema TITAN.

El Gráfico N°7 muestra la distribución del total de Placas Impactadas por Temporada de Lucha Antigranizo, desde que se puso en funcionamiento la Red de Granizómetros en octubre de 2004. Sobresale en esta serie de 10 años la temporada 2013/14, por representar un mínimo muy por debajo del valor medio histórico. Este dato se correlaciona con el bajo número de hectáreas dañadas por granizo.

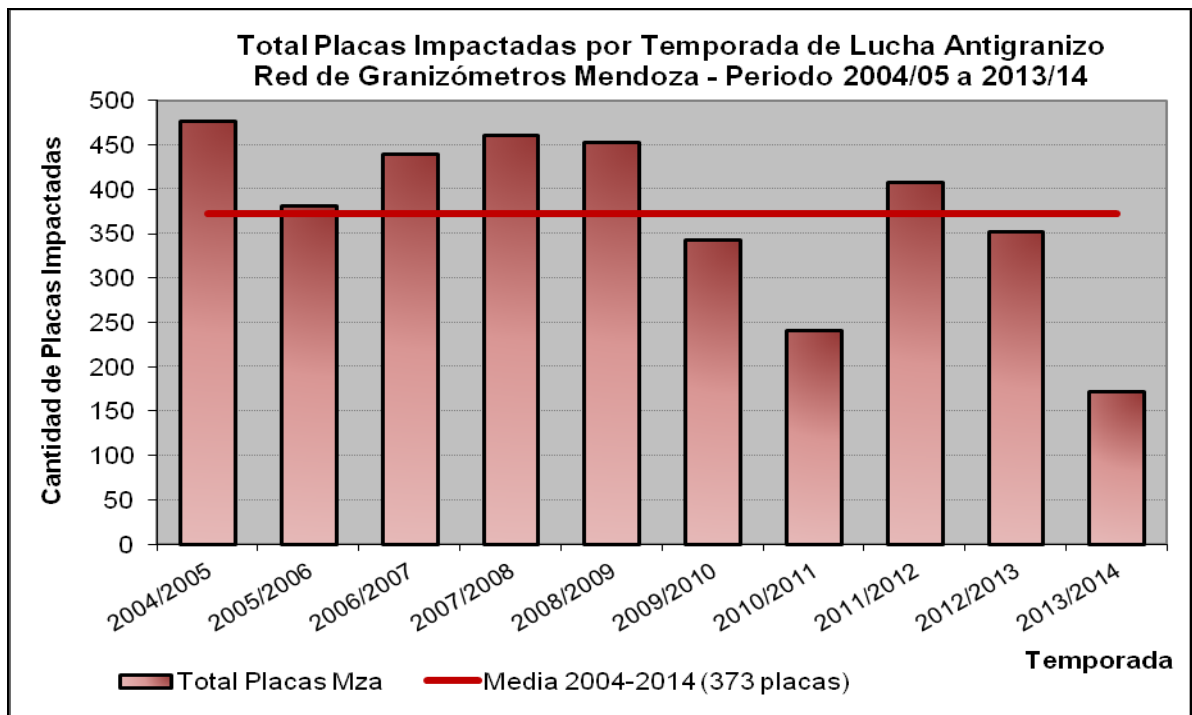


Gráfico N° 7

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 de plata** en precipitaciones provenientes de nubes sembradas, tanto por los Aviones como por los Generadores de Superficie.



Fig. N° 9 Pluviómetro.

En esta Temporada 13/14, 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 2013- 2014

1. Se mantuvieron operativos 28 pluviómetros en toda la provincia.
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.
3. Se obtuvieron en **total 60 muestras de agua de lluvia** precipitada desde células de tormenta sembradas con AgI.
4. Se recolectaron además, un **total de 36 muestras de tierra** tomadas junto a cada pluviómetro.

OASIS NORTE / ESTE: Se recolectaron 10 muestras de agua de lluvia y 10 muestras de tierra correspondientes a 4 tormentas desde el 07/12/13 al 17/01/14.

OASIS CENTRO: Se recogieron 29 muestras de agua de lluvia (8 muestras cercanas a Generadores), y 5 muestras de tierra pertenecientes a 4 tormentas desde el 24/11/13 al 14/03/14.

OASIS SUR: Se tomaron 21 muestras de agua de lluvia y 21 muestras de tierra, que corresponden a 4 tormentas desde el 23/11/13 al 20/01/14.

Al concluir este Informe Final del Departamento Centro Operaciones LAG, las Muestras de Agua y Tierra recolectadas en la Temporada 13/14, 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

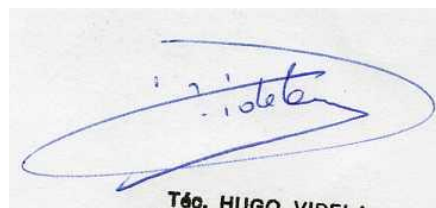
Federation, 17^º Edición. Las muestras de suelos y vegetales son analizadas siguiendo el Protocolo del SW-846-Method 7760, Método Espectrométrico de Absorción Atómica, usando un lixiviado obtenido de acuerdo al Método 3050B: Digestión Ácida de sedimentos, barros y suelos correspondiente a la misma bibliografía (SW-846).

Los resultados de las Temporadas 2004/05, 2005/06, 2006/07, 2007/08, 2008/09, 2009/10, 2010/11, 2011/12 y 2012/13 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
Operador Radar
Centro Operaciones Tunuyán



Téo. HUGO VIDELA
JEFE CENTRO OPERACIONES
DIRECCION DE AGRICULTURA Y
CONTINGENCIAS CLIMATICAS