



ANTONIO MESTRE BARCELÓ en la ponencia *Agrometeorología*, del seminario con el título *Gestión de Riesgos Agrarios y Ambientales*, el 25 de junio de 2013 (MAGRAMA, https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/MESTRE_tcm30-101746.JPG).

Es difícil escribir sobre ANTONIO MESTRE, ya desde el recuerdo, porque cuesta creer que una persona con la que tanto se ha compartido, se haya ido así, de pronto, como del rayo. Que no quede ya la posibilidad de volver a cambiar impresiones, consultarle algo, o simplemente disfrutar de su charla siempre sensata, siempre relajada y cercana. Antonio, oficialmente jefe del Área de Climatología y Aplicaciones de AEMET, era mucho más que eso. Tras su sólida formación como ingeniero y meteorólogo, centró su actividad en la climatología operativa y en las aplicaciones hidrológicas, agrícolas y ambientales. Llegó a ser un gran experto en todo ello y su contribución era siempre esperada y valorada en distintos foros nacionales e internacionales. Esa sólida formación a la que antes me refería, junto con su pasión por la atmósfera y su interacción con el medio natural, le convertía en un experto «todoterreno» que transitaba con toda facilidad de la climatología a la predicción en uno u otro sentido y, desde ahí, a las distintas aplicaciones. A ello se unía su gran capacidad para retener y recordar todo tipo de efemérides y récords meteorológicos, algo que le convertía en el interlocutor necesario ante la predicción de cualquier fenómeno adverso o en el análisis global posterior a su ocurrencia e impactos. Además Antonio sabía comunicar bien. Tenía la habilidad de proporcionar muchos datos de interés en un marco de objetividad y de sencillez. Se le entendía perfectamente por muy complejo que fuera lo que explicara, y por eso se hizo también muy querido -y muy buscado- por periodistas y comunicadores meteorológicos. Por todo ello se convirtió también en un protagonista insustituible en las ruedas de prensa trimestrales de AEMET y en las que tenerle al lado era un seguro de tranquilidad: no habría pregunta sobre climatología que Antonio no supiera responder con toda concisión y sencillez. Muchas veces yo le comentaba que, ni profesionales ni aficionados, podíamos quedarnos sin sus amplísimos conocimientos, y que tenía que regalarnos un libro donde se recogieran. Le decía: «Antonio, llevas el clima de España en tu cabeza y nos lo tienes que contar como tú sabes». Me miraba con una expresión entre incrédula y sorprendida, como si no fuera consciente de lo sumamente valiosa que podía ser su aportación. Después me contestaba que, bueno, que a lo mejor cuando se jubilara. Ahora ya no será posible. Era ante todo una persona sencilla, sensata y profundamente servicial. Siempre estaba disponible para cualquier requerimiento. De ahí su magnífica trayectoria en la Asociación Meteorológica Española (AME), sus numerosas colaboraciones en publicaciones como *Tiempo y Clima*, *El Observador* o *Ambienta*, por citar sólo algunas, y tantas y tantas participaciones en reuniones y congresos. En todas ellas la presencia de Antonio siempre aseguraba rigurosidad, amenidad... y aplicación práctica. Eternamente gracias, compañero.

ÁNGEL RIVERA - Reseña aparecida en *El Observador* N° 104, Marzo - Abril 2016



Agrometeorología

F

DOI: [10.31978/014-18-009-X.F](https://doi.org/10.31978/014-18-009-X.F)

ANTONIO MESTRE BARCELÓ †

Área de Climatología y Aplicaciones Operativas, *Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)*

Recuerdo con cariño tantas y tantas charlas que mantuve con él -incluso tras mi jubilación- sobre muy diversos temas, y muy en concreto sobre predicción probabilística. Su profunda formación estadística me ayudaba a comprender e interpretar mejor los productos provenientes de los modelos “ensemble”. Pero eso, o la valoración de la situación meteorológica de cada día, era el comienzo de una conversación realmente agradable e instructiva que acababa derivando hacia las singularidades del clima de España o hacia las señales o efectos del cambio climático.

<http://eneltiempo-angelrivera.blogspot.com/2016/02/se-nos-fue-antonio-mestre.html> – ÁNGEL RIVERA, sobre ANTONIO

Dentro del ciclo de Seminarios de Análisis y Prospectiva que organizó la Subdirección General de Análisis, Prospectiva y Coordinación, Subsecretaría, del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), se celebró el 25 de junio de 2013 un seminario con el título *Gestión de Riesgos Agrarios y Ambientales*, donde Antonio Mestre ofreció la ponencia *Agrometeorología* [3], cerrando así la Mesa temática número 2 *Riesgos en la producción agraria*. Reproducimos aquí íntegramente el contenido de dicha ponencia, acompañado por una selección de las figuras mostradas en la misma. La importancia de los **sistema(s) de predicción por conjuntos (SPC)** y la predicción probabilista queda patente en esta excelente exposición de la meteorología y la climatología aplicadas a la gestión de riesgos en el sector agrícola. Puede observarse cómo se asigna el carácter probabilista al medio plazo y determinista al corto, punto de vista que hoy en día se ha trascendido y tenemos funcionando **SPC** de corto plazo (ver cap. 22 en la página 333). Para preservar la integridad del original, se ha reproducido la transcripción del mismo, disponible en el enlace https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/seminarios-de-analisis-y-prospectiva/Antonio_Mestre.aspx, retocando apenas algún término, por lo que el estilo es suelto, propio de una ponencia oral.

Palabras clave: meteorología agrícola, predicción probabilista aplicada a la meteorología agrícola.

Imagen parte superior: *cumulonimbus mamma*. Villaseca de Uceda (Guadalajara), hacia el sur, 25 de junio de 2006, a las 20:57. Fotografía de JOSÉ ANTONIO QUIRANTES CALVO.

F.1 Ponencia sobre *agrometeorología*

F.1.1 Introducción

Buenos días a todos, muchas gracias a JOSÉ MARÍA y a todos los organizadores por invitarnos a participar en este seminario.

Sin duda, el clima y la meteorología son factores esenciales en relación con los riesgos del sector agrario. He puesto alguna de las principales adversidades climatológicas, y encima de ellas alguna referencia a la escala temporal y espacial. Este es un tema relevante en relación con la predicción de estas adversidades. El granizo, por ejemplo, tiene una escala espaciotemporal muy breve, no hay ningún método de predicción eficaz más allá de una vigilancia meteorológica en el muy corto plazo el *nowcasting* (media/una hora). Si se trata de temperaturas demasiado altas o bajas, heladas o precipitación excesiva, fuertes vientos potencialmente dañinos para el sector, y generadores de pérdidas, hablamos ya de una escala temporal corta-media, unos cuantos días. Este es el dominio de aplicación de los modelos clásicos de predicción del tiempo deterministas. Si nosotros integramos las ecuaciones de la dinámica atmosférica, tenemos predicciones de unos cuantos días. Más allá del cuarto-quinto día se empieza a abrir un abanico de incertidumbre que cada vez es más amplio. Y este es el dominio de aplicación de los modelos de medio plazo, de tipo probabilista.

La *probabilidad* es algo muchas veces, para el usuario final, difícil de digerir, sobre todo cuando decimos que la probabilidad de un evento es del 50 %. Pero la información que transmite la predicción probabilista es más rica que la determinista porque permite al usuario de este producto seleccionar su propio umbral de probabilidad para adoptar una medida, por ejemplo, de tipo preventivo. Permite seleccionar ese umbral en función de la relación entre el coste de prevención y el daño evitado, y eso es algo que no da la predicción, ya hecha, determinista categorizada, pues se le hurta al usuario esa posibilidad. Luego todo tiene sus pros y contras. Hay otro tipo de adversidades, como la sequía, en las que entramos en el dominio de la predicción estacional. En el corto-medio plazo tenemos los

modelos de predicción meteorológica. Estos modelos, que he comentado antes, parten de unas condiciones observadas e integran las ecuaciones atmosféricas, que se pueden resolver explícitamente¹ o se pueden aproximar.

F.1.2 Modelos de predicción meteorológica

Voy a presentar algunas de las características principales de los modelos de predicción meteorológica que manejamos en la AEMET (Tabla F.1). Desde los modelos de centro europeo², HIRLAM, que tiene una escala de 16 km y un alcance de 10 días. Estamos hablando de modelos de una escala que pueden llegar a 5 km pero se quedan en 36 horas, modelos de muy corto plazo. El HARMONIE es un modelo que esta todavía en fase experimental, que tiene 2,5 km de resolución, pero que cubre 36 horas. Si lo que queremos son predicciones de detalle, escapa por debajo de nuestras escalas. Mas allá están los modelos probabilistas, EPS³ que a 32 km de resolución llega hasta 15 días.

Modelo	Resolución Espacial y temporal	Actualización	Alcance temporal
CEPPM (Global)	16 Km. 3-6 horas	Cada 12 horas	10 días
HIRLAM 0,16	16 Km. 3-6 horas	Cada 6 horas	3 días
HIRLAM 0, 05	5 Km. 1 hora	Cada 6 horas	36 horas
HARMONIE	2,5 Km. 1 hora	Cada 6 horas	36 horas

Modelo	Resolución Espacial	Actualización	Alcance temporal
EPS (Global)	32 Km. 51 miembros	Cada 12 horas	15 días
SREPS	25 Km. 20 miembros	Cada 6 horas	3 días
GLAMEPS	5 Km. 54 miembros	Cada 6 horas	54 horas

Figura F.1: Características de los principales modelos (arriba) y SPC (abajo) utilizados en Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

¹ en realidad en muy pocos casos pueden resolverse explícitamente (nota del editor)

² que en aquella época funcionaban a resoluciones o escalas más grandes (nota del editor)

³ en este libro denominado ECENS (nota del editor)

La predicción de los riesgos meteorológicos para los cultivos

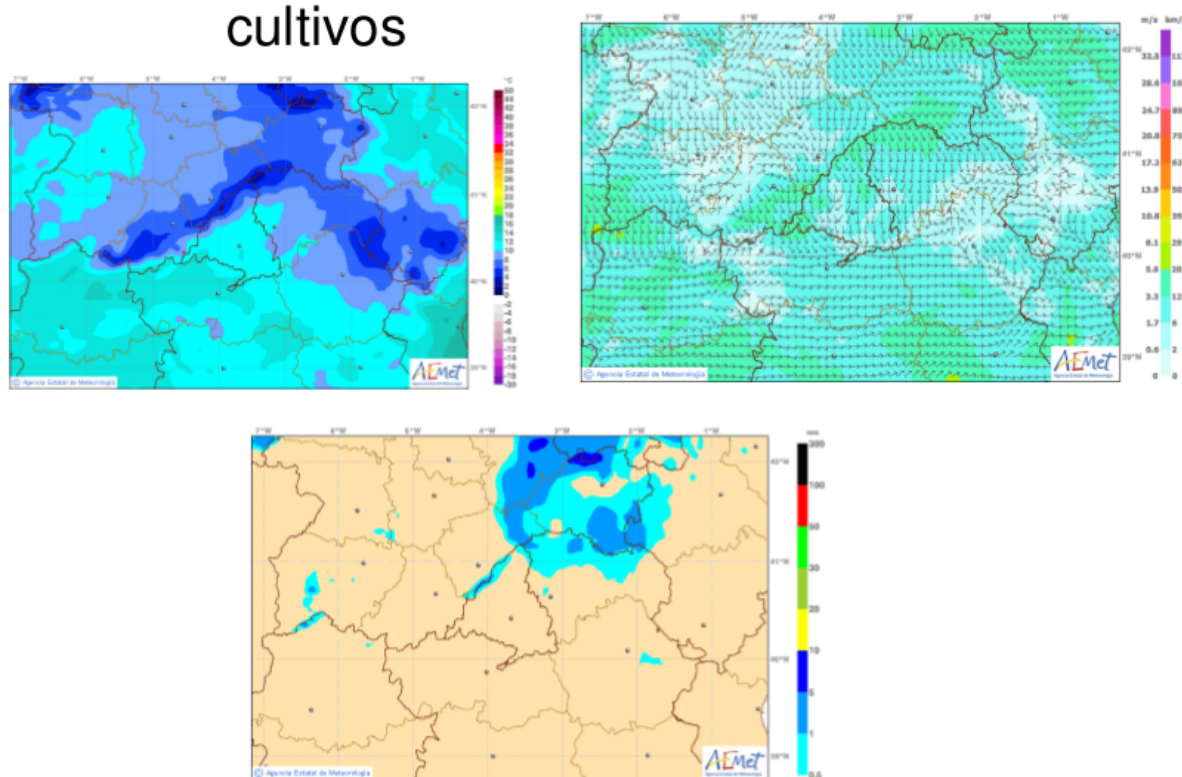


Figura F.2: Para la predicción de riesgos meteorológicos para los cultivos, se dispone de diferentes herramientas, algunas de ellas en forma de mapa con la salida de algún modelo, en este caso HIRLAM a 5 km de resolución. Arriba a la izquierda: temperaturas mínimas previstas, uno de los ingredientes necesarios para la previsión de heladas. Arriba a la derecha, dirección e intensidad del viento medio, importante también, entre otros propósitos, para las heladas. Abajo, precipitación acumulada.

Esto son algunos ejemplos de salidas del modelo (Figura F.2), uno de temperaturas, otro de viento y otro de precipitación, de hace unos cuantos días. Y este es el modelo operativo en la AEMET de más alta resolución que tiene unos 5 km de resolución. Para el granizo por ejemplo, si vamos a riesgos de tan pequeña escala tenemos que ir a la vigilancia meteorológica. Tenemos productos experimentales de vigilancia meteorológica, de predicción de descargas. Son herramientas más orientadas como herramientas internas de vigilancia para predictores, a partir de un algoritmo que combina la inestabilidad atmosférica con otros factores, etc. Empieza a haber algunos productos experimentales en AEMET en relación con la predicción a muy corto plazo. Hay que tener en cuenta que un modelo como éste da una posibilidad de 10 - 15 %, será una cuestión a tener en cuenta, si lo comparamos con la propiedad climática de ocurrencia de granizo que es muy pequeña.

F.1.3 Escala estacional

Si vamos a la escala estacional, es un tema importante para muchas de las adversidades agroclimáticas, en particular para la sequía. Lo único, que nos puede dar un valor medio para un conjunto de tres meses respecto del clima, una predicción probabilista de la anomalía del comportamiento medio de la atmósfera en los próximos meses. Nos permite saber si esa anomalía se ha centrado en un periodo o en otro. Por consiguiente, es una predicción afectada por una gran *incertidumbre*. Por otra parte, hay que considerar cuál es la fuente de destreza (destreza, habilidad o *skill*, ver sec. 15.2.4 en la página 212) de este tipo de predicciones, por ejemplo, si estamos en *niño* o en *niña* (ver sec. 29.2.1 en la página 484), el estado de la oscilación austral, la temperatura de superficie del agua del mar, etc.

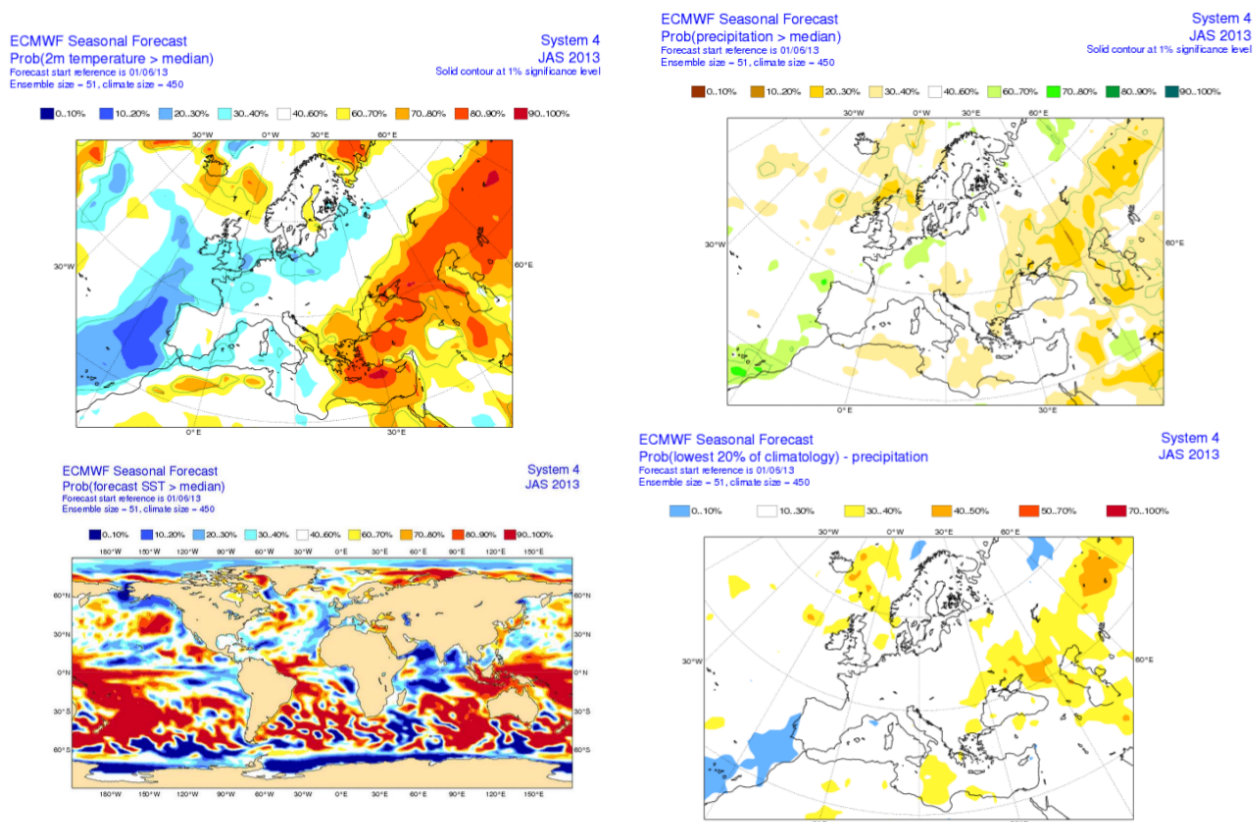


Figura F.3: Algunas herramientas propias de la predicción estacional, basadas en el System 4 del *European Centre for Medium-range Weather Forecasts -Centro Europeo de Predicción a Plazo Medio- (ECMWF)* (ver caps. 28.3.1 en la página 464 y 19 en la página 289). Arriba a la izquierda: probabilidad de que la temperatura exceda el valor de la mediana climatológica en el trimestre JAS 2013. Arriba a la derecha: lo mismo pero con la precipitación. Abajo a la izquierda: el mismo caso, pero con la temperatura de la superficie del mar. Abajo a la derecha: probabilidad de que la precipitación prevista caiga por debajo del cuartil más bajo (20%) de la climatología.

Este tipo de variables del sistema climático, que no son variables atmosféricas sino que son variables de retroalimentación entre los distintos componentes del sistema climático, son las que nos permiten esperar algún tipo de destreza en estas predicciones. Las predicciones tienen bastante destreza en regiones tropicales; lamentablemente, en regiones templadas, dominadas por la circulación general de la atmósfera en paso corto, no se pueden esperar de momento grandes cosas, aunque tiene ciertas *ventanas de oportunidad*; por ejemplo, en las temperaturas del verano del sur de Europa, la destreza de estas predicciones es algo mayor que en otras épocas del año y para otras variables. Además, esta información se debe suministrar en forma probabilista y esto es un problema. En el cuadro (Figura F.3) se presenta una salida del modelo centro europeo de predicción estacional para julio, agosto y septiembre.

F.1.4 Fenómenos adversos

Hay una segunda pata que es la vigilancia de los fenómenos de las adversidades, tanto en el corto plazo, como en la escala estacional, como en la anual, plurianual, la vigilancia requiere el seguimiento de las variables meteorológicas, por consiguiente requiere disponer de una red de observaciones meteorológicas básicas. Cuantas más estaciones, mejor. Cuanto más largas sean las series, mejor. Sobre todo, al estudiar los riesgos agroclimáticos, la evaluación climática del riesgo. Si nos fijamos en las redes de AEMET, las estaciones automáticas, termométricas y pluviométricas de la red secundaria tenemos cuál es nuestra base de información para llevar a cabo el seguimiento de las variables climáticas que son importantes para el sector agrario.

Los productos se generan a partir de esta red; de las redes menos densas, generamos los productos en tiempo real; de las redes más densas, pero de las que recibimos la información con más demora, generamos los

productos de vigilancia a tiempo pasado. Aquí están algunos ejemplos de vigilancia en tiempo casi real que estamos generando todos los días (Figura F.4).

A partir de un modelo podemos hacer una estimación de la humedad del suelo, y compararla con el valor medio de un periodo de referencia, lo que nos permite estimar, de alguna forma, la humedad media aunque sea un modelo a escala España. La vigilancia se puede hacer también a otra escala, mensual-estacional, donde integramos todas las instalaciones de nuestra red, no solo las automáticas, de lo que resulta más resolución espacial, pero menos temporal, algo habitual en meteorología. Para cotejar, comparar o contextualizar frente al clima, lo que esta pasando, son los mapas de normalidad de una determinada variable agroclimática cuantificada en un intervalo de tiempo. A veces interesa no solamente esto, sino saber cómo se ha ido acumulando la precipitación, o las anomalías de temperatura respecto a los valores medios. Todo esto lo podemos encontrar en la Web de la AEMET.

F.1.5 La sequía

Quería dedicar un par de minutos a la vigilancia de la *sequía*, porque la vigilancia de la sequía tiene dos cuestiones importantes. La primera de ellas es la dificultad de vigilar un fenómeno de tan difícil definición operativa, porque cuando hay sequía en meteorología es una cosa, la sequía agrícola es otra, la hidrológica es una tercera. Pero si hay sequía agrícola o hidrológica es porque previamente ha habido una sequía meteorológica, así que lo primero es caracterizarla. Lo importante es definir un procedimiento, hacerlo operativo y establecer en qué momento hay sequía. Para eso estamos utilizando un índice que es el SPI (Standardized Precipitation Index [1, 2]), con sus bondades e inconvenientes, la ventaja es que lo puedes integrar en 1, 3, 6 meses, en 24 horas, etc. Y puedes cubrir muchos requerimientos con un cálculo muy simple.

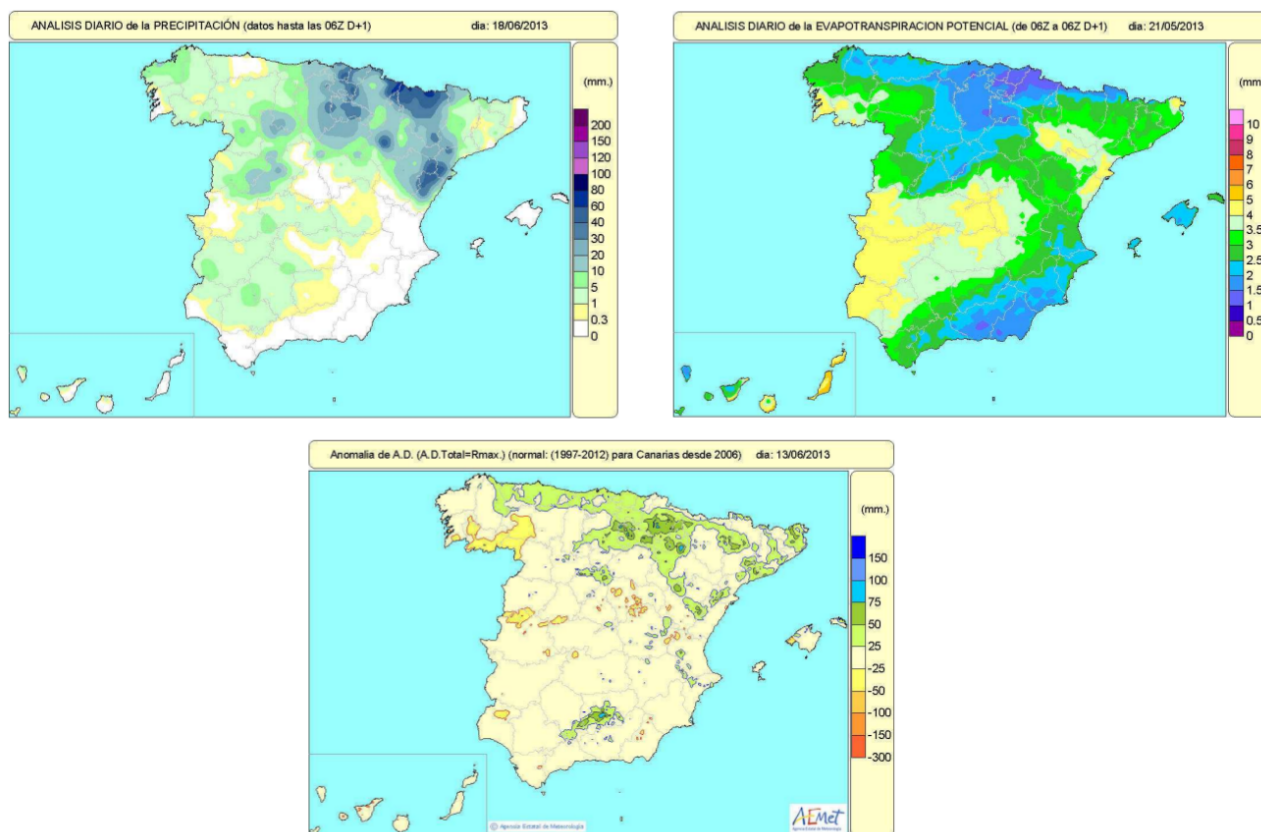


Figura F.4: Herramientas de vigilancia para la sequía. Arriba a la izquierda: análisis diario (06 UTC - 06 UTC) de la precipitación en el día 18-06-2013. Arriba a la derecha: igual pero para la evapotranspiración potencial. Abajo: la anomalía correspondiente al análisis diario, es decir, la diferencia con la climatología del periodo 1997-2013, desde 2006 en Canarias.

Con posibilidad de acercarnos un poco más a la realidad agraria, escoger un umbral, por ejemplo 10 % de humedad del suelo y trabajar con la secuencia o serie de días consecutivos de humedad del suelo, y generar un número de días consecutivos en los que la humedad ha estado por debajo de un determinado valor. Este tipo de producto es con el que estamos trabajando, que puede ser de utilidad en relación con el seguimiento de las condiciones agrarias.

El análisis de riesgos exige series largas de las variables climatológicas y, de forma contradictoria⁴, series largas y homogéneas. Disponer de mapas de riesgo detallados, suponiendo clima estable, es una ventaja; si a ésto le añadimos que el clima no es estable, las cosas se complican, y entonces tenemos unos mapas de riesgo que van evolucionando. Estos mapas de riesgo se pueden generar a partir de condiciones específicas que decida el usuario. En un proyecto *agroasesor* hemos definido unos mapas de riesgo a partir de una serie de parámetros meteorológicos que superan determinados umbrales trabajando año a año y generando probabilidades.

F.1.6 Conclusiones

Y, para acabar, estas son las conclusiones:

- La información y predicciones meteorológicas constituyen elementos decisivos en la toma de decisiones en relación con las actividades agrarias.
- Las condiciones meteorológicas adversas causan cada año importantes pérdidas al sector agrario.
- Los avances en los modelos de predicción numérica del tiempo y su mayor resolución espacial permiten incrementar y mejorar la gama de productos disponibles para su uso en un contexto de toma de decisiones, en concreto en predicción a corto y medio plazo estas condiciones adversas.
- En el medio plazo temporal es importante el desarrollo de predicciones con un enfoque probabilista. Especial atención debe prestarse al tema de la disseminación de esta información al usuario final.

- La vigilancia de las diversas variables climáticas permite anticipar determinadas condiciones de riesgo, en particular en el caso de la sequía y de las condiciones propicias a la aparición de ciertas plagas y enfermedades.
- Los análisis climáticos de riesgo constituyen una información básica en planificación a largo plazo.
- Para que se puedan mejorar los productos meteorológicos y el apoyo que se presta, se requiere:
 - Conocimiento preciso de las demandas de información específica procedentes del sector agrario.
 - Buena distribución espacial de las redes de observación meteorológica y una mayor integración de datos procedentes de distintas fuentes, con introducción de estos datos en los esquemas de tratamiento espacial de la información.
 - Coordinación entre redes de distintos organismos.

La toma de decisiones es un elemento decisivo, las condiciones meteorológicas adversas causan muchos daños al sector agrario, los avances en los modelos de predicción numérica del tiempo permiten mejorar la gama de productos disponibles, sobre todo en corto y medio plazo. En el medio plazo, el enfoque probabilista tiene esa ventaja respecto al usuario pero también el inconveniente de cómo se traslada esa información para que no lleve a tomar decisiones equivocadas. La vigilancia es fundamental, porque permite anticipar condiciones de riesgos, por ejemplo plagas y enfermedades, sequía... se van generando poco a poco y se pueden anticipar aunque no haya una predicción estacional. Los análisis climáticos son una herramienta básica en planificación para que se puedan mejorar los productos meteorológicos. Es preciso, por parte de los meteorólogos, tener un mejor conocimiento de las demandas del sector, tener una buena red de observación, bien mantenida y distribuida, y que esta información se pueda tratar con esquemas de interpolación espacial complejos mejorando la coordinación entre diferentes organismos.

Muchas gracias.

⁴se refiere a la dificultad de que sean, simultáneamente, largas y homogéneas

F.2 Enlaces

Enlace a la página del **Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA)** de la ponencia (actualizado 16-10-2018):
https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/seminarios-de-analisis-y-prospectiva/Antonio_Mestre.aspx

Vídeo de la ponencia (consultado 16-10-2018):

<https://www.youtube.com/watch?v=dUx9BqfRh8&feature=youtu.be>

En ambos casos con Licencia Atribución de Creative Commons (reutilización permitida).

F.3 Referencias

- [1] ALMARZA, Carlos, CHAZARRA, Andrés y PEDRAZA, Beatriz. "Adaptación del SPI para el análisis de la variabilidad intra-anual de periodos secos". En: *La Climatología española en los albores del siglo XXI* 1 (1999), páginas 25-31 (citado en página 1013).
- [2] MCKEE, Thomas B, DOESKEN, Nolan J, KLEIST, John y col. "The relationship of drought frequency and duration to time scales". En: *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology*. Volumen 17. 22. American Meteorological Society Boston, MA. 1993, páginas 179-183 (citado en página 1013).
- [3] MESTRE, Antonio. "Agrometeorología". En: *Seminario Análisis y Prospectiva 2013: "Gestión de Riesgos Agrarios y Ambientales"*. Editado por ATANCE MUÑIZ, Ignacio y col. Madrid: MAGRAMA, 2013, página 85. URL: https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/analisis-y-prospectiva/seminarios_UAP.aspx (citado en página 1009).