

El nuevo sistema de predicción de cosecha de cereales de Castilla y León

Alberto Gutiérrez¹, Nieves Garrido², Ignacio Villarino², David A. Nafría¹, Nieves Garrido²,
Miriam Fernández¹, Inmaculada Abia²

¹Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León, Ctra. Burgos-Portugal km 119, 47071-Valladolid, España.

E-mail: ita-gutgaral@itacyl.es, nafgarda@itacyl.es, sanfermm@itacyl.es

²Agencia Estatal de Meteorología Delegación Territorial en Castilla y León, C/ Orión, 1 47071 Valladolid

E-mail: mgarridod@aemet.es, jvillarino@aemet.es, iabial@aemet.es

Resumen

El Sistema de predicción de cosecha de cereales de Castilla y León se basa en la ejecución de un modelo agronómico convenientemente calibrado en todo el territorio de la Comunidad. Se simula el crecimiento diario del trigo y la cebada, ambos de secano, con datos meteorológicos reales hasta la fecha de emisión del Boletín y se usan escenarios climáticos de años pasados hasta el final del ciclo del cultivo para obtener un conjunto de posibles cosechas finales que son procesadas y agregadas estadísticamente. Los resultados son mostrados en boletines de periodicidad quincenal a lo largo de la primavera. El método pretende ser una herramienta de carácter científico-técnica, objetiva, reproducible e independiente que provea de información sobre los rendimientos esperados al sector primario.

Summary

The Castilla y León grain cereals yield forecast system is founded in running a crop model properly calibrated within the region. Rain feed wheat and barley growth is simulated using daily meteorological data up to the date of the forecast issuing and climate scenarios from previous years from that date up to the end of the crop cycle. These scenarios allow to get an ensemble of possible yields that are statistically processed and aggregated. The results are shown in 15 days bulletins along the spring. The methodology seeks to be a scientific, objective, reproducible and independent tool to provide information about expected yield to the primary sector.

1 Introducción

Castilla y León es una región caracterizada por su gran extensión geográfica en la que la agricultura, la ganadería y el medio ambiente tienen un gran peso en la economía regional. La necesidad del sector agrario de tener una estimación de la producción de cereales de una manera objetiva y reproducible, nos ha llevado a elaborar un boletín de predicción de cosecha de cereales de invierno en esta Comunidad. Durante la campaña 2014-2015 este boletín se realizó de manera experimental y ha sido en la campaña 2015-2016 cuando se ha pasado a realizarlo, emitirlo y difundirlo de forma operativa. El boletín, fruto de la colaboración entre AEMET (Agencia Estatal de Meteorología) y el ITACYL (Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León), se publica quincenalmente a lo largo de la campaña agrícola en la dirección Web <http://cosechas.itacyl.es>

Desde un punto de vista agrícola, el clima, junto con el suelo y las prácticas culturales desarrolladas por el agricultor (variedades cultivadas, fertilizantes, laboreo, etc.), constituye uno de los principales factores productivos. Todos los factores excepto la meteorología, son manejables por el agricultor o, al menos, tienen un carácter permanente a lo largo de la campaña

como, por ejemplo, el suelo. La atmósfera, sin embargo, es caótica e imprevisible y constituye el principal factor que incide en la variabilidad de la producción agrícola, sobre todo en la agricultura de secano.

El sistema de predicción se basa en la ejecución de un modelo agronómico que simula el desarrollo diario del cultivo. Este modelo, ha sido calibrado convenientemente en todo el territorio de Castilla y León para la cebada y el trigo de secano y se nutre, entre otros, de datos meteorológicos compuestos de la siguiente forma: desde el principio de la campaña hasta la fecha de emisión del boletín se usan datos meteorológicos reales, se añade la predicción meteorológica a diez días y por último, hasta final de ciclo, se incorporan los escenarios climáticos de los últimos 30 años. Al proceder de esta forma, se obtiene un conjunto de posibles cosechas finales, que son procesadas estadísticamente y agregadas a nivel provincial. Este dato provincial, junto con su variación con respecto a la media del rendimiento simulado de los últimos 30 años, es uno de los resultados que incluye el Boletín. El método pretende ser una herramienta de carácter científico-técnica, objetiva, reproducible e independiente que aporte al sector primario, información sobre los rendimientos esperados.

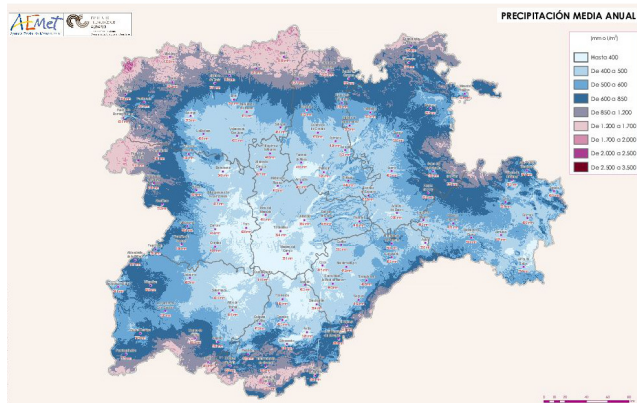


Fig. 1: Mapa de precipitación media anual en Castilla y León.

2 El clima y los cereales de invierno en Castilla y León

Geográficamente, en el contexto de la Península Ibérica, Castilla y León se sitúa en una latitud media y está dentro de una zona de alta variabilidad climática que hace que las estaciones tengan marcados rasgos en lo que se refiere a los regímenes de temperatura y precipitación.

La precipitación media en Castilla y León (Fig.1) es de unos 650 mm, aunque existe una gran oscilación de unas zonas a otras. La precipitación en la meseta apenas alcanza los 400 mm, mientras que superan los 600 mm en las cuencas periféricas y los 1000 mm en las zonas de montaña del norte. En las zonas llanas, donde se concentra la mayor parte de la actividad agraria, la distribución de la precipitación media es muy similar en las tres estaciones húmedas: unos 110 mm en otoño y primavera, y algo inferior en invierno[1].

Estos regímenes térmicos y pluviométricos con veranos secos y calurosos, condicionan en gran medida el desarrollo de los cultivos en secano y hacen que la producción se centre, fundamentalmente, en otoño, invierno y primavera.

En el contexto de los cultivos de invierno, el trigo y la cebada predominan de forma significativa. Esta preponderancia se debe a su elevado potencial productivo y al interés comercial de su producción que se destina tanto a la alimentación humana como a la alimentación animal. En este sentido, Castilla y León es la principal productora nacional de cereales de invierno con una superficie media de 1,9 millones de hectáreas. Desde el punto de vista económico los cereales de invierno aportan de media unos 1200 millones de euros anuales, representando este valor el 21% de la Producción Final Agraria y el 44% de la producción vegetal (Secretaría General, Consejería de Agricultura y Ganadería). La mayor parte de esta producción se obtiene en explotaciones de secano que, como se ha comentado anteriormente, está sometida a la variabilidad de la precipitación.

3 Las metodologías previas para la estimación de rendimientos

A la vista de los datos anteriores, se entiende que la estimación de la producción de la campaña en curso tenga un importante valor en la cadena de producción y comercialización, por lo que desde hace décadas, los Servicios de Estadística Agraria, elaboran avances de producción que son remitidos al Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente. Estos avances se realizan mediante la integración del conocimiento local a través de las Comisiones Provinciales de Estadística: órgano colegiado compuesto por representantes de la Administración, de las Organizaciones Profesionales Agrarias, de las cooperativas agrarias y almacenistas. El método de estimación se basa en la agregación del conocimiento local de estos interlocutores y tiene el valor de la experiencia y el contacto real con los productores. Sin embargo, dado que el dato ofrecido es fruto del consenso entre partes con intereses contrapuestos, éste puede adolecer de objetividad y, en cualquier caso, carece absolutamente de reproducibilidad.

Así la situación actual y con el fin de dotar a las Comisiones Provinciales de Estadística de una herramienta basada en criterios técnicos más objetivos, en el año 2013, la Consejería de Agricultura y Ganadería de la Junta de Castilla y León, puso en marcha un sistema de muestreo de parcelas en toda la Comunidad para determinar los rendimientos de los cultivos.

El principal inconveniente que se observó en este sistema, es que los resultados se obtienen en el momento de la cosecha, lo que no permite hacer una estimación de rendimientos previa a la misma. Por ello, el ITACyL, en colaboración con la Agencia Estatal de Meteorología y en coordinación con la Secretaría General de la Consejería de Agricultura y Ganadería, puso en marcha, en la campaña 2014-2015, un sistema de predicción de cosecha de cereales basado en la utilización de un modelo agronómico que utiliza, como se explicó anteriormente, los datos meteorológicos del año en curso.

Este sistema, por lo tanto, se convierte en una herramienta que pretende ser un complemento a las observaciones realizadas directamente en campo y que provea de información sobre la cosecha estimada con anterioridad a la disponibilidad de los datos oficiales. No obstante, hay que tener siempre en cuenta que el modelo es una simplificación de la realidad y que, por tanto, sus resultados deben ser explotados dentro de los límites en los que la parametrización del modelo ha sido realizada.

El hecho de disponer de este sistema de predicción de cosecha convenientemente calibrado en toda la Comunidad, ofrece otra ventaja añadida, que es la de poder aprovechar toda la infraestructura tecnológica desarrollada para otros fines distintos a los de la propia predicción. En este sentido y como ejemplos de estos otros usos, se podrían citar los siguientes: evaluar los impactos relacionados con los efectos de posibles cambios climáticos, realizar estudios de viabilidad de nuevos cultivos, valorar los efectos económicos del cambio en las prácticas agrícolas o en el uso de insumos, etc.

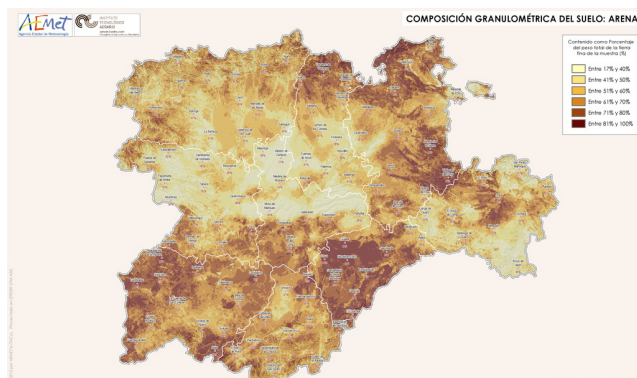


Fig. 2: Mapa interpolado del % arena.

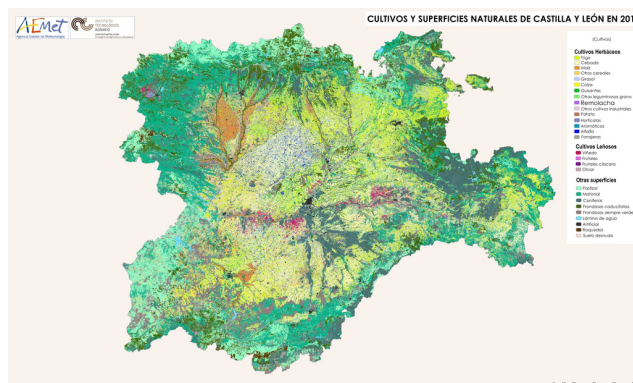


Fig. 3: Mapa de cultivos y superficies naturales obtenido a través de imágenes de satélite.

4 Funcionamiento del sistema

Para entender el funcionamiento del sistema de predicción de cosechas, es necesario explicar un poco más en profundidad el origen de los datos que se utilizan y dónde y cuándo se ejecuta el modelo agronómico. Como se dijo anteriormente, el modelo utilizado es AquaCrop 4.0 (<http://www.fao.org/nr/water/aquacrop.html>) que es desarrollado y mantenido por la FAO (Food and Agriculture Organization). Además, está particularmente ajustado para lugares donde el agua es el factor limitante en la producción.

Para su funcionamiento, AquaCrop, necesita una serie de datos diarios que condicionan, positiva o negativamente, el desarrollo del cultivo[3]. En el caso de la predicción de cosechas, el modelo se ejecuta en su configuración más sencilla, es decir, sólo se utilizan los datos de clima, de suelo y la fenología del cultivo. El origen de cada uno de ellos es el siguiente: para la climatología se utilizan los datos de la red de estaciones meteorológicas de AEMET y de la red de InfoRiego, que gestiona el ITACyL (<http://www.inforiego.org/>); las características edafológicas se obtienen de la base de datos de suelos disponible en <http://suelos.itacyl.es>; y, por último, la fenología del cultivo se obtiene de la red de ensayos de cereales del ITACyL. También es necesario remarcar que, como dato meteorológico, se incorpora la predicción meteorológica determinista a diez días, procedente del modelo del centro europeo (<http://www.ecmwf.int/>).

El objetivo es realizar la predicción de cosecha en toda la Comunidad Autónoma y a tal efecto, se crea una malla regular de puntos de 2 km x 2 km distribuida sobre toda la Región donde se ejecuta el modelo agronómico. En total 23 540 localizaciones. Por lo tanto, se hace necesario interpolar los valores de todas las variables anteriormente expuestas a cada uno de los puntos de esta malla regular[2] y [4].

5 Estructura del Boletín

Si bien es cierto que el Boletín se emite cada quince días, el modelo se ejecuta diariamente en cada una de las localizaciones anteriormente descritas y para ambos

	RENDIMIENTO DE CEBADA (Kg/ha)				
	RENDIMIENTOS SIMULADOS HISTÓRICOS				
PROVINCIAS	Media 2014	Media 2015	Media largo plazo	MEDIA	Variación en 2016 (%) respecto a la media a largo plazo
Ávila	1875	1618	2410	3038	26
Burgos	3397	2812	3366	3808	13
León	2494	2136	2477	2907	17
Palencia	2914	2373	2861	3470	21
Salamanca	1933	1807	2783	3501	26
Segovia	2335	1984	2674	3421	28
Soria	2492	2408	2677	3131	17
Valladolid	2494	2006	2854	3708	30
Zamora	2393	1937	2714	3543	31
CyL	2608	2173	2854	3509	23

Fig. 4: Ejemplo de resultados de estimación de rendimientos de cebada realizados en el boletín nº 4 de 3 de junio de 2016.

cultivos. El Boletín, propiamente dicho, es un documento pdf que se estructura de la siguiente forma:

- RESUMEN AGROCLIMÁTICO de la campaña en curso que resalta las novedades acaecidas desde la emisión del boletín anterior. También, en éste resumen, se incluyen mapas climatológicos de la campaña en curso.
- PREDICCIÓN DE RENDIMIENTOS: se trata de la predicción propiamente dicha. El resultado se resume en una tabla (Fig.4) por provincias que se estructura en dos grandes bloques:
 - el bloque RENDIMIENTOS SIMULADOS HISTÓRICOS y
 - SIMULACIÓN para el año en curso.

El bloque RENDIMIENTOS SIMULADOS HISTÓRICOS se incluye como punto de comparación de la campaña actual. Para calcular este dato se ejecuta AquaCrop pero, en este caso, utilizando la climatología de cada uno de los años de una serie histórica de 30 años. Posteriormente, se aplica al resultado de cada uno de los años la fórmula de calibración obtenida para cada provincia y, finalmente, se agregan los resultados a nivel provincial. El dato que aparece en la tabla resumen, por lo tanto, es la media provincial del rendimiento simulado con el clima

PROVINCIA	RENDIMIENTO DE CEBADA (Kg/ha)						
	RENDIMIENTOS SIMULADOS HISTÓRICOS			SIMULACIÓN 2016			Variación en 2016 (%) respecto a la media a largo plazo
	Media 2014	Media 2015	Media largo plazo	Escenario moderadamente seco	Media	Escenario moderadamente húmedo	
Ávila	1875	1618	2410	3047	3103	3163	29
Burgos	3397	2812	3366	3809	3833	3863	14
León	2494	2136	2477	2901	2903	2907	17
Palencia	2914	2373	2861	3463	3475	3488	21
Salamanca	1933	1807	2783	3490	3563	3635	28
Segovia	2335	1984	2674	3418	3457	3502	29
Soria	2492	2408	2677	3146	3181	3219	19
Valladolid	2494	2006	2854	3703	3745	3784	31
Zamora	2393	1937	2714	3532	3565	3598	31
CyL	2608	2173	2854	3508	3542	3576	24

Fig. 5: Ejemplo de resultados de estimación de rendimientos de cebada realizados en el boletín nº 4 de 3 de junio de 2016 con escenarios climáticos.

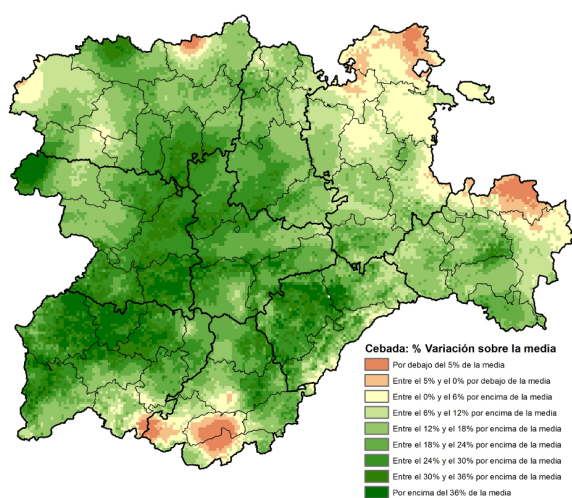


Fig. 6: Variación relativa de rendimientos esperados del 2016 respecto a los simulados de los últimos 30 años.

de los 30 años pasados, pero con las condiciones de cultivo actuales. Este valor es lo que se denomina media simulada a largo plazo.

Si bien esta media simulada a largo plazo da una idea retrospectiva de cómo se está desarrollando la campaña actual, la comparación con la simulación de las dos campañas anteriores pone en un contexto más cercano los resultados. Esta es la intención que tiene las otras dos columnas incluidas en este bloque.

Con el fin de tener una visión general de cómo se va desarrollando la campaña en el conjunto de la Comunidad, se incorporan mapas de variación de rendimiento con respecto a la media en todo Castilla y León.

- **ESTIMACIÓN DE SUPERFICIES Y PRODUCCIÓN:** a través de los datos facilitados por la Consejería de Agricultura y Ganadería y con los datos de las declaraciones de ayuda de la PAC, se realiza una estimación de la superficie sembrada de cada cultivo y se elabora una estimación de la producción total de grano tanto a nivel provincial como a nivel de toda la Comunidad.
- Por último, el boletín también incluye AVANCE DE LA PREDICCIÓN para las siguientes dos SE-

PROVINCIA	ESTIMACIÓN DE SUPERFICIES Y PRODUCCIONES					
	CEBADA			TRIGO		
	Superficie (ha)	Rendimiento (kg/ha)	Producción (t)	Superficie (ha)	Rendimiento (kg/ha)	Producción (t)
Ávila	47 650	3038	144 761	40 300	3302	133 071
Burgos	148 000	3808	563 584	216 500	4356	943 074
Leon	18 000	2907	52 326	57 000	3095	176 415
Palencia	113 000	3470	392 110	127 100	3625	460 738
Salamanca	36 000	3501	126 036	70 000	3453	241 710
Segovia	55 000	3421	188 155	72 940	3571	260 469
Soria	95 000	3131	297 445	103 500	3441	356 144
Valladolid	187 500	3708	695 250	101 000	3918	395 718
Zamora	44 300	3543	156 955	79 067	3604	284 957
CyL	744 450	3509	2 612 275	867 407	3760	3 261 450

Fig. 7: Estimación de las superficies y producciones para los cultivos de cebada y trigo de secano.

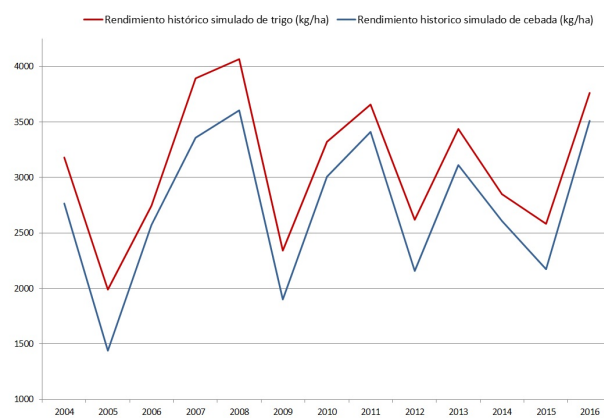


Fig. 8: Evolución de los rendimientos históricos simulados para el trigo y cebada periodo 2004-2015. El dato de 2016 se corresponde con la simulación en la última campaña.

MANAS, donde se muestra la anomalía de precipitación con respecto a los normales en forma de mapas. La predicción a 15 días ha demostrado ser muy efectiva a la hora de analizar tendencias que acaban teniendo impactos sobre la producción final.

La respuesta al boletín tanto desde las instituciones de la Comunidad como desde los usuarios especializados, ha sido muy positiva. Prueba de ello es que los resultados del mismo, se han tomado como referencia en mucha prensa especializada del sector, lo que nos da ánimos para seguir trabajando en la mejora y ampliación del mismo.

Bibliografía

- [1] Nieves Garrido, David A. Nafria, Ignacio Villarino, Miriam Fernandez, Diego Cubero, Marivi Arias, Inmaculada Abia, Alberto Gutierrez. *Atlas agroclimático de Castilla y León*. Catalogo de publicaciones de la Administracion General del Estado, 2013.
- [2] Tomislav Hengl. *A practical guide to geostatistical mapping of environmental variables*. Vol. 140. 4. 2007.

- [3] D Raes et al. “AquaCrop Reference Manual, AquaCrop version 4.0”. In: *FAO, Rome, Italy* (2012).
- [4] KE Saxton and WJ Rawls. “Soil water characteristic estimates by texture and organic matter for hydrologic solutions”. In: *Soil Science Society of America Journal* 70.5 (2006), pp. 1569–1578.