

# Predicción de Cosecha de cereales en Castilla y León



## Antecedentes:

- Las estimaciones de cosecha se hacen mediante consenso en comisiones: administración, organizaciones profesionales, cooperativas,...
- Existen estadísticas oficiales apoyadas en encuestas de campo pero no están completas hasta el comienzo de la campaña siguiente.

## Objetivo:

- Desarrollar una metodología que permita estimar el rendimiento de la cebada y el trigo de secano en las provincias de Castilla y León a largo de la campaña en curso y, en última instancia, la producción esperada.
- Emitir un boletín de predicción de cosechas cada quince días.



- No disponemos de datos en tiempo real pero tenemos datos históricos (2004-2014) sobre rendimientos y superficie ocupada por cada cultivo:

## Encuesta de Superficies y Rendimientos (ESYRCE)

- Existen aplicaciones informáticas que permiten simular la evolución de los cultivos y su rendimiento a partir de datos climatológicos, de suelo y del propio cultivo entre otros.

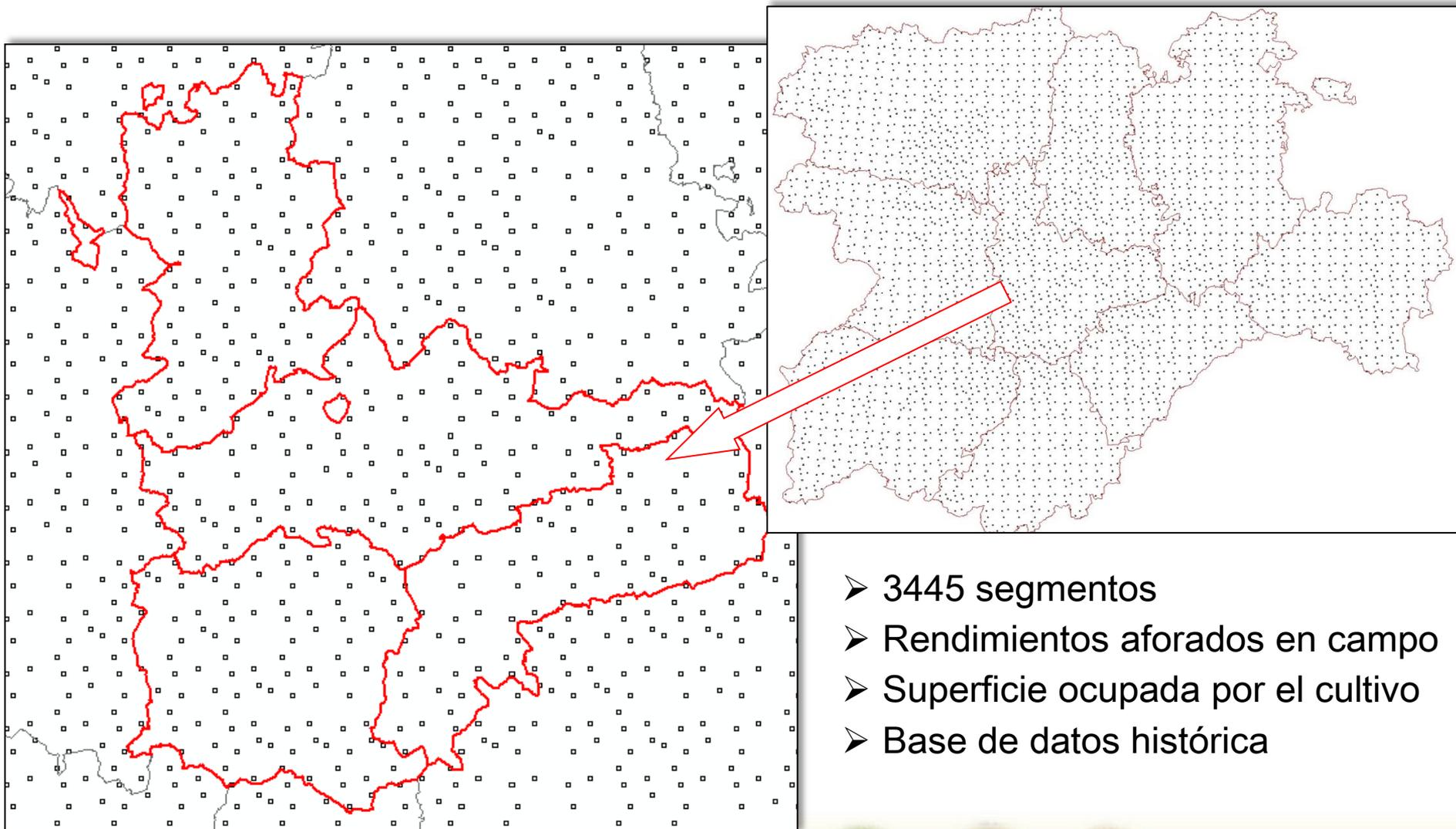
### Modelos agronómicos: AquaCrop

Por lo tanto, se puede:

- Establecer una relación entre los datos de rendimiento “reales” (ESYRCE) y el rendimiento teórico obtenido con el modelo agronómico en el pasado (2004-2014).
- Aplicar esta relación a los rendimientos teóricos obtenidos en la campaña en curso.

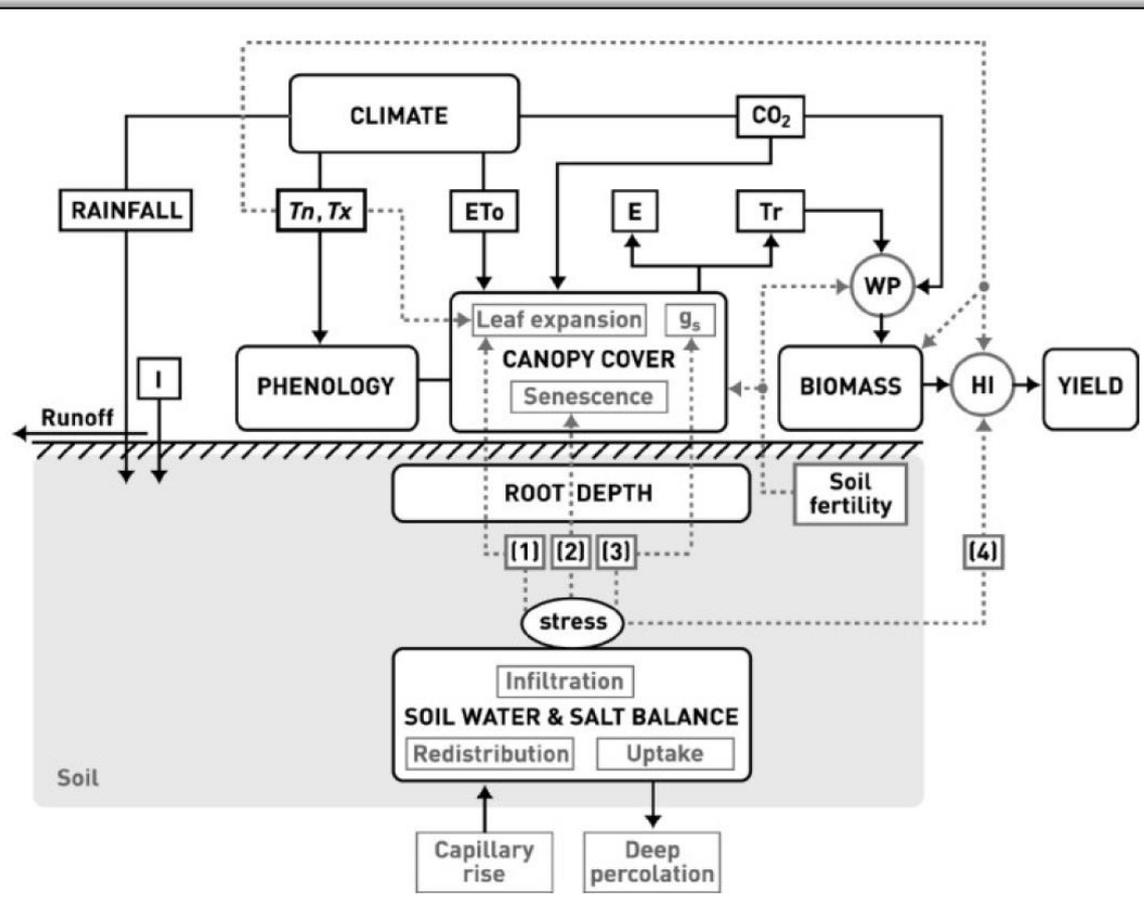


# Encuesta de Superficies y Rendimientos (ESYRCE)



- 3445 segmentos
- Rendimientos aforados en campo
- Superficie ocupada por el cultivo
- Base de datos histórica

# Modelos agronómicos: AquaCrop



- Modelo desarrollado por la FAO.
- Necesita datos de:
  - ✓ Clima: AEMET + Inforiego
  - ✓ Suelo: BD suelos ITACyL
  - ✓ Cultivo: GENVCE
  - ✓ ...
- Balance hídrico.

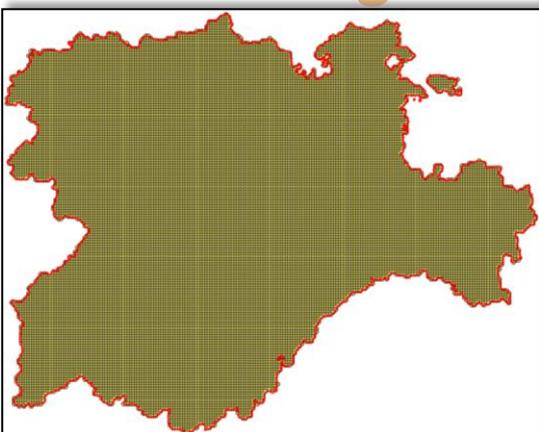


## Planteamiento de la ejecución:

- El periodo para la calibración es (1993)2004 → 2015 (limitado por ESYRCE) pero el periodo para los escenarios climáticos es 1986 → 2015.
- La ejecución de AquaCrop se realiza en una rejilla regular de 2 km x 2 km a lo largo de CyL, es decir, 23.540 localizaciones:
  - ✓ Clima: se interpolan todas las variables climáticas a dicha rejilla utilizando las estaciones de AEMET en el periodo 1985 → 2002 y AEMET + ITACyL (Inforiego) en el periodo 2003 → 2015.
  - ✓ Suelo: se interpolan las muestras de la BD de muestras de suelo de CyL (12.000 muestras aprox.) a la rejilla. Se obtiene mapas de textura que se transforman a capacidad de retención de agua.
  - ✓ Cultivo: definido por fechas fijas de los estados fenológicos.
  - ✓ Incorporación de la predicción determinista a 10 días
  - ✓ Ponderación del rendimiento del cultivo por la superficie del mismo en cada celda de la rejilla. La superficie del cultivo se obtiene del Mapa de Cultivos y Superficies Naturales de CyL 2015.



# Metodología: el futuro 2016 -...



Para cada punto de la rejilla

*Clima 2016*

*Clima 1986*

*Clima 1987*

*Clima 1988*



*Clima 2015*

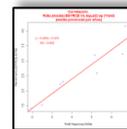
*Esc. 1986*

*Esc. 1987*

*Esc. 1988*



*Esc. 2015*



Escalado

Rendimiento 1986

Rendimiento 1987

Rendimiento 1988



Rendimiento 2015

Inicio simulación  
(25 septiembre)

Hoy (15 abril, 1 mayo, ...)

Fin simulación  
(1 julio)

Media ponderada por la superficie por año y comarca/provincia

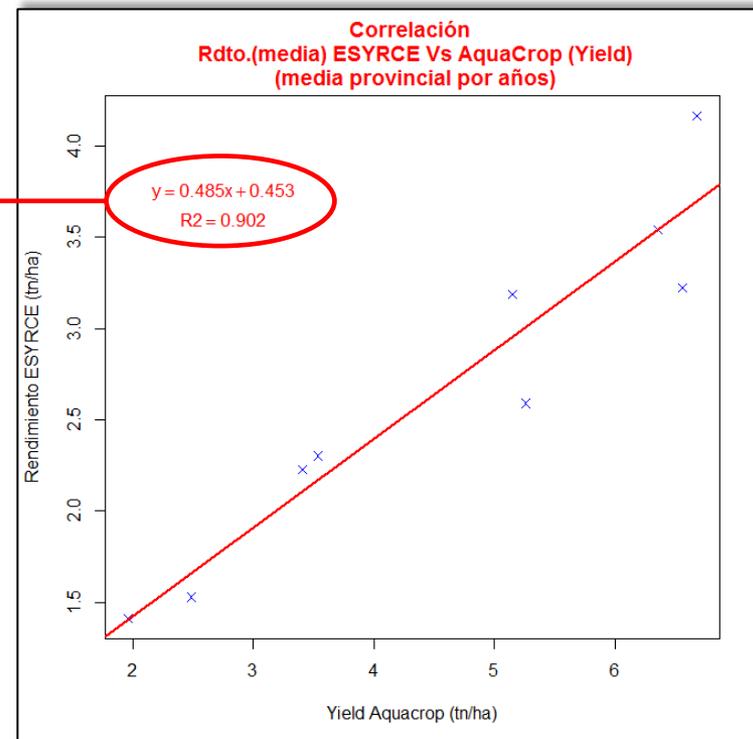


# Metodología: el pasado (2004-2015)



Fórmula de escalado de los rendimientos

SEGMENTO	AÑO	AQUACROP (t/ha)	ESYRCE (t/ha)
2514529	2.008	4.997	4.900
2514529	2.009	2.161	1.400
2514529	2.011	3.974	3.200
2514529	2.012	2.715	2.800
2514579	2.013	6.285	4.500
2514579	2.014	3.416	3.300



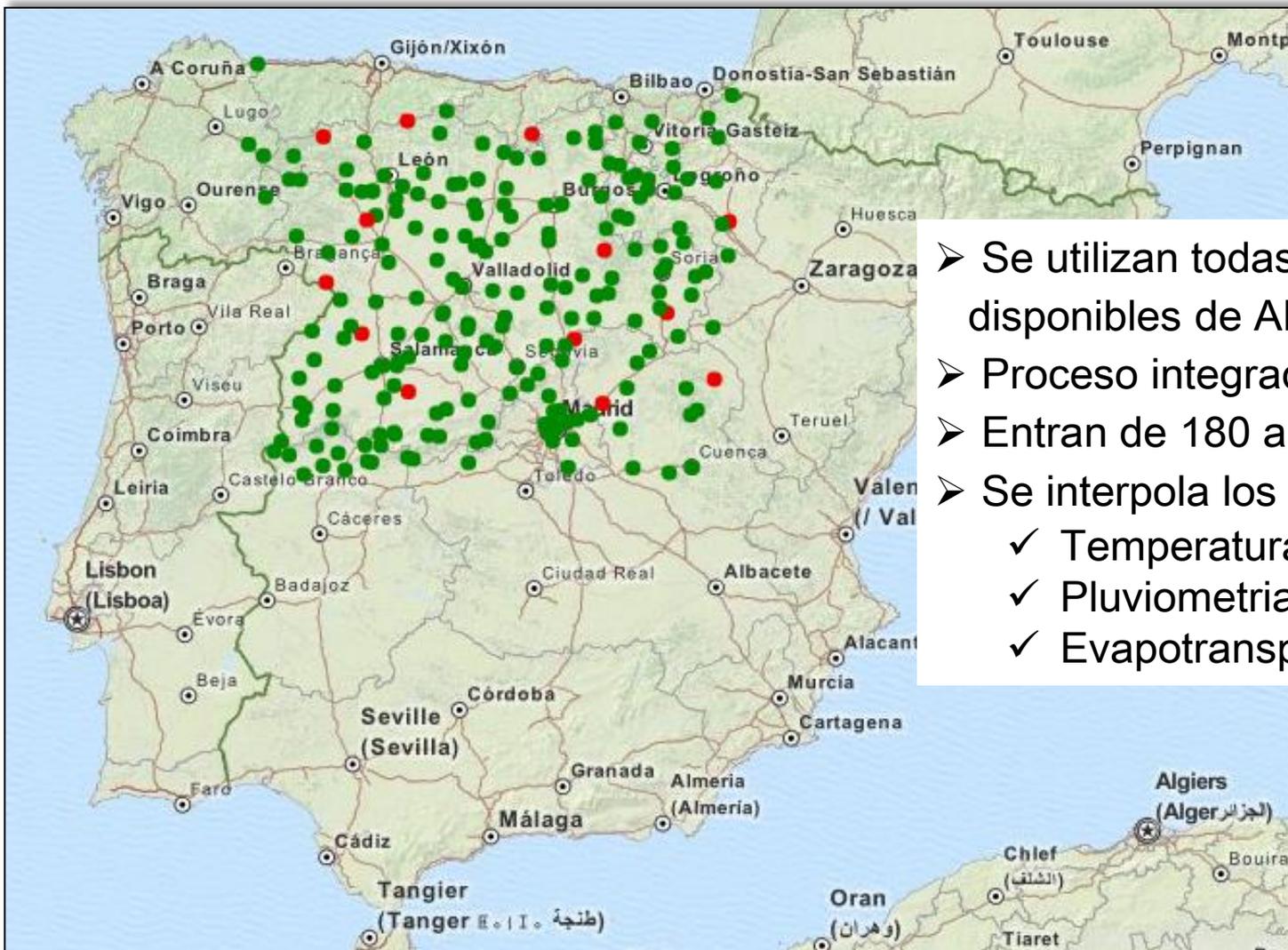
- Provincial
- Comarcal

## Planteamiento de la ejecución:

- El periodo para la calibración es (1993)2004 → 2015 (limitado por ESYRCE) pero el periodo para los escenarios climáticos es 1986 → 2015.
- La ejecución de AquaCrop se realiza en una rejilla regular de 2 km x 2 km a lo largo de CyL, es decir, 23.540 localizaciones:
  - ✓ Clima: se interpolan todas las variables climáticas a dicha rejilla utilizando las estaciones de AEMET en el periodo 1985 → 2002 y AEMET + ITACyL (Inforiego) en el periodo 2003 → 2015.
  - ✓ Suelo: se interpolan las muestras de la BD de muestras de suelo de CyL (12.000 muestras aprox.) a la rejilla. Se obtiene mapas de textura que se transforman a capacidad de retención de agua.
  - ✓ Cultivo: definido por fechas fijas de los estados fenológicos.
  - ✓ Incorporación de la predicción determinista a 10 días
  - ✓ Ponderación del rendimiento del cultivo por la superficie del mismo en cada celda de la rejilla. La superficie del cultivo se obtiene del Mapa de Cultivos y Superficies Naturales de CyL 2015.



# Clima



- Se utilizan todas las estaciones disponibles de AEMET e Inforiego.
- Proceso integración y validación.
- Entran de 180 a 200 estaciones.
- Se interpola los datos necesarios:
  - ✓ Temperatura máxima y mínima.
  - ✓ Pluviometría
  - ✓ Evapotranspiración



## Planteamiento de la ejecución:

- El periodo para la calibración es (1993)2004 → 2015 (limitado por ESYRCE) pero el periodo para los escenarios climáticos es 1986 → 2015.
- La ejecución de AquaCrop se realiza en una rejilla regular de 2 km x 2 km a lo largo de CyL, es decir, 23.540 localizaciones:
  - ✓ Clima: se interpolan todas las variables climáticas a dicha rejilla utilizando las estaciones de AEMET en el periodo 1985 → 2002 y AEMET + ITACyL (Inforiego) en el periodo 2003 → 2015.
  - ✓ Suelo: se interpolan las muestras de la BD de muestras de suelo de CyL (12.000 muestras aprox.) a la rejilla. Se obtiene mapas de textura que se transforman a capacidad de retención de agua.
  - ✓ Cultivo: definido por fechas fijas de los estados fenológicos.
  - ✓ Incorporación de la predicción determinista a 10 días
  - ✓ Ponderación del rendimiento del cultivo por la superficie del mismo en cada celda de la rejilla. La superficie del cultivo se obtiene del Mapa de Cultivos y Superficies Naturales de CyL 2015.



# Los datos de suelo:

**Main menu**

**Environment**  
Climate

**Crop**

**Management**

**Soil**

**Simulation**

**Project**

**Field data**

**Exit Program**

4.0 : AquaCrop Version (June 2012)

75 : CN (Curve Number)

10 : Readily evaporable water from top layer (mm)

1 : number of soil horizons

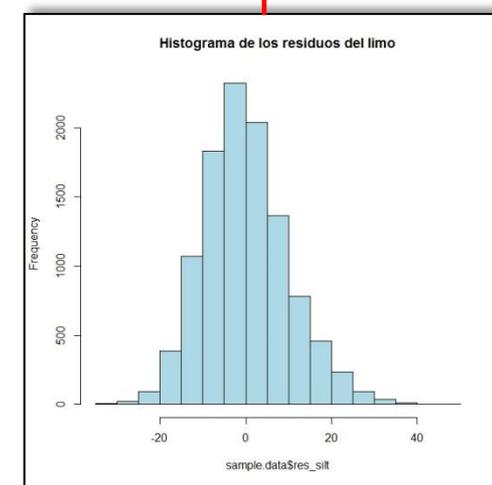
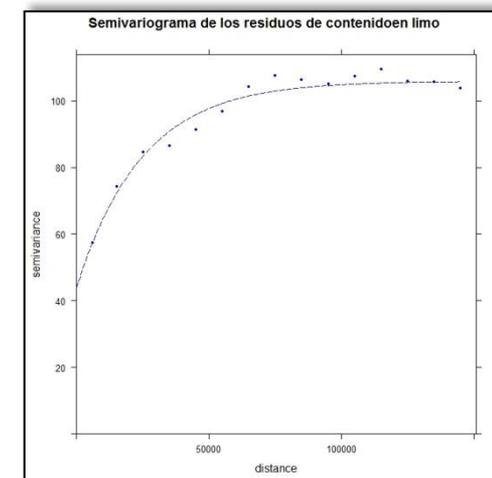
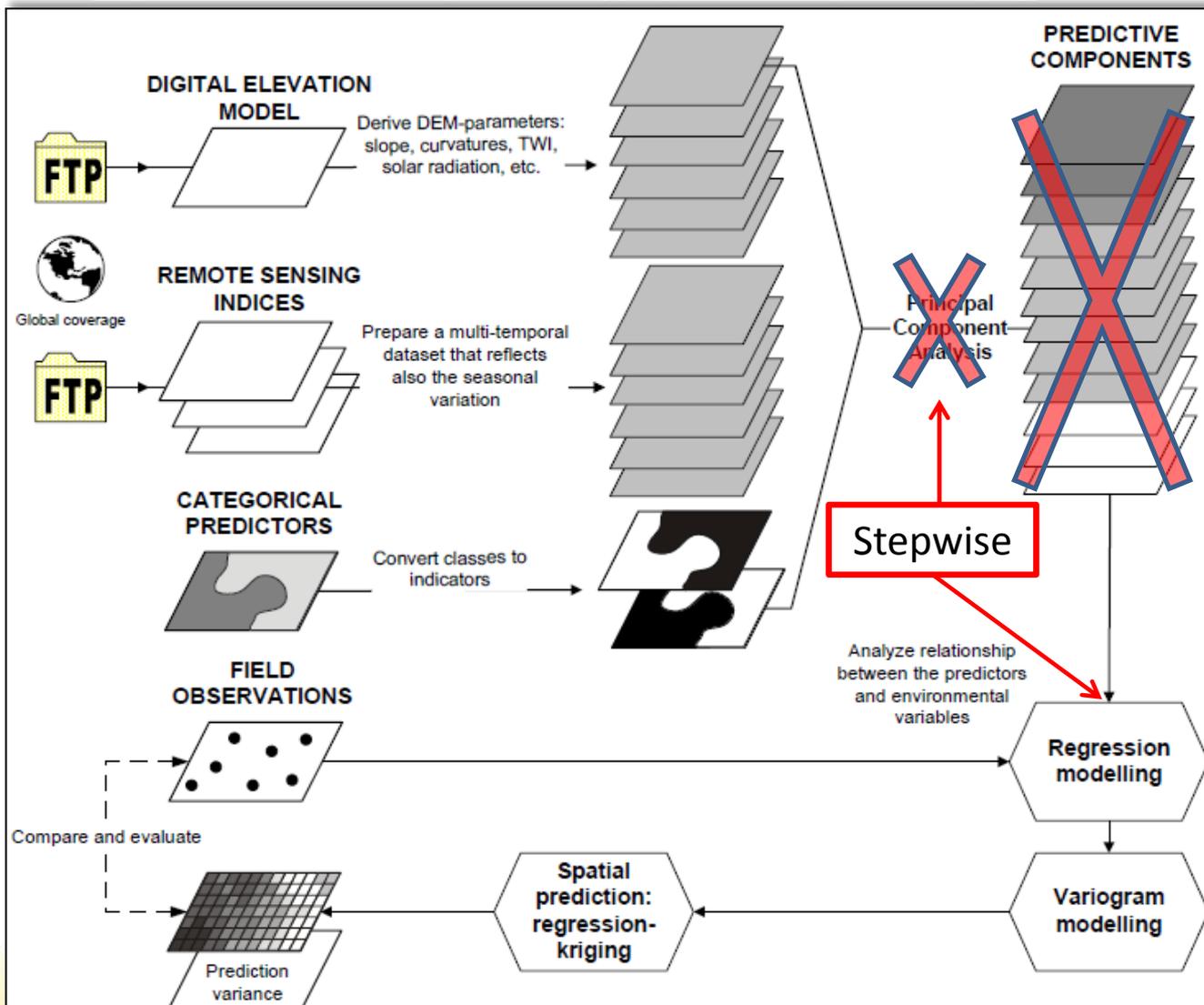
#depth# : Depth (m) of restrictive soil layer inhibiting root zone expansion

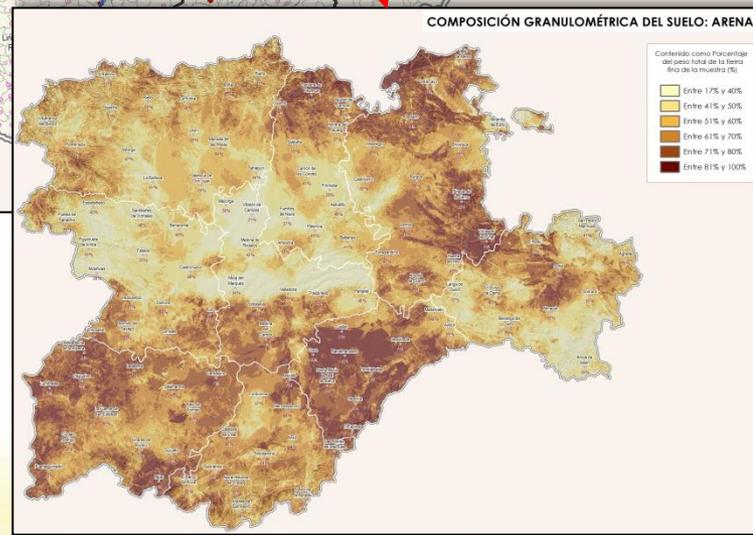
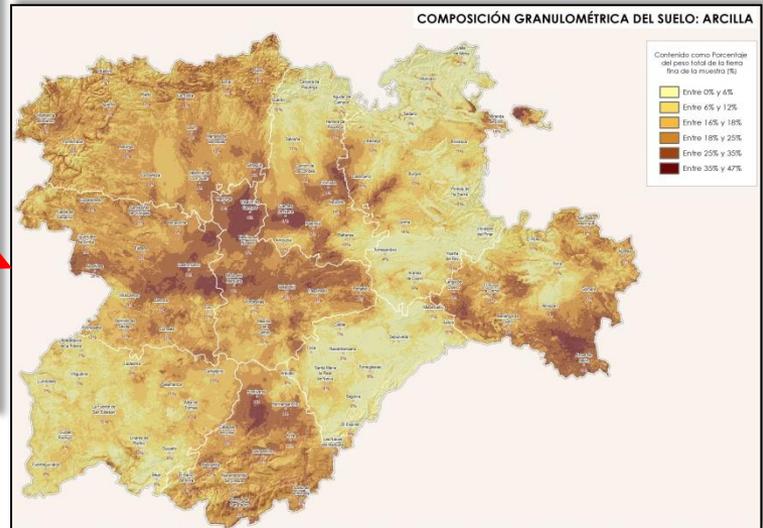
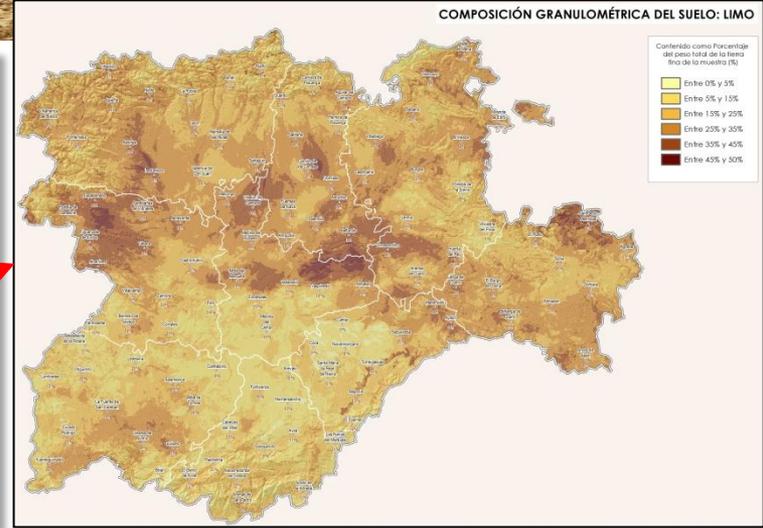
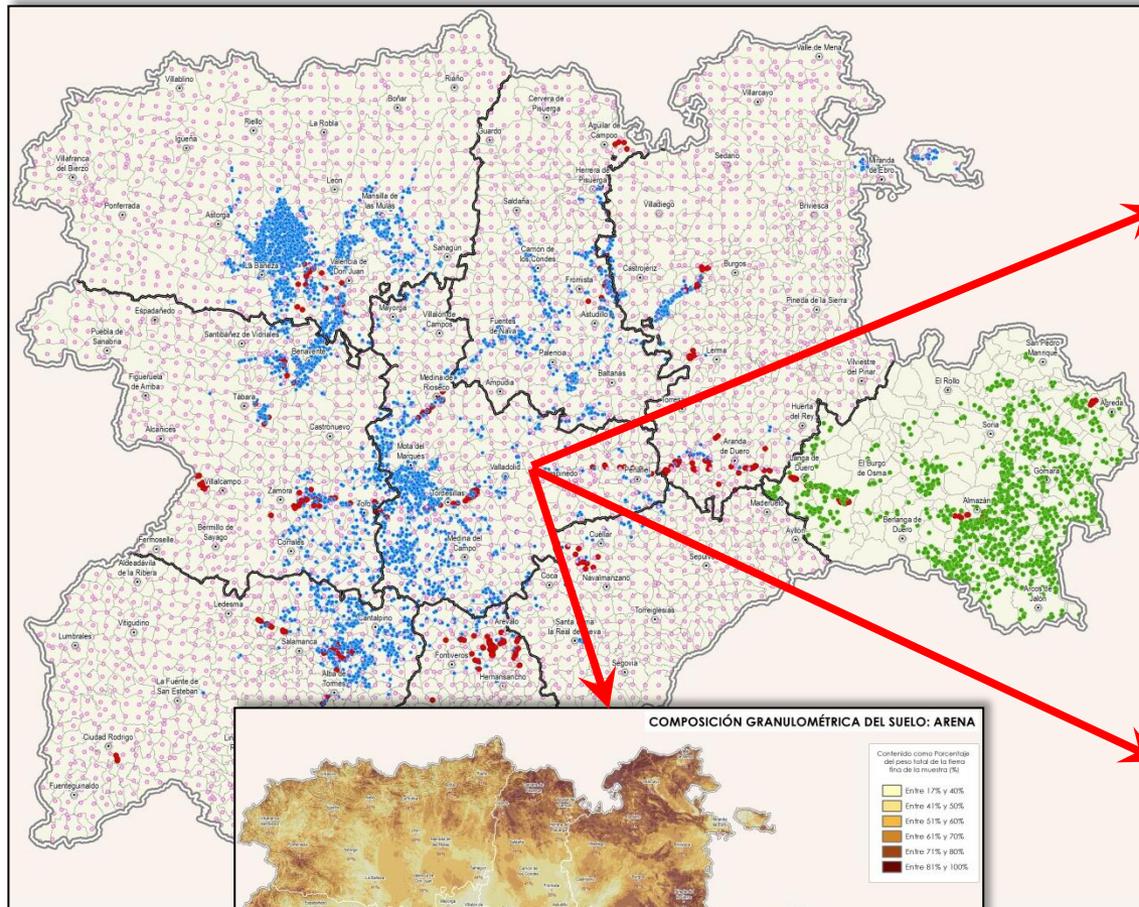
Thickness (m)	Sat (vol %)	FC (vol %)	WP (vol %)	Ksat (mm/day)	CRA	CRb	description
---	----	----	----	(mm/day)	-----	-----	-----
1.50	#sat#	#fc#	#wp#	#ksat#	#CRA#	#CRb#	sandy soils

## A Practical Guide to Geostatistical Mapping of Environmental Variables

Tomislav Hengl

A generic framework for digital soil mapping based on regression-kriging.





COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA DEL SUELO: ARENA



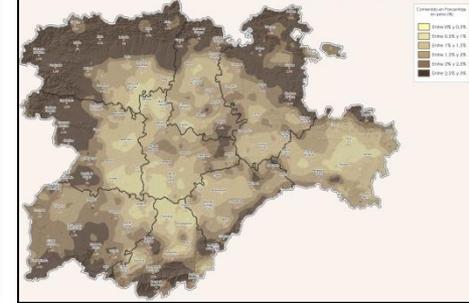
COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA DEL SUELO: LIMO



COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA DEL SUELO: ARCILLA



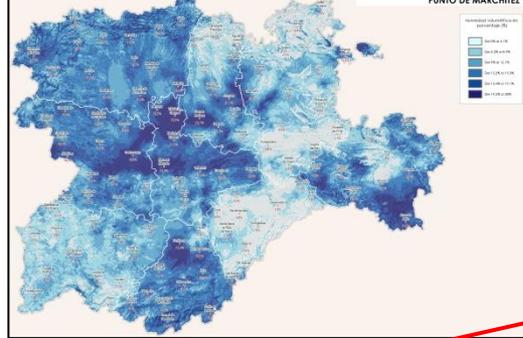
CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO



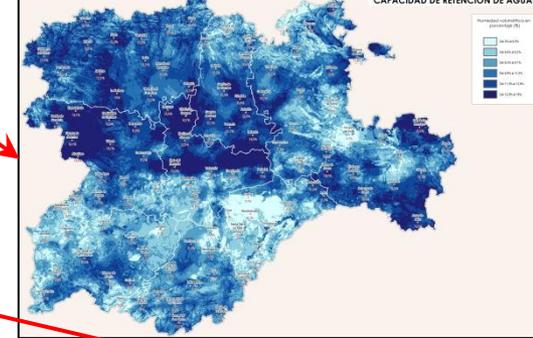
*Soil Water Characteristic Estimates by Texture and Organic Matter for Hydrologic Solutions*

*K. E. Saxton and W. J. Rawls<sup>1</sup>*

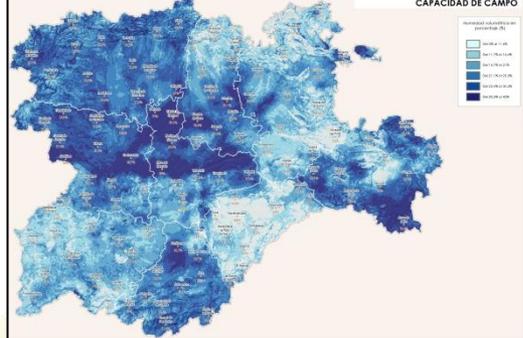
PROPIEDADES HIDRÁULICAS DEL SUELO: PUNTO DE MARCHITEZ



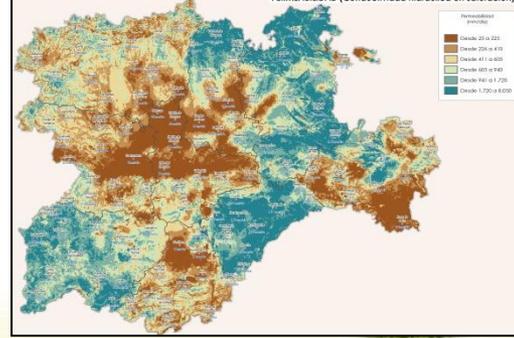
PROPIEDADES HIDRÁULICAS DEL SUELO: CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA



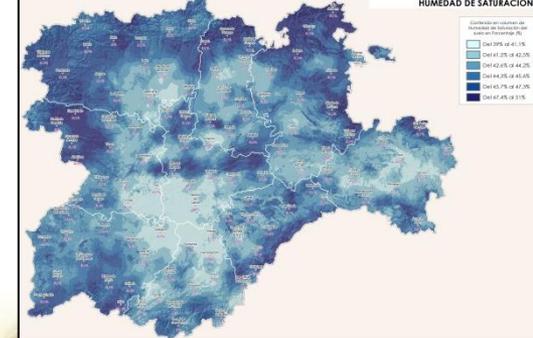
PROPIEDADES HIDRÁULICAS DEL SUELO: CAPACIDAD DE CAMPO



PROPIEDADES HIDRÁULICAS DEL SUELO: PERMEABILIDAD (Conductividad hidráulica en saturación)



PROPIEDADES HIDRÁULICAS DEL SUELO: HUMEDAD DE SATURACIÓN

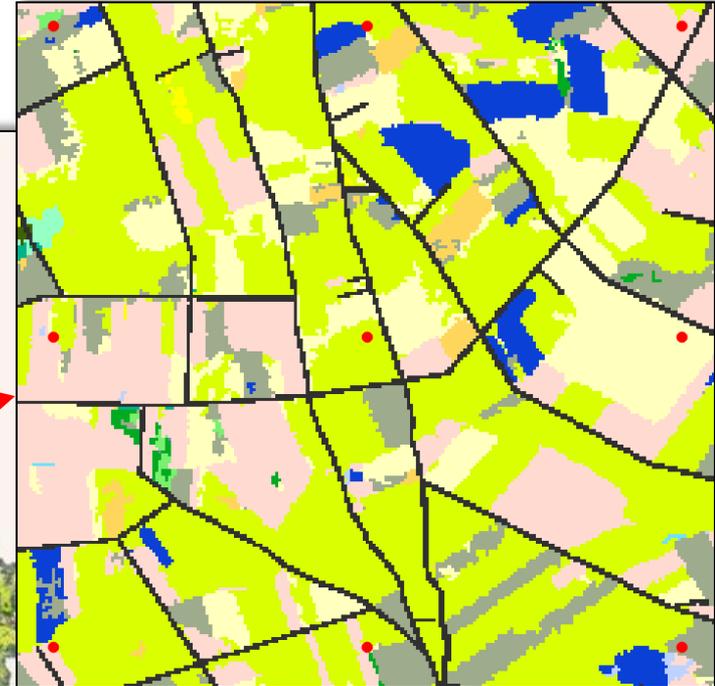
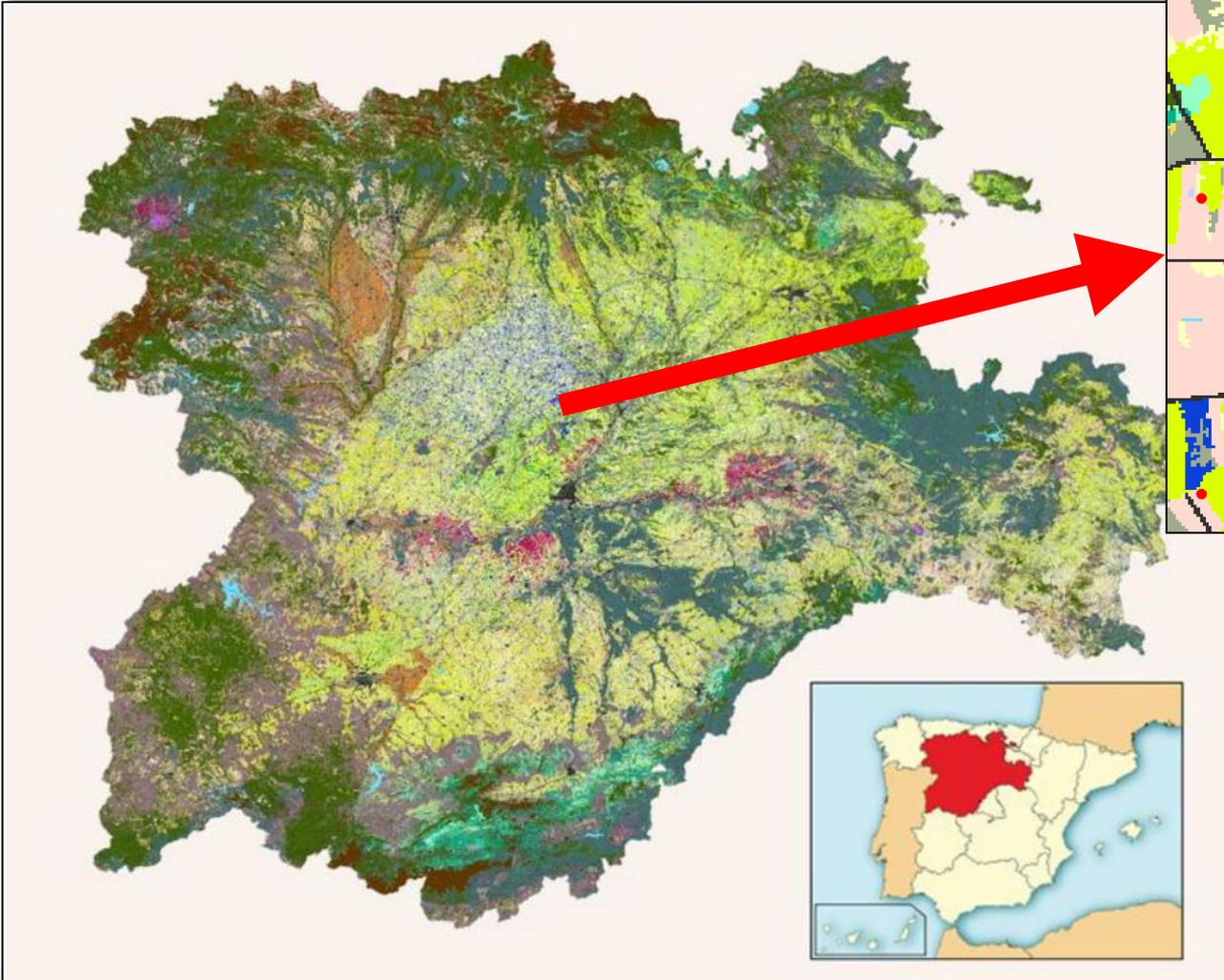


## Planteamiento de la ejecución:

- El periodo para la calibración es (1993)2004 → 2015 (limitado por ESYRCE) pero el periodo para los escenarios climáticos es 1986 → 2015.
- La ejecución de AquaCrop se realiza en una rejilla regular de 2 km x 2 km a lo largo de CyL, es decir, 23.540 localizaciones:
  - ✓ Clima: se interpolan todas las variables climáticas a dicha rejilla utilizando las estaciones de AEMET en el periodo 1985 → 2002 y AEMET + ITACyL (Inforiego) en el periodo 2003 → 2015.
  - ✓ Suelo: se interpolan las muestras de la BD de muestras de suelo de CyL (12.000 muestras aprox.) a la rejilla. Se obtiene mapas de textura que se transforman a capacidad de retención de agua.
  - ✓ Cultivo: definido por fechas fijas de los estados fenológicos.
  - ✓ Incorporación de la predicción determinista a 10 días
  - ✓ Ponderación del rendimiento del cultivo por la superficie del mismo en cada celda de la rejilla. La superficie del cultivo se obtiene del Mapa de Cultivos y Superficies Naturales de CyL 2015.



Ponderación: <http://mcsncyl.itacyl.es>



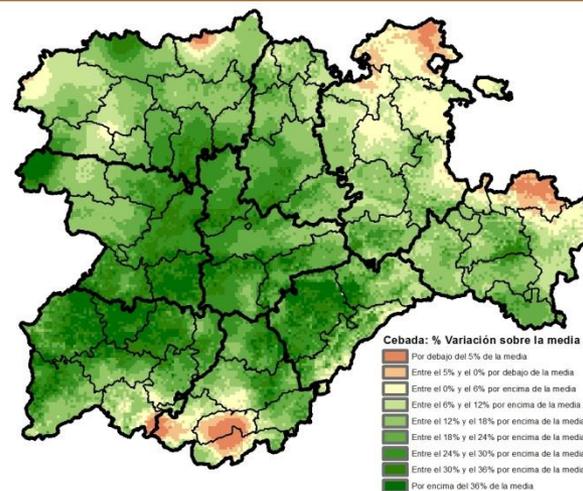
<http://cosechas.itacyl.es>



**CEREALES**

**Resumen**

*Los chubascos generalizados de la primera mitad de mayo han provocado que el rendimiento esperado de los cultivos se vea incrementado con respecto al pasado boletín que ya incluía una previsión de las lluvias ocurridas. Esta mejora, aunque generalizada en toda la Comunidad, es especialmente visible en el oeste y suroeste. Aunque en la zona este de la comunidad (Burgos y Soria) la precipitación no ha llegado a la cuarta parte de lo habitual, el rendimiento esperado se mantiene elevado. El desarrollo de los cultivos en secano, sigue siendo excepcionalmente bueno y permite ser optimista en lo que a rendimientos se refiere tanto para trigo (19%) como para cebada (24%). Aun en los escenarios futuros moderadamente secos las previsiones son sustancialmente mejores que en condiciones medias. Los datos apuntan a que los rendimientos de 2016 pueden acercarse a los históricos de 2008. El progresivo ascenso de las temperaturas durante esta primera semana facilitará la floración y el desarrollo de los frutos sin riesgos.*



**1. Resumen agroclimatológico detallado**

Las precipitaciones registradas desde el día 5, muchas de ellas en forma de chubascos, se han mantenido hasta el día 14 de mayo. Estas precipitaciones han sido causadas por la entrada de un embolsamiento de aire frío, con marcada componente sur y oeste lo que ha provocado que las más abundantes se registren en la ladera sur de los sistemas montañosos, sobre todo en las cercanías del Sistema Central y tercio oeste. Como se puede observar en el siguiente mapa, las precipitaciones han superado los 50 l/m<sup>2</sup> en la provincia de León, el oeste de Zamora, suroeste de Salamanca y Ávila en esta primera quincena de mayo.

Por otra parte, en el nordeste de Burgos y sureste de Soria apenas se han llegado a los 15 l/m<sup>2</sup>, lo que supone, aproximadamente, una cuarta parte del valor habitual del mes de mayo en estas zonas.

**RENDIMIENTO DE CEBADA (Kg/ha)**

PROVINCIAS	RENDIMIENTOS SIMULADOS HISTÓRICOS			SIMULACIÓN 2016		Variación en 2016 (%) respecto a la media 1986-2015	
	Media 2014	Media 2015	Media 1986-2015	Escenario moderadamente seco	Escenario moderadamente húmedo		
Ávila	1.875	1.618	2.410	3.047	<b>3.103</b>	3.163	29
Burgos	3.397	2.812	3.366	3.809	<b>3.833</b>	3.863	14
León	2.494	2.136	2.477	2.901	<b>2.903</b>	2.907	17
Palencia	2.914	2.373	2.861	3.463	<b>3.475</b>	3.488	21
Salamanca	1.933	1.807	2.783	3.490	<b>3.563</b>	3.635	28
Segovia	2.335	1.984	2.674	3.418	<b>3.457</b>	3.502	29
Soria	2.492	2.408	2.677	3.146	<b>3.181</b>	3.219	19
Valladolid	2.494	2.006	2.854	3.703	<b>3.745</b>	3.784	31
Zamora	2.393	1.937	2.714	3.532	<b>3.565</b>	3.598	31
CyL	2.608	2.173	2.854	3.508	<b>3.542</b>	3.576	24

# Descripción detallada de la metodología

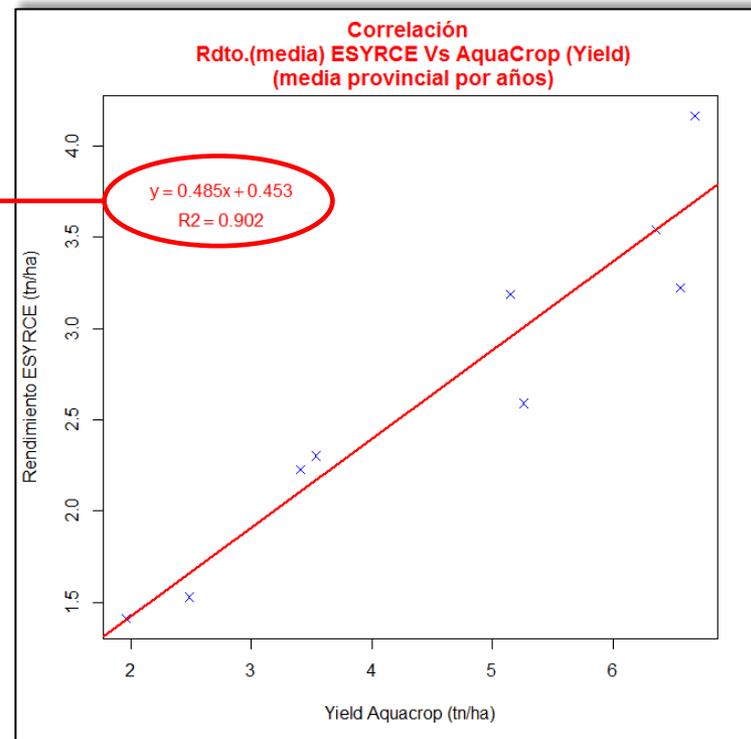


# Metodología (I): el pasado (2004-2015)



Fórmula de escalado de los rendimientos

SEGMENTO	AÑO	AQUACROP (t/ha)	ESYRCE (t/ha)
2514529	2.008	4.997	4.900
2514529	2.009	2.161	1.400
2514529	2.011	3.974	3.200
2514529	2.012	2.715	2.800
2514579	2.013	6.285	4.500
2514579	2.014	3.416	3.300



➤ Provincial

➤ Comarcal

# Metodología (II): el futuro 2015 -...

Para cada segmento

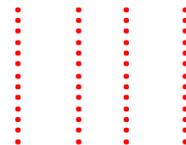


*Clima 2015*

*Clima 2004*

*Clima 2005*

*Clima 2006*

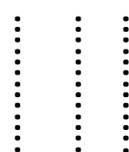


*Clima 2014*

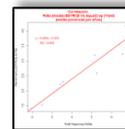
*Esc. 2004*

*Esc. 2005*

*Esc. 2006*



*Esc. 2014*

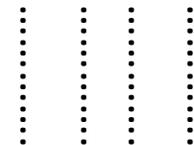


Escalado

Rendimiento 2004

Rendimiento 2005

Rendimiento 2006



Rendimiento 2014

Inicio simulación  
(25 septiembre)

Hoy (15 abril, 1 mayo, ...)

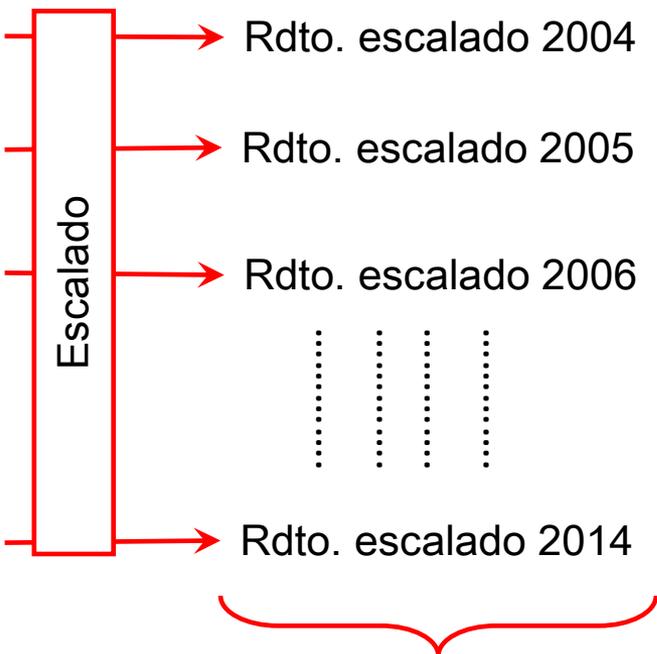
Fin simulación  
(1 julio)

Media ponderada por la superficie por año y comarca/provincia



# Metodología (II): el futuro 2015 - ...

Media ponderada por la superficie por año y comarca/provincia



Combinación de años

Provincia	Escenario moderadamente seco	<b>MEDIA</b>	Escenario moderadamente húmedo
Ávila	1.904	<b>2.174</b>	2.299
Burgos	3.132	<b>3.317</b>	3.434
León	2.189	<b>2.272</b>	2.288
Palencia	2.436	<b>2.582</b>	2.621
Salamanca	2.459	<b>2.613</b>	2.718
Segovia	2.066	<b>2.348</b>	2.446
Soria	2.496	<b>2.775</b>	2.933
Valladolid	2.311	<b>2.532</b>	2.532
Zamora	2.255	<b>2.386</b>	2.432
CyL	2.468	<b>2.658</b>	2.705

PROVINCIA	AÑO	RENDIMIENTO PONDERADO (t/ha)
Avila	2.004	2,335
Avila	2.005	2,031
Avila	2.006	1,871
Avila	2.007	2,746
Avila	2.008	2,997
Avila	2.009	1,906
Avila	2.010	2,263
Avila	2.011	2,127
Avila	2.012	1,814
Avila	2.013	1,901
Avila	2.014	1,922
Burgos	2.004	3,191
Burgos	2.005	3,093
Burgos	2.006	3,111
Burgos	2.007	3,585

Resumen estadístico de cada provincia

# Metodología (III): comparación de los resultados



SEGMENTO	AÑO	AQUACROP (t/ha)	ESYRCE (t/ha)
2514529	2.008	4.997	4.900
2514529	2.009	2.161	1.400
2514529	2.011	3.974	3.200
2514529	2.012	2.715	2.800
2514579	2.013	6.285	4.500
2514579	2.014	3.416	3.300

Media ponderada por la superficie  
por año y comarca/provincia

Escalado

Años enteros reales

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ávila	2.382	1.458	1.840	3.237	3.006	1.600	2.471	2.237	1.821	2.490	1.682
Burgos	3.212	2.515	3.122	3.720	4.189	2.890	3.579	3.527	3.030	3.762	3.304
León	2.051	2.041	2.191	2.643	2.661	1.975	2.494	2.644	2.085	2.533	2.347
Palencia	2.569	1.948	2.608	3.094	3.372	2.271	3.043	2.891	2.239	3.122	2.625
Salamanca	3.068	2.023	2.838	3.436	2.888	1.896	2.792	2.153	2.132	3.154	2.550
Segovia	2.733	1.292	2.366	3.299	3.619	1.944	2.928	2.634	1.916	2.708	2.264
Soria	3.110	1.591	2.222	3.466	3.329	1.905	3.246	2.899	1.852	2.819	2.477
Valladolid	2.816	1.553	2.407	3.503	3.619	1.901	3.054	2.928	2.215	3.316	2.437
Zamora	2.574	1.884	2.353	3.026	3.225	1.939	3.122	2.688	2.246	3.027	2.397
CyL	2.829	1.827	2.534	3.384	3.532	2.131	3.103	2.897	2.281	3.173	2.576

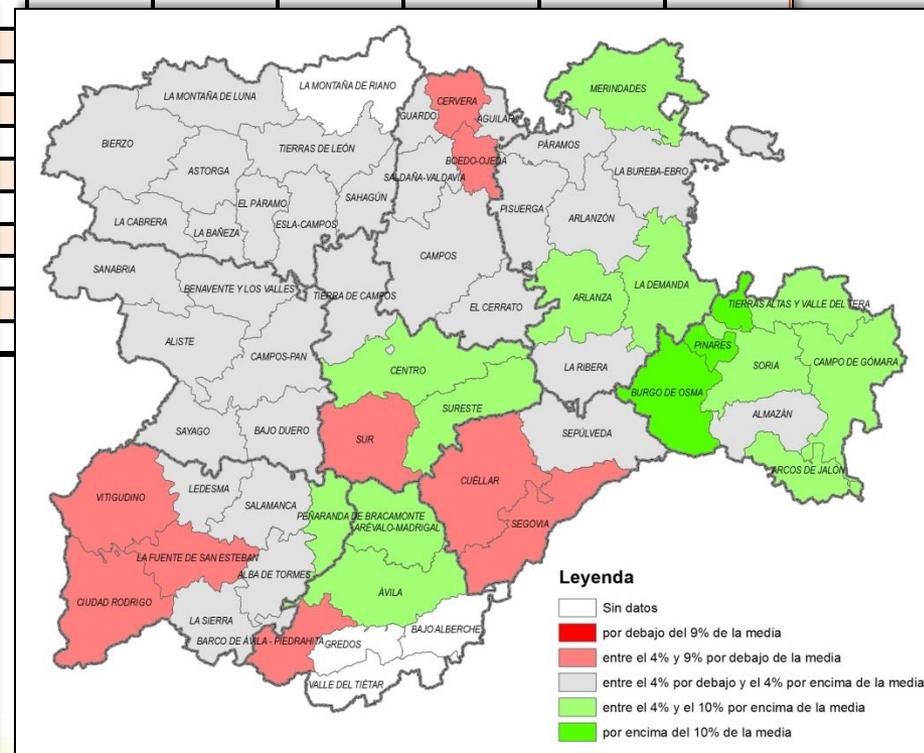
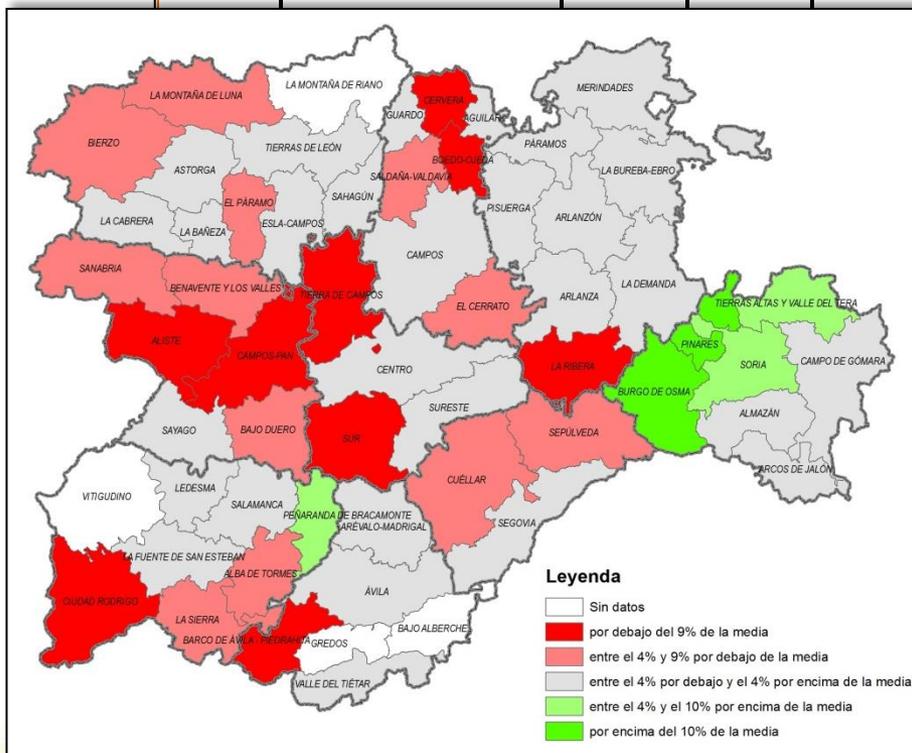
# Resumen de los resultados provinciales

RENDIMIENTO CEBADA DE SECANO (kg/ha)									
Provincia	Rendimientos históricos			Estimaciones 2015			Variación en 2015 (%) respecto 2014	Variación en 2015 (%) respecto a media 2004-2014	
	2013	2014	Media 2004-2014	Escenario moderadamente seco	<b>MEDIA</b>	Escenario moderadamente húmedo			
Ávila	2.490	1.682	2.202	1.904	<b>2.174</b>	2.299	29	-1	
Burgos	3.762	3.304	3.350	3.132	<b>3.317</b>	3.454	0	-1	
León	2.533	2.347	2.333	2.189	<b>2.272</b>	2.288	-3	-3	
Palencia	3.122	2.625	2.708	2.436	<b>2.582</b>	2.621	-2	-5	
Salamanca	3.154	2.550	2.630	2.459	<b>2.613</b>	2.718	2	-1	
Segovia	2.708	2.264	2.519	2.066	<b>2.348</b>	2.446	4	-7	
Soria	2.819	2.477	2.629	2.496	<b>2.775</b>	2.933	12	6	
Valladolid	3.316	2.437	2.704	2.311	<b>2.532</b>	2.532	4	-6	
Zamora	3.027	2.397	2.589	2.255	<b>2.386</b>	2.432	0	-8	
CyL	3.173	2.576	2.752	2.468	<b>2.658</b>	2.705	3	-3	



# Resumen de los resultados comarcales

RENDIMIENTO CEBADA DE SECANO (kg/ha)										
PROVINCIA	COMARCA	HISTORICO			PREDICCIÓN			DIFERENCIA		
		2013	2014	Media 2004-2014	1er Cuartil	MEDIA	3er Cuartil	%/media11años	%/2014	%/2013
Palencia	AGUILAR	2.607	2.563	2.501	2.212	2.433	2.532	-3	-5	-7
Salamanca	ALBA DE TORMES	2.860	2.508	2.685	2.463	2.555	2.621	-5	2	-11
Zamora	ALISTE	2.768	2.643	2.443	1.826	1.992	2.099	-18	-25	-28
Soria	ALMAZÁN	3.192	2.443	2.677	2.347	2.697	2.966	1	10	-16
Soria	ARCOS DE JALÓN	2.598	2.002	2.173	1.885	2.179	2.408	0	9	-16
Ávila	ARÉVALO-MADRIGAL	2.537	1.690	2.235	1.936	2.214	2.341	-1	31	-13



# Boletín de Predicción de Cosecha Castilla y León

04 MAYO 2015

Nº.2



**CEREALES**

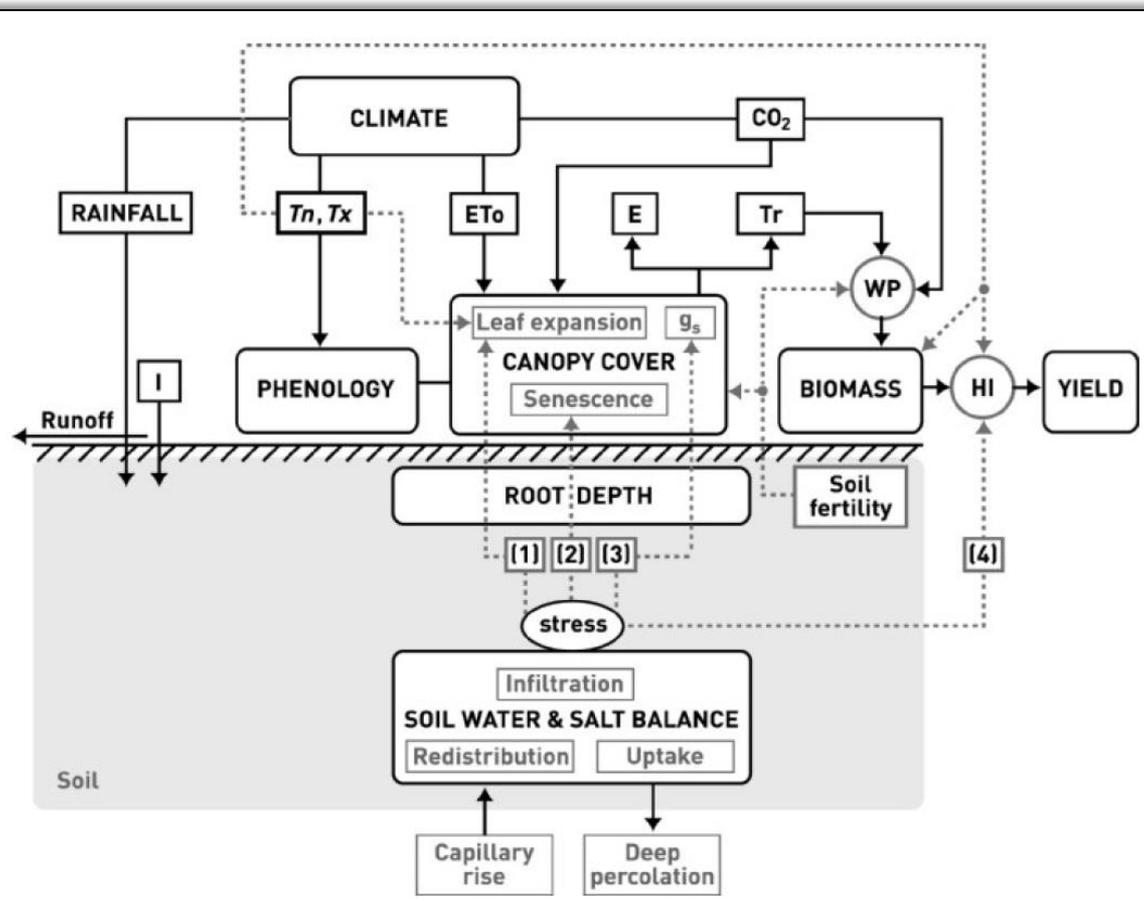
*Las lluvias del mes de abril han dado como resultado que la precipitación acumulada desde el mes de octubre sea más homogénea en toda la zona cerealista. De manera general se sitúa en valores similares o ligeramente inferiores a la media y se supera en el este y norte de la Comunidad. Se estima una cosecha de cebada un 3% inferior a la media y de trigo un 1% superior a la media. Entre el 4 y el 10 de mayo se espera que las precipitaciones se estabilicen en niveles normales y que se reduzcan en la semana del 11 al 17 de mayo. El escenario futuro es ligeramente pesimista, pero siempre en valores cercanos a la media. Se espera una cosecha total en Castilla y León de 2,3 millones de toneladas de cebada y 2,8 millones de toneladas de trigo.*

## 1. Resumen agroclimatológico

En el Boletín anterior (16 de octubre)



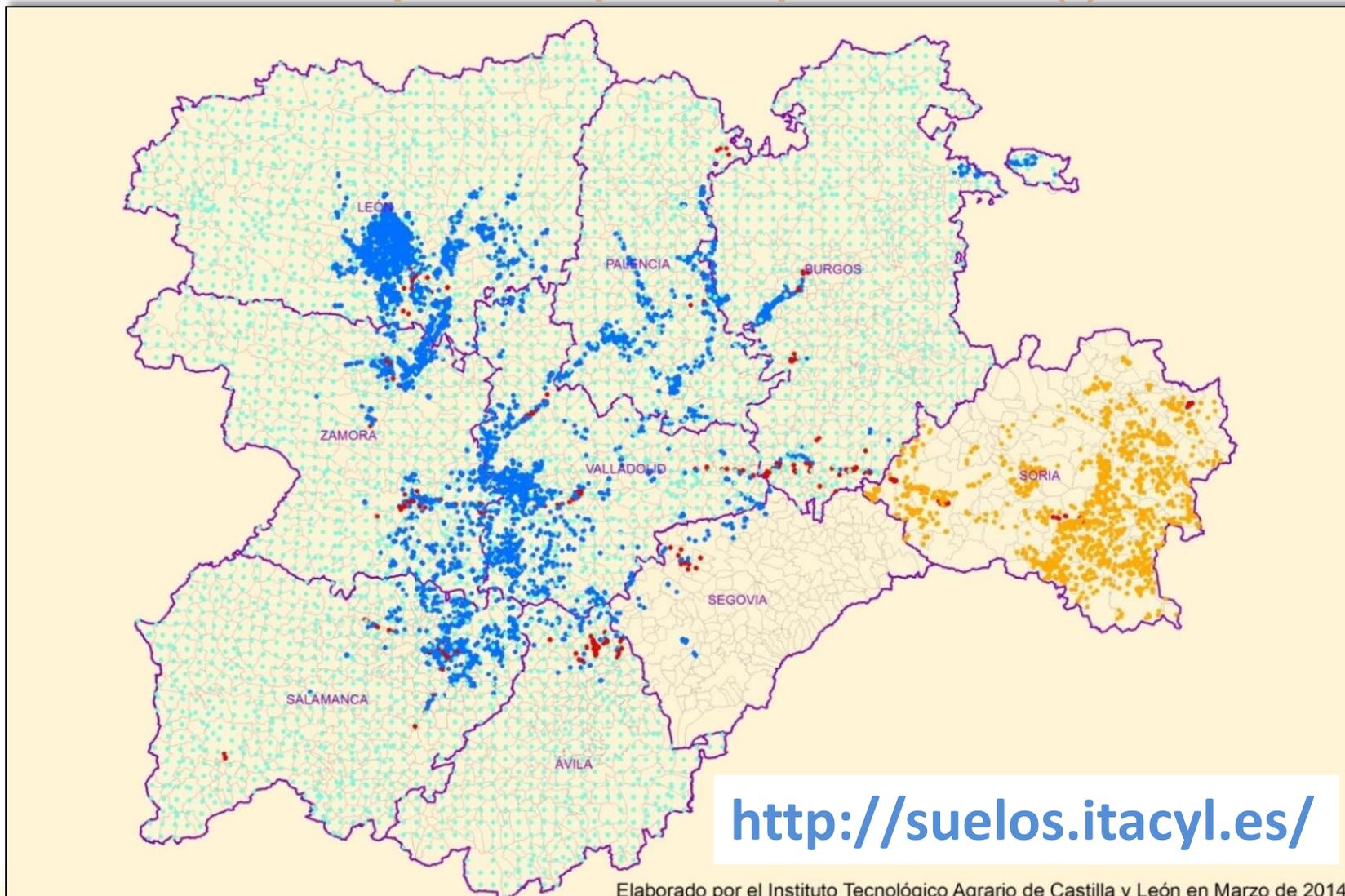
# Modelos agronómicos: AquaCrop



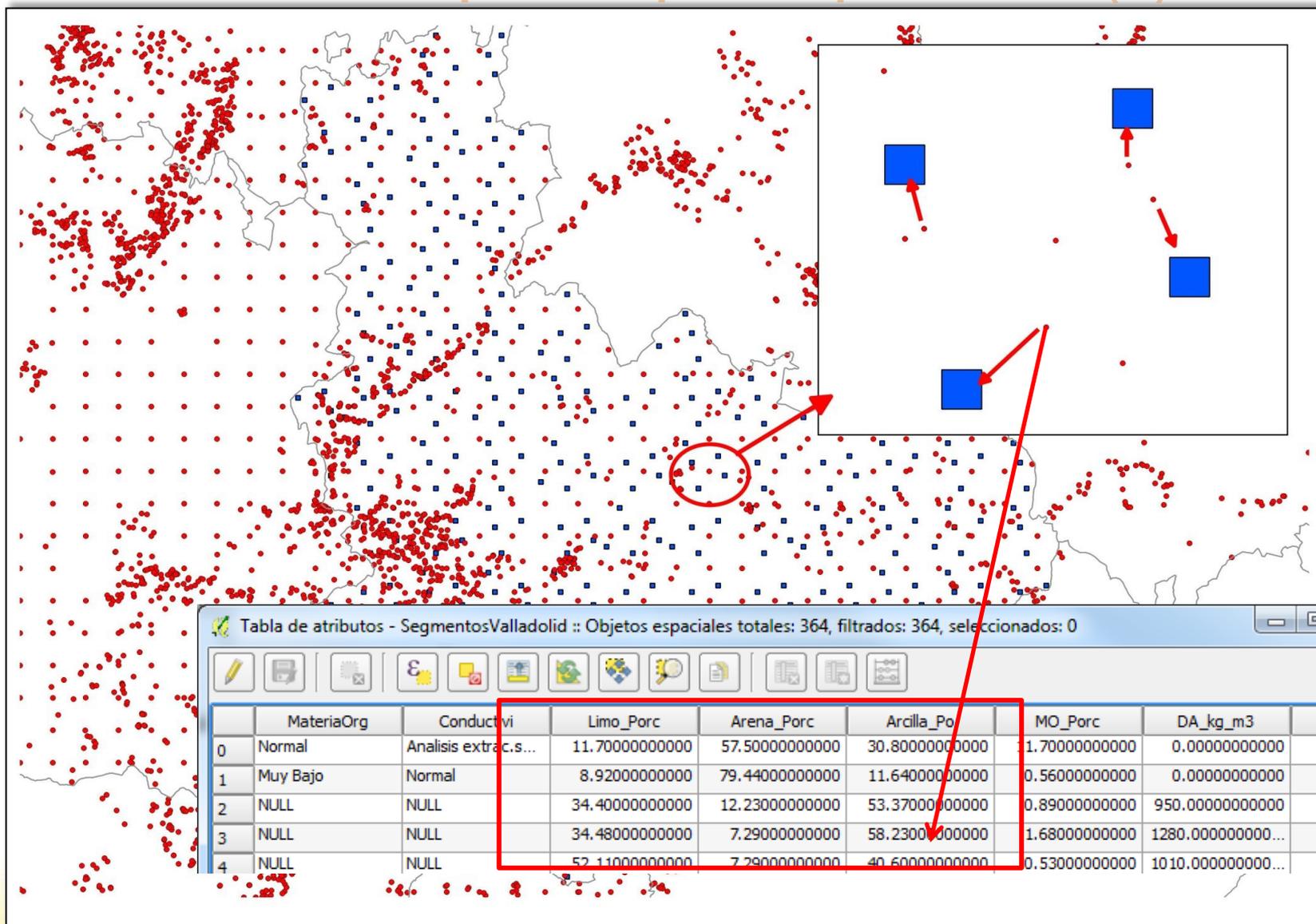
- Modelo desarrollado por la FAO.
- Necesita datos de:
  - ✓ Clima: Inforiego
  - ✓ Suelo: BD suelos ITACyL
  - ✓ Cultivo: GENVCE
  - ✓ ...
- Balance hídrico.



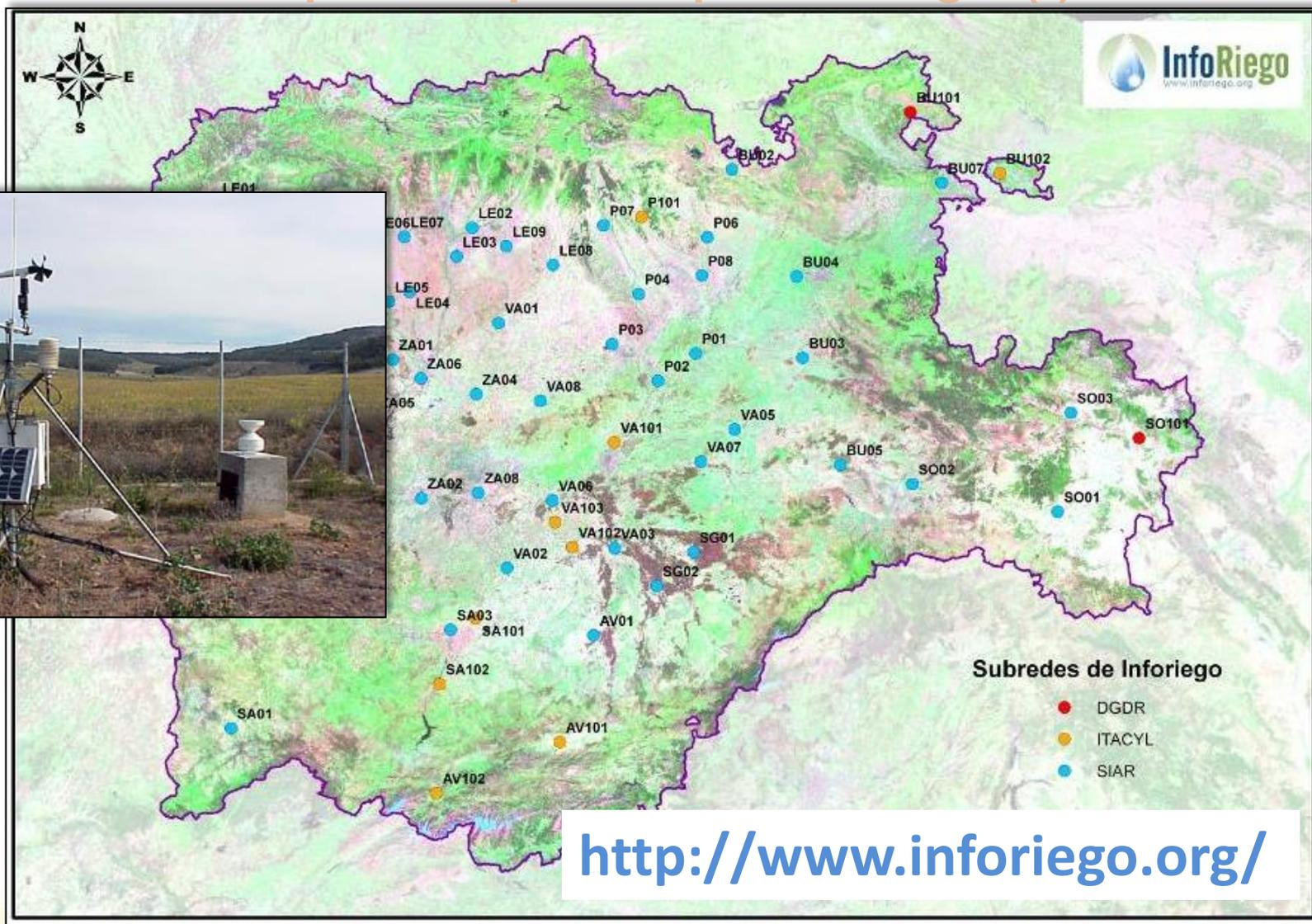
# Datos de entrada para AquaCrop: Suelos (I)



# Datos de entrada para AquaCrop: Suelos (II)



# Datos de entrada para AquaCrop: Inforiego (I)



# Datos de entrada para AquaCrop: Inforiego (II)

