

Modelización y control medioambiental de los regadíos modernizados por aspersión en el Valle medio del Ebro

Marzo, 2018

Doctoranda: Wafa Malik

Directora: Farida Dechmi

Unidad de Suelos y Riegos



**GOBIERNO
DE ARAGON**

Introducción



En las últimas décadas, la agricultura de regadío en España ha ganado territorio sobre la de secano. La superficie regada asciende en 2015 a 3,63 millones de hectáreas (MARM, 2015).

Problemática asociada al regadío



Aunque el regadío siga proporcionando importantes beneficios a la sociedad, también ha generado **problemas medioambientales** que son cada día más crecientes.



En Aragón, la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas por nitratos de origen agrícola (contaminación difusa) es un problema grave (Aragón supera 24% las necesidades reales de fertilización nitrogenada).

- Prácticas de manejo del agua de riego ineficientes (Isidoro et al., 2004).
- Intensificación de los insumos de producción (Withers et al., 2007).

Objetivo de la tesis

- **Objetivo general** Desarrollar estrategias de control de la contaminación difusa mediante modelos de simulación a nivel parcela (DSSAT) y cuenca (SWAT).



Escala de parcela (modelo de cultivos):

- Simula el crecimiento, desarrollo y rendimiento en función de la dinámica suelo-planta-atmósfera.



Escala de cuenca (modelo hidrológico):

- Predicción del impacto de las prácticas agrícolas sobre el agua, los sedimentos y transporte de nutrientes agrícolas

Objetivo de la tesis

- Objetivos específicos

1. Calibrar y validar los modelos de simulación DSSAT y SWAT en las condiciones del Valle Medio del Ebro para los principales cultivos:
 - Maíz, cebada, trigo, girasol.
 - Adaptación del modelo DSSAT al cultivo de alfalfa (uno de los principales cultivos en la zona de estudio y que no está todavía incorporado en el modelo DSSAT).
2. Analizar las mejores estrategias de control de la contaminación difusa para los diferentes escenarios.
3. Diseñar para el Valle Medio del Ebro las directrices de adaptación al cambio climático (sequía) y a la reducción del impacto medioambiental del regadío.

Zona de estudio: la Zona Regable de la Violada

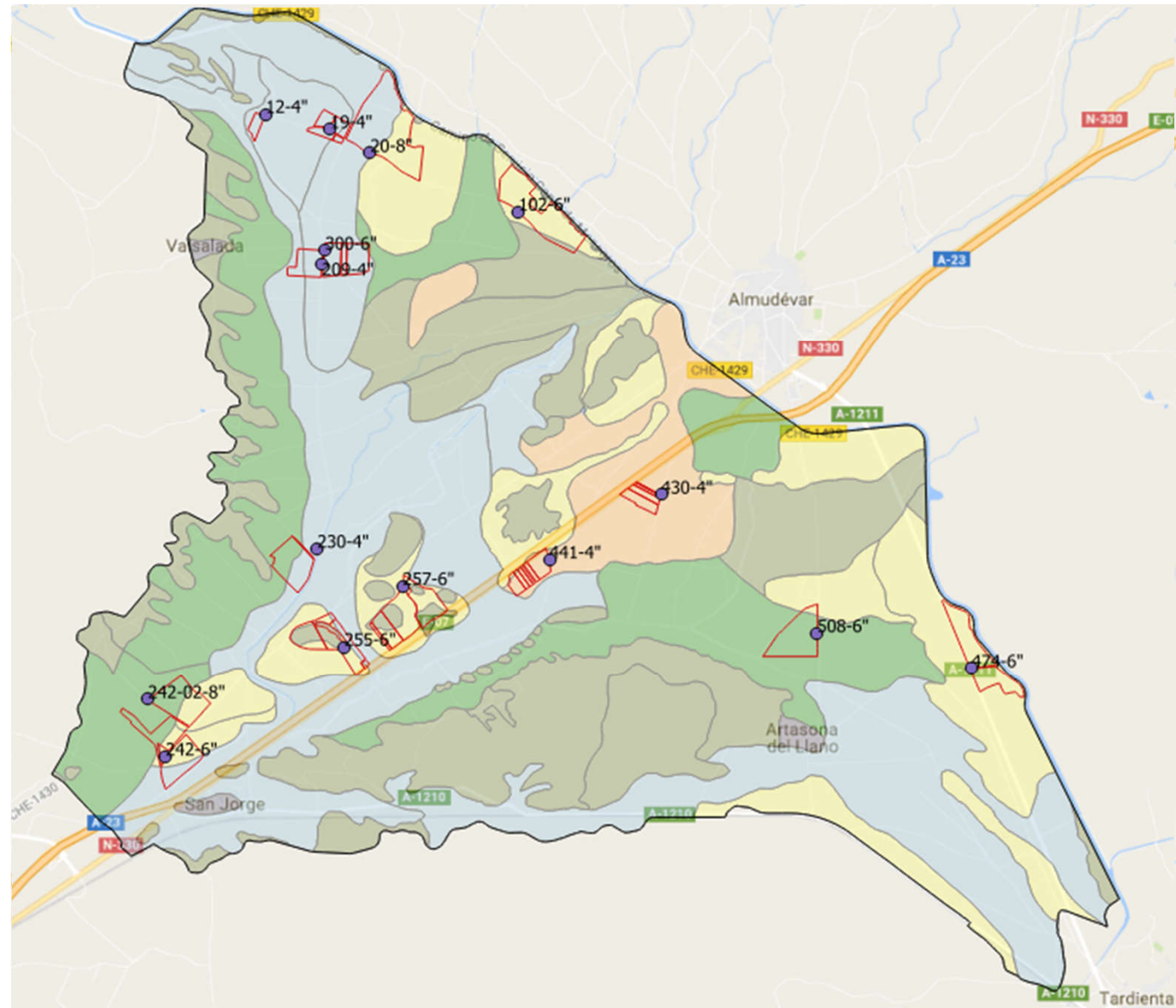


- Clima mediterráneo
- Superficie (4822 ha)
- Riego por aspersión (92%)
- Marco de aspersión 18x18m

Legenda de los suelos

- Calcixerept petrocálcico
- Calcixerept típico
- Haploxerept gypsic
- Urbano
- Xerofluvent típico
- Xerorthent típico

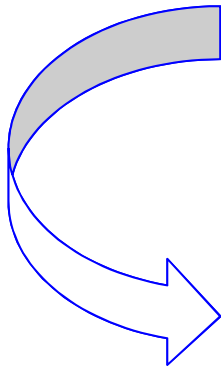
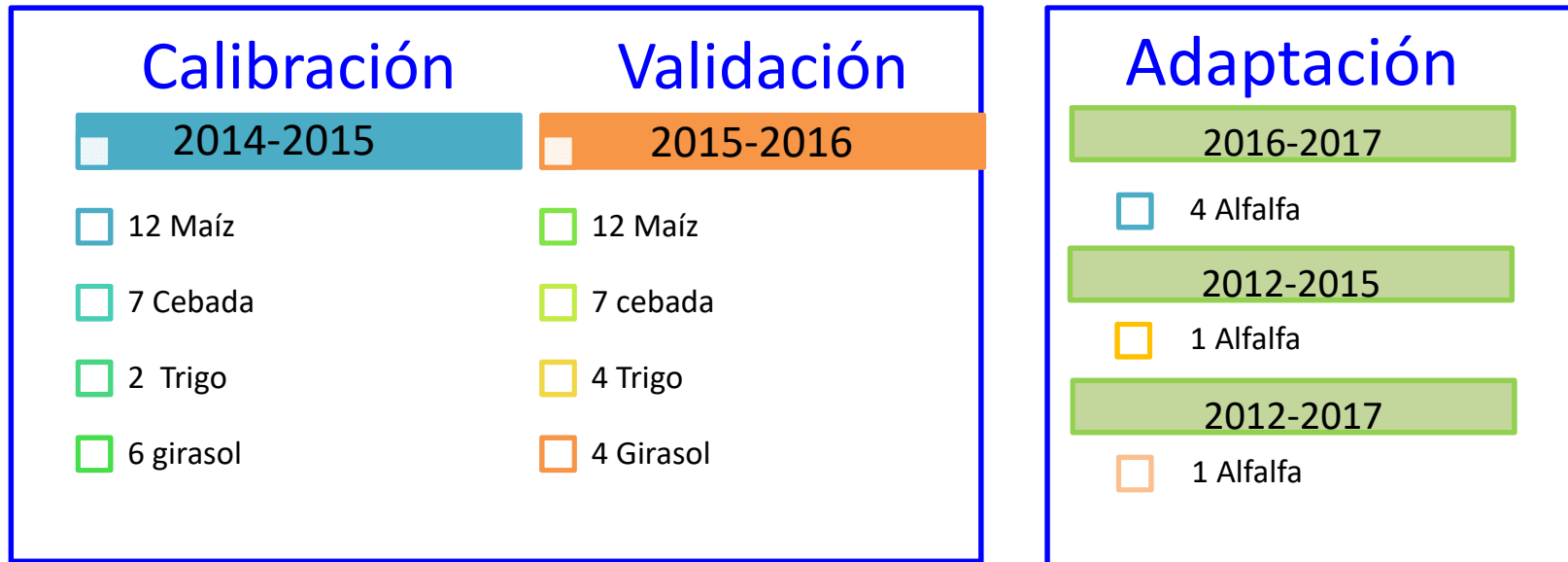
Parcelas de estudio



Fuente: Jiménez-Aguirre, 2013

Materiales y métodos

Calibración y Validación del DSSAT



- Datos meteorológicos (Red SIAR)
- Características de suelo
- Seguimiento Fenología (LAI 2000)
- Manejo del cultivo (encuestas)
- Rendimiento y sus componentes
- Concentración del N en grano y en biomasa

Materiales y métodos

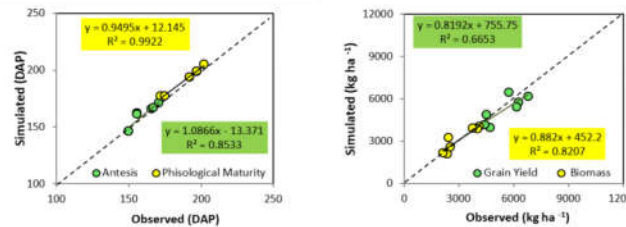
Datos para la calibración y validación de SWAT (ya recogidos para tres años hidrológicos)

- Se utilizan los datos medidos en la estación de aforo a la salida de la cuenca de la violada (toma-muestras, Thalimedes):
 - Caudal
 - Concentración de nitrato y fósforo
- Datos meteorológicos (2014-2017)
- Prácticas de manejo de cultivos:
 - 75 encuestas (2014-2015)
 - 71 encuestas (2015-2016)
 - 77 encuestas (2016-2017)
- Doses y calendario de riego con telecontrol
 - campaña 2014-2015
 - campaña 2015-2016
 - campaña 2016-2017
- Usos de suelo (declaración de cultivos).
- Mapa de suelo

Resultados

Calibración y Validación del DSSAT

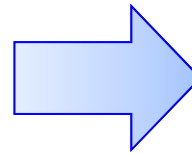
Calibración de la cebada



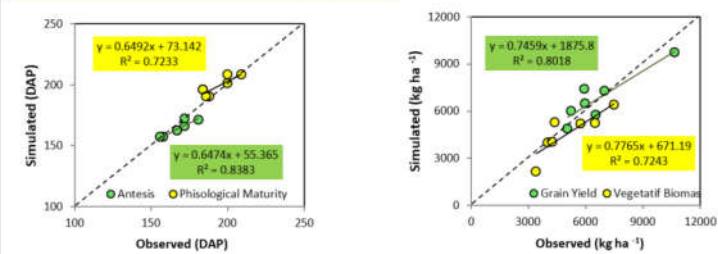
	d	NSE	BIAS (DAP)	nRMSE	RMSE(DAP)
ANTESIS	0.955	0.787	0.4	2	4
Physiological Maturity	0.982	0.932	2.6	1	3

	d	NSE	BIAS (Kg ha ⁻¹)	nRMSE	RMSE (Kg ha ⁻¹)
Grain Yield	0.88	0.56	-176	11	589
Biomass	0.95	0.80	94	12	358

Los coeficientes genéticos:
 PV1:50 P1D:70 P5:390 G1:22 G2:64 G3:8.0 PHINT:140



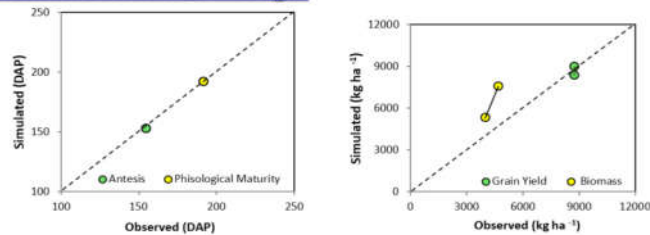
Validación de la cebada



	d	NSE	BIAS (DAP)	nRMSE	RMSE (DAP)
ANTESIS	0.87	0.58	-4	3	5
Physiological Maturity	0.82	0.37	5	4	7

	d	NSE	BIAS (Kg ha ⁻¹)	nRMSE	RMSE (Kg ha ⁻¹)
Grain Yield	0.96	0.79	197	12	814
Biomass	0.92	0.61	-469	17	867

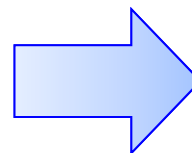
Calibración del Trigo



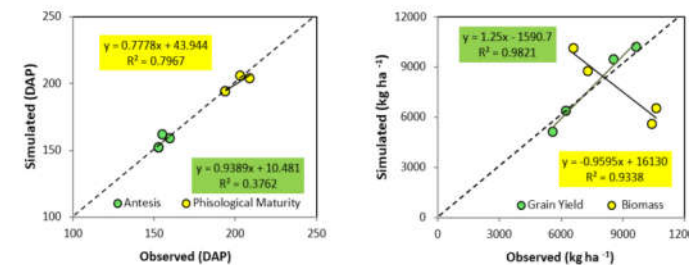
	d	NSE	BIAS (DAP)	nRMSE	RMSE (DAP)
ANTESIS	0.99	0.96	-2	1	2
Physiological Maturity	1	1.00	0	4	0

	d	NSE	BIAS (Kg ha ⁻¹)	nRMSE	RMSE (Kg ha ⁻¹)
Grain Yield	1	-283634	-102	4	317
Biomass	0.724	-41	2087	51	2231

Los coeficientes genéticos:
 PV1:8 P1D:81 P5:590 G1:45 G2:70 G3:5 PHINT:150



Validación del Trigo



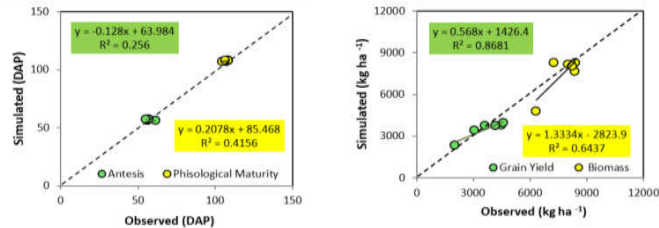
	d	NSE	BIAS (DAP)	nRMSE	RMSE (DAP)
ANTESIS	0.75	-0.59	1	2	4
Physiological Maturity	0.94	0.79	-1	1	3

	d	NSE	BIAS (Kg ha ⁻¹)	nRMSE	RMSE (Kg ha ⁻¹)
Grain Yield	0.977	1	285	8	577
Biomass	0.950	-3	-686	42	3689

Resultados

Calibración y Validación del DSSAT

Calibración del girasol

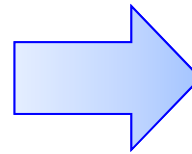


	d	NSE	BIAS (DAP)	nRMSE	RMSE (DAP)
ANTESIS	0.401	-0.392	-0.5	4	2
Physiological Maturity	0.333	-0.013	0.8	1	1

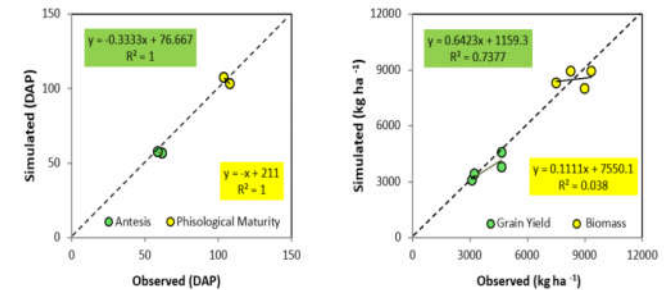
	d	NSE	BIAS (Kg ha ⁻¹)	nRMSE	RMSE (Kg ha ⁻¹)
Grain Yield	0.989	0.736	-97.8	13	463
Biomass	0.822	-0.196	-237	11	818

Los coeficientes genéticos:

P1:255 P2:3.74 P5:745 G2:1000 G3:1.95 O1:65



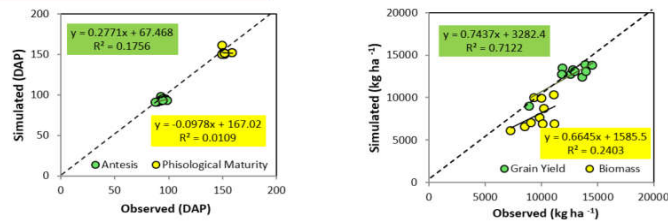
Validación del girasol



	d	NSE	BIAS (DAP)	nRMSE	RMSE (DAP)
ANTESIS	0.706	-5.579	-1.0	7	4
Physiological Maturity	0.150	-8.083	-1.0	4	4

	d	NSE	BIAS (Kg ha ⁻¹)	nRMSE	RMSE (Kg ha ⁻¹)
Grain Yield	0.878	0.620	-241.7	12	459
Biomass	0.514	-0.105	-490	9	742

Calibración del maíz

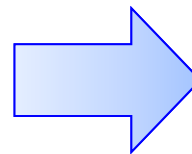


	d	NSE	BIAS (DAP)	nRMSE	RMSE (DAP)
ANTESIS	0.609	0.113	-0.2	3.1	2.9
Physiological Maturity	0.206	-1.094	-0.5	3	5

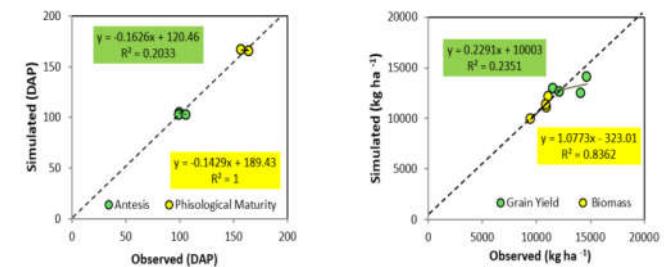
	d	NSE	BIAS (Kg ha ⁻¹)	nRMSE	RMSE (Kg ha ⁻¹)
Grain Yield	0.916	0.711	20.9	6	816
Biomass	0.694	-3	-1667	22	2158

Los coeficientes genéticos:

P1:243 P2:0.250 P5:735 G2:680 G3:8.50 PHINT:49.90



Validación del maíz



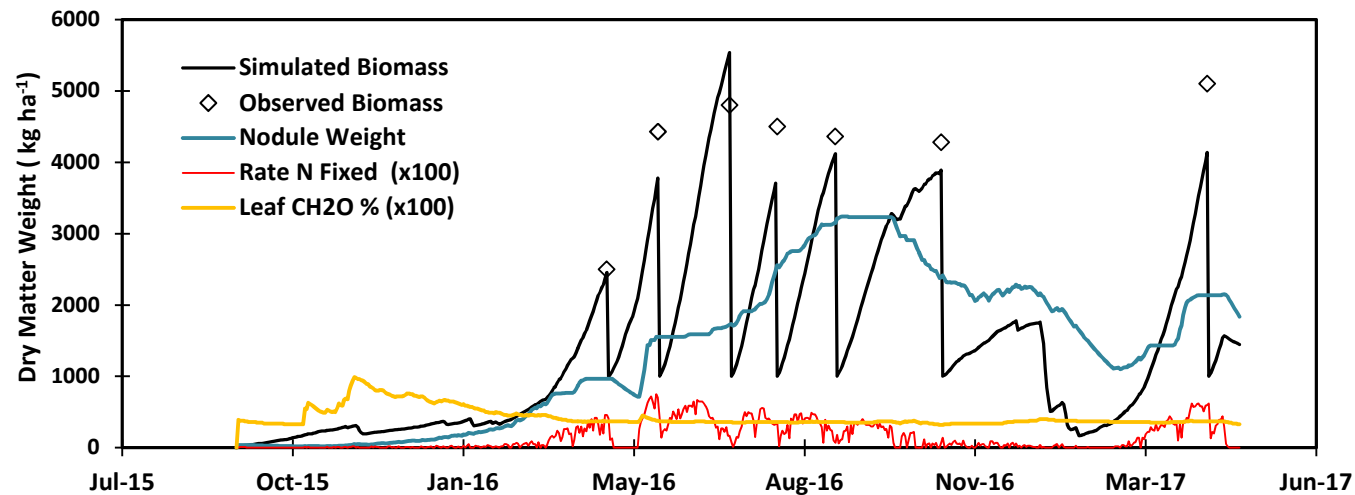
	d	NSE	BIAS (DAP)	nRMSE	RMSE (DAP)
ANTESIS	1	-1.439	2.8	4	4
Physiological Maturity	1	-3.245	6.0	4	7

	d	NSE	BIAS (Kg ha ⁻¹)	nRMSE	RMSE (Kg ha ⁻¹)
Grain Yield	0.636	0.225	-134.1	9	1165
Biomass	0.842	0.207	498.5	6	593

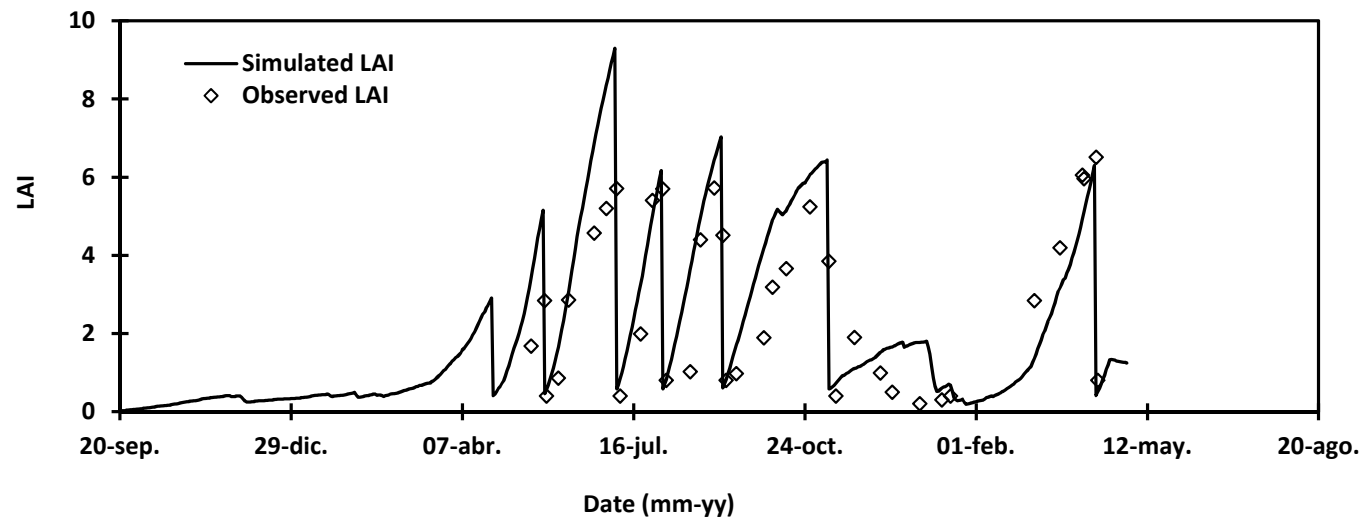
Resultados

Adaptación del cultivo de alfalfa al modelo DSSAT

Ensayo n°1:



	Tops kg/ha
Obs.	4281
Sim.	3948
RMSE	642
d-Stat.	0.8

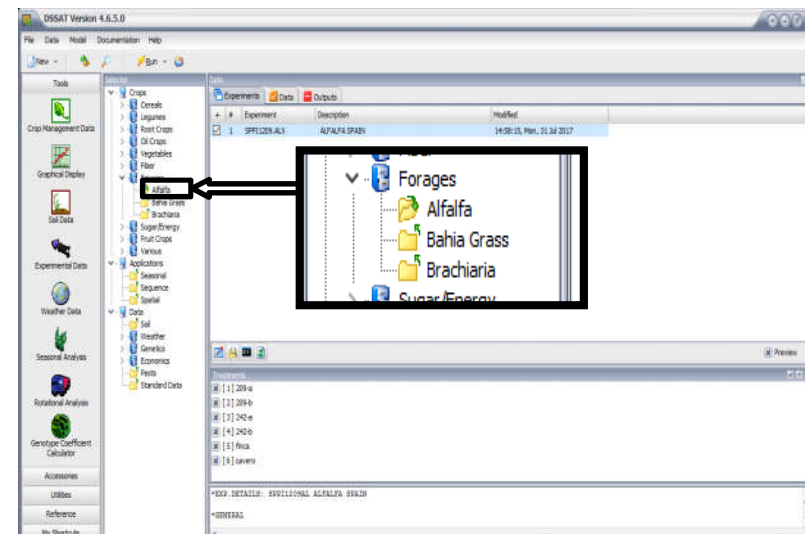


	LAI
Obs.	2.83
Sim.	2.49
RMSE	2.13
d-Stat.	0.73

Resultados

Estancia en la Universidad de Florida, EEUU

- **Duración:**
 - 3 meses (1 de mayo- 31 de julio del 2017)
- **Tutor:**
 - Kenneth J. Boote: Professor Emeritus, departamento de agronomía
- **Objetivo:** Adaptación del DSSAT al cultivo de alfalfa.
- **Resultados:**
 - Se ha incluido el cultivo de alfalfa en la nueva versión del modelo DSSAT (v4.7).
 - Publicación de los resultados obtenidos durante la estancia en el siguiente artículo:



Malik W., Boote K.J., Hoogemboom G., Cavero J. Dechmi F. (2018) Adapting the CROPGRO model to simulate alfalfa growth and yield. “Accepted” (Agronomy Journal).

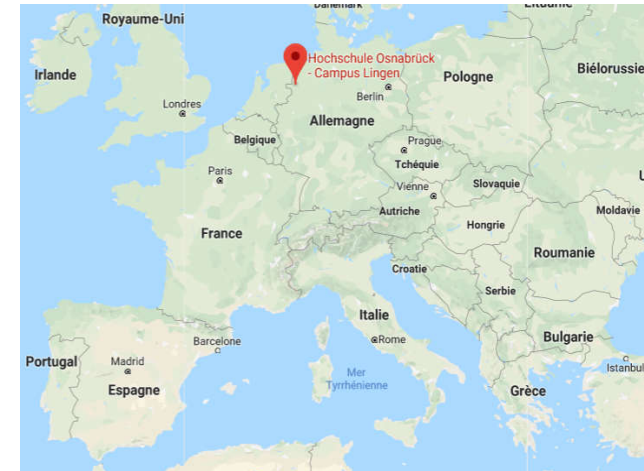
Estancia en Osnabrueck University, Alemania

➤ Duración:

- 3 meses.
- 15 de septiembre hasta 15 de diciembre del 2018.

➤ Tutor: Ruediger Anlauf

- Profesor en La ciencia del suelo, Física de suelos y sustratos.
- Faculty of Agricultural Sciences and Landscape Architecture



➤ Cronograma

Mes	1				2				3			
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Análisis de datos	■	■	■									
Elaboración de los escenarios			■	■	■	■	■					
Aplicación de los escenarios mediante el modelo SWAT						■	■	■	■			
Redacción de un artículo										■	■	■

Plan de diseminación

Publicaciones en revistas de impacto

1. **Malik W., Boote K.J., Hoogemboom G., Cavero J., Dechmi F., 2018.** Adapting the CROPGRO model to simulate alfalfa growth and yield. *Agronomy Journal*. (Accepted)
2. **Malik W., Isla R., Dechmi F., 2018.** Performance of DSSAT-CERES-MAIZE under different nitrogen availability in intensive irrigated system. *Agricultural Water Management Journal*. (en revisión)

Congresos Internaciales (48 h)

1. **Malik W., Isla R., Dechmi F., 2017:** DSSAT evaluation to improve management practices of irrigated maize under Mediterranean conditions. Comunicación oral. Scientific Days of Medjerda, ESIER Medjez el Bab, Túnez, 25 & 27 October.
2. **Malik W., Dechmi F., Isla R., 2016:** DSSAT model as a tool for water and Nitrogen management in intensive irrigated areas: calibration and validation. International congress: International Modelling Symposium, iCROPM Berlin, 15, 16 and 17th March 2016.

Plan de diseminación

Seminarios (30.5h)

- **Malik W., Dechmi F., 2017:** La calibración y validación de los principales cultivos en La Zona Regable La Violada. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón, Zaragoza. (0.5h)
- **Malik W., Dechmi F., 2016:** Modelización y control medioambiental de los regadíos modernizados por aspersión en el Valle medio del Ebro. Ciclo de Seminarios 2016 del grupo Riego Agronomía y Medio Ambiente (CITA-EEAD), Estación Experimental Aula Dei, Zaragoza. (0.5h)
- Asistencia en la jornada de presentación del proyecto LIFE ARMEDIA: reducción de la emisión de amoníaco mediante técnicas innovadoras de fertirriego con purines, organizado por el cita y celebrado en el Instituto agronómico Mediterraneo de Zaragoza el 9 de Noviembre de 2017. (8h)
- Asistencias en los Ciclo de Seminarios del año 2017 del grupo Riego Agronomía y Medio Ambiente (CITA-EEAD), en el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón, Zaragoza. (3h)
- Seminario "Environmental Sensors & Measurements in the Soil-Plant-Atmosphere Continuum, Museo Nacional de Ciencias Agrarias, 26 Septiembre 2016Asistencias en los Ciclo de Seminarios del año 2016 del grupo Riego Agronomía y Medio Ambiente (CITA-EEAD), en el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón, Zaragoza. (13.5 h)
- Asistencias en los seminarios de Jornada de bienvenidas y evaluación de doctorandos del programa ciencias Agrarias y del Medio Natural. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón, Zaragoza. (5h)

Otros cursos (49 hours)

- ❖ **2016: (24h)** Introductory QSWAT course directed by Raghavan Srinivasan at Hidromod, Lisbon university and Instituto Superior Técnico (13-15th of January), (Portugal).
- ❖ **2015: (25h)** ArcGis for desktop y spatial analyst 10.3, organized by Esri España, (November 30th to December 4th), Zaragoza (Spain).
- ❖ **2018** (en proceso) : Curso online(e-learn) del análisis estadístico usando software R

Gracias por su atención

- **Doctoranda: Wafa Malik**
- **Directora: Farida Dechmi**

Unidad de Suelos y Riegos



**GOBIERNO
DE ARAGON**