

Estudio de la Adaptación local al cambio climático de los cultivos de trigo y cebada en España



Unión de Pequeños
Agricultores
y Ganaderos



POLITÉCNICA
"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL

ceigram

CONVENIO UPA-CEIGRAM PROYECTO INFOADAPTA-AGRI II

M. Ruiz-Ramos
A. Rodríguez

Madrid
Junio de 2019



20
AÑOS





CONTEXTO

CIENTÍFICO

- Análisis de los efectos del cambio climático en los cultivos
- La adaptación debe ser estudiada a **escala local** (Ruiz-Ramos et al., 2018)
- Existen incertidumbres: **NO se pueden eliminar pero sí reducir**
- Contribuye a INFOADAPTA-AGRI II en la Actividad 8, Resultado esperable R8, Fuente de verificación F9

CONTEXTO

CIENTÍFICO

Fuente de incertidumbre	Estrategia seguida
Especie y variedad consideradas	Especies y variedades de cereal de referencia (ej. trigo tipo invierno y tipo primavera, cebada)
Suelo considerado	Varios perfiles de suelo según disponibilidad de datos
Manejo del cultivo	Manejo estándar y rendimiento limitado por meteorología (sin estrés biótico)
Clima	Uso de un conjunto de modelos de clima, con el sesgo corregido con observaciones (Ruiz-Ramos et al., 2016; Rodríguez et al., 2019), CORDEX-EUR11 Periodos 1976-2005 y 2021-2050
Escenario climático futuro	Uso de escenarios: “Representative Concentration Pathways” (RCPs, Collins et al., 2013). Escenario optimista (RCP4.5) y pesimista (RCP8.5)
Simulaciones locales de cultivos	Localidades con datos disponibles (cultivo, meteo, suelo) variedades calibradas y validadas en proyectos UPM (ej. Ruiz-Ramos et al., 2011), modelo DSSAT v4.7

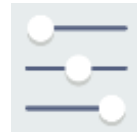
METODOLOGÍA

Metodología general
siguiendo

Ruiz-Ramos et al. (2018)



1. Estudio
datos de
clima
futuro



2. Estudio de
variedades
trigo y cebada
(Calibración
colaboración
Iñigo Gómara)



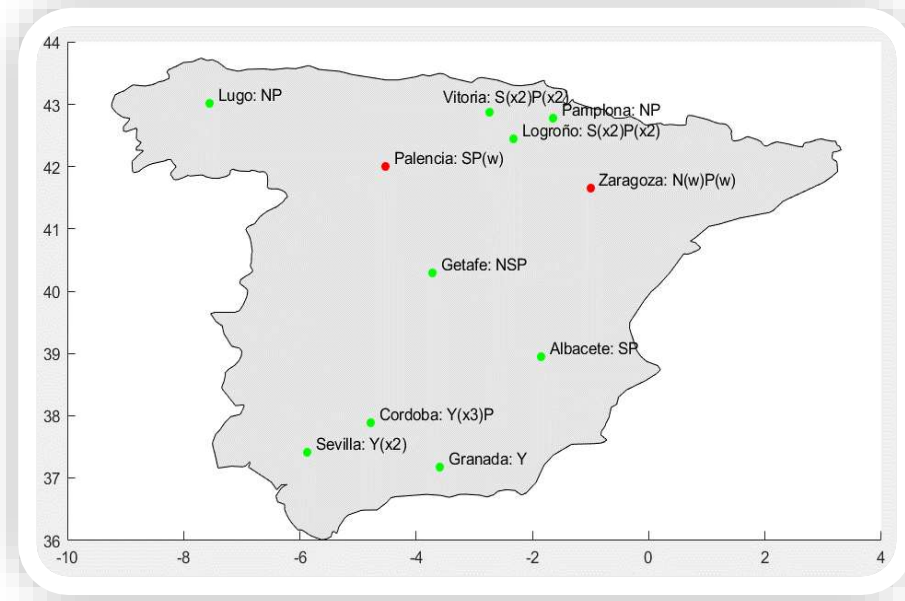
3. Puesta a
punto del
modelos de
simulación
de trigo y
cebada
(Validación)



4. Simulaciones de
impacto y
adaptación del
trigo y la cebada al
cambio climático



5. Interpretación de
resultados



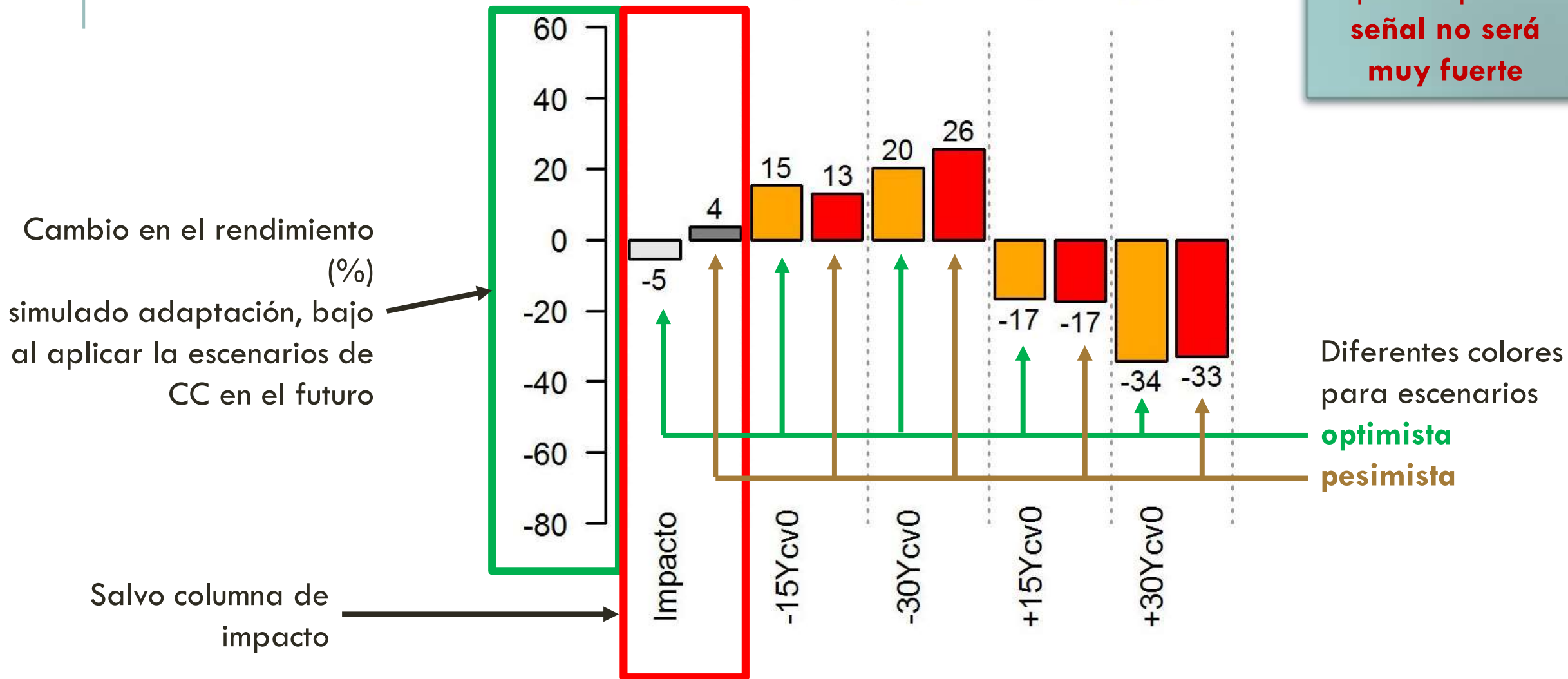
METODOLOGÍA

5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

- Evaluación del **impacto**
 - Comparando el periodo base o presente (1976-2005) con el periodo futuro (2021-2050) sin adaptar
- Evaluación de las **adaptaciones**
 - Comparando el periodo futuro para las diferentes adaptaciones con respecto al mismo periodo futuro sin adaptar
- **Resultados:** como en la fase de validación
 - Medias obtenidas con los 30 años de simulación y 10 modelos climáticos

RESULTADOS

Sevilla_San_Pablo (Lebrija)



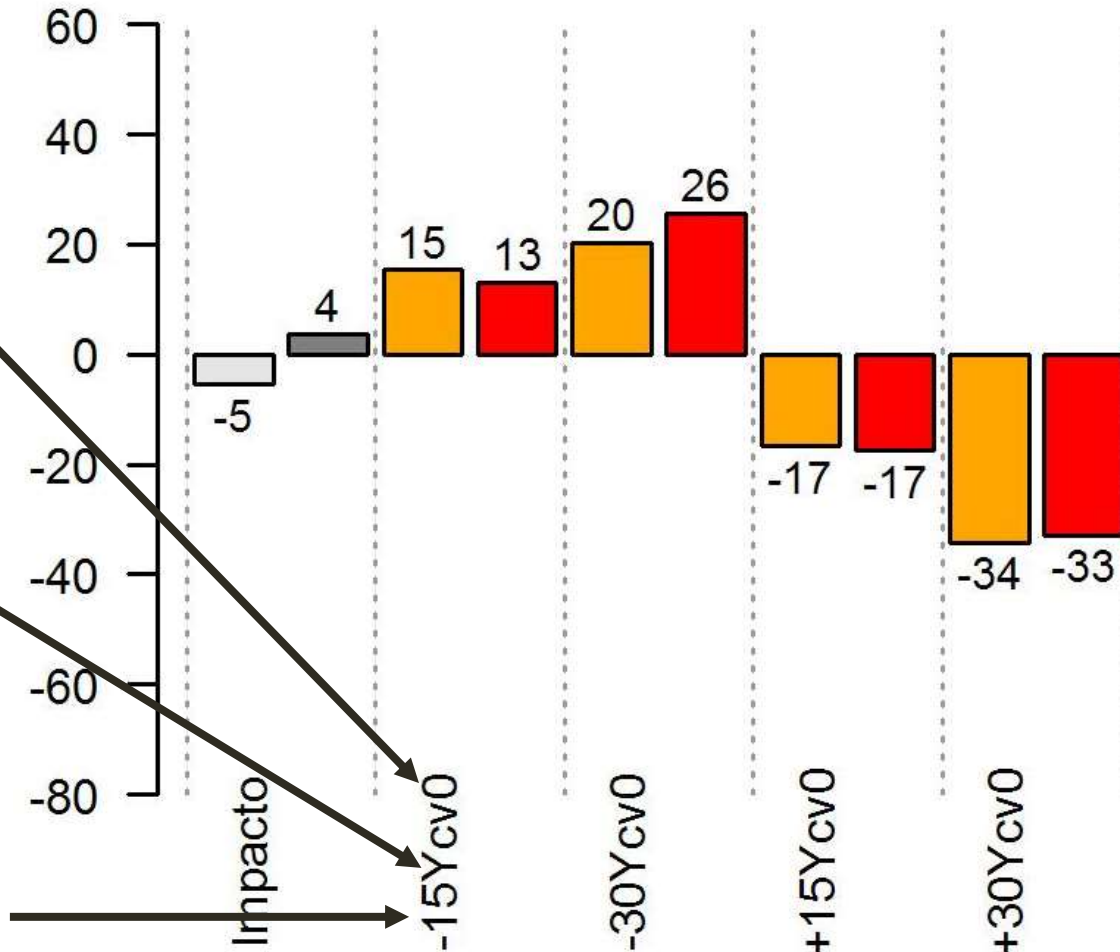
RESULTADOS

Sevilla_San_Pablo (Lebrija)

Cultivar cv0 (estándar), cv1 (más corto) cv2 (más largo)

Necesidades de vernalización (Y, sin cambios en la vernalización, N sin necesidades de vernalización)

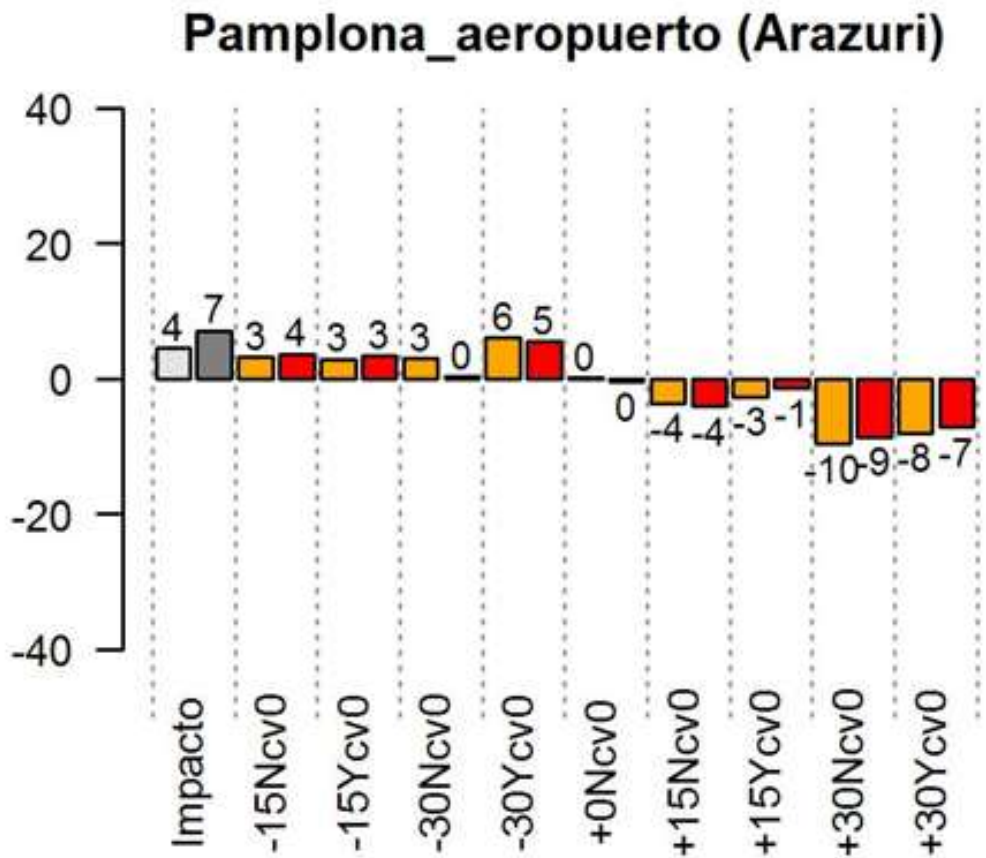
Adelanto o retraso en la fecha de siembra (-15 días de adelanto)



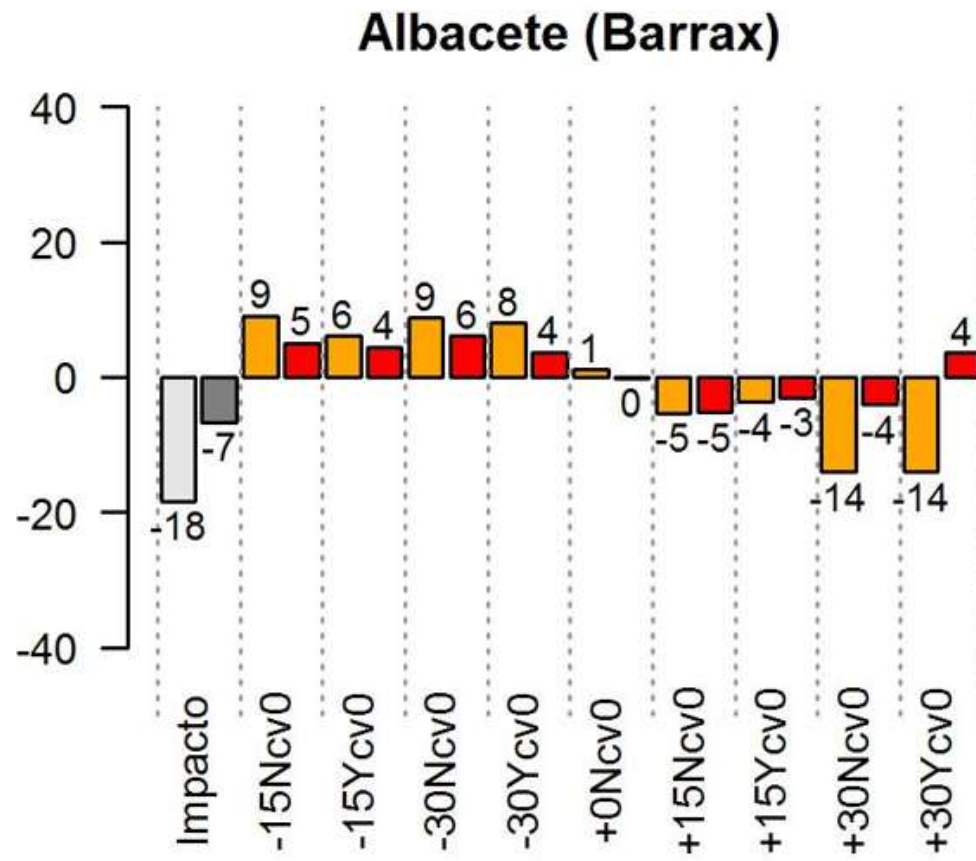
+30Ycv0: adaptación consistente en sembrar una **variedad** que mantiene sus necesidades de vernalización y la misma duración del ciclo pero 30 días más tarde.

Ejemplo

Adaptando solo fecha de siembra y vernalización y seleccionando la mejor opción



Norte



Centro-Sur

Títulos

Localidad (ID suelo)

Impacto RCP4.5

Impacto RCP8.5

Adaptación RCP4.5

Adaptación RCP8.5

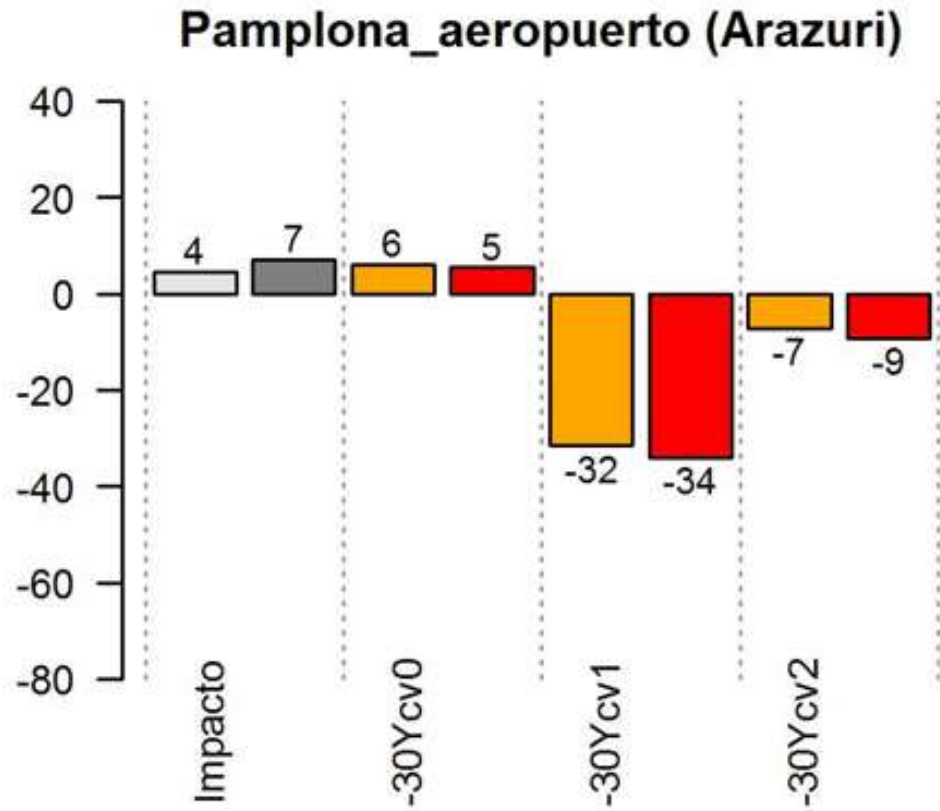
(F no adap vs.

P no adap)

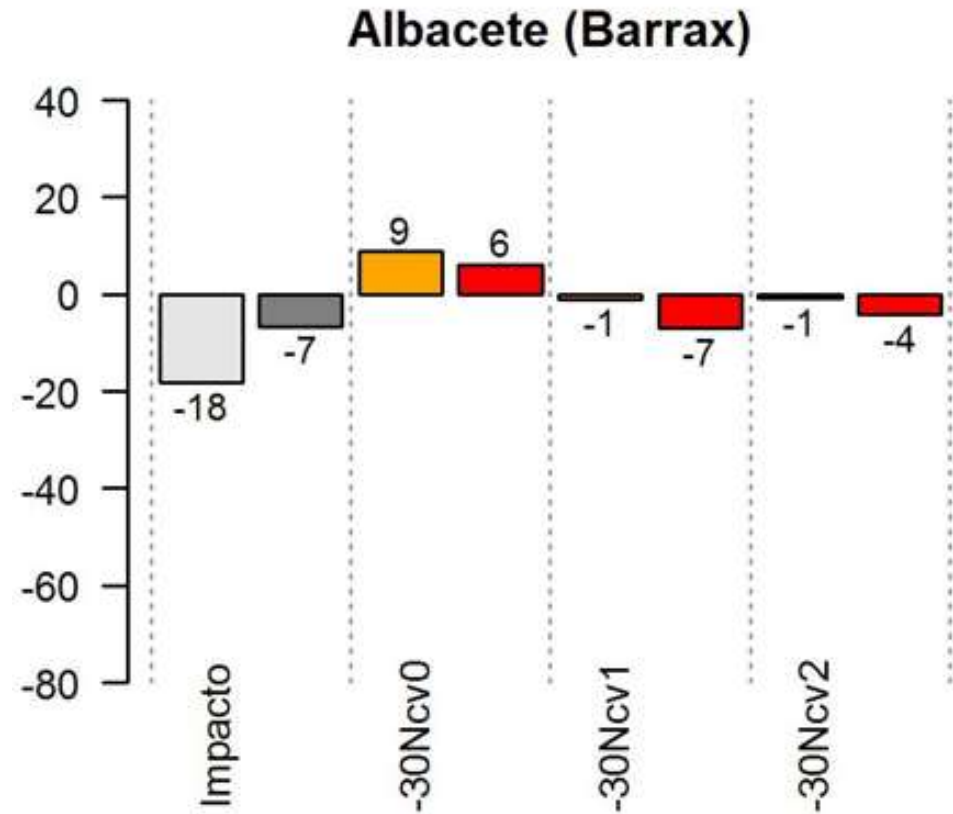
(F adap vs.

F no adap)

Probando la mejor opción con varias duraciones del ciclo



Norte



Centro-Sur

Títulos

Localidad (ID suelo)

■ Impacto RCP4.5

■ Impacto RCP8.5

■ Adaptación RCP4.5

■ Adaptación RCP8.5

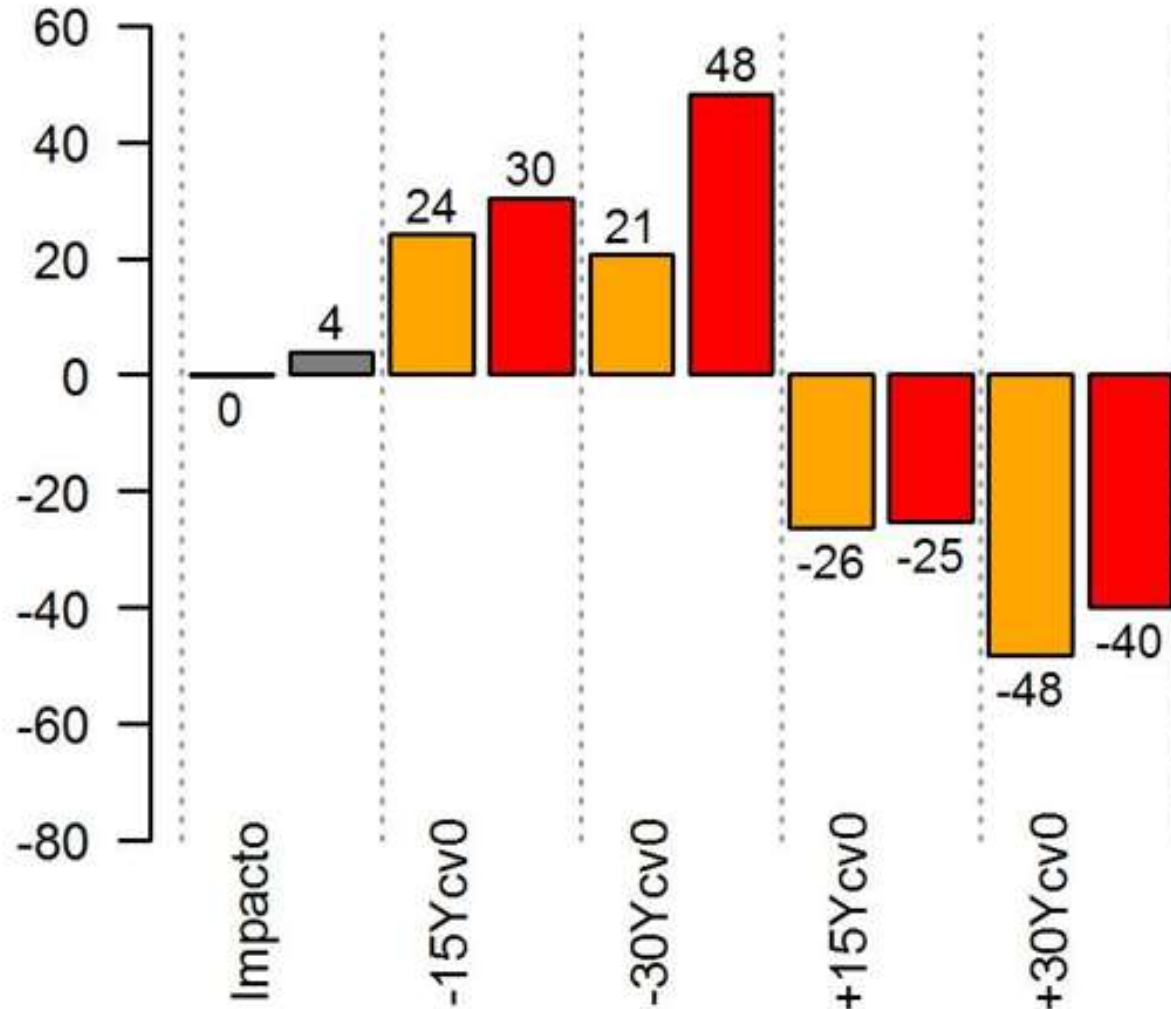
(F no adap vs.

P no adap)

(F adap vs.

F no adap)

Cordoba (Palmadelrio)



Títulos

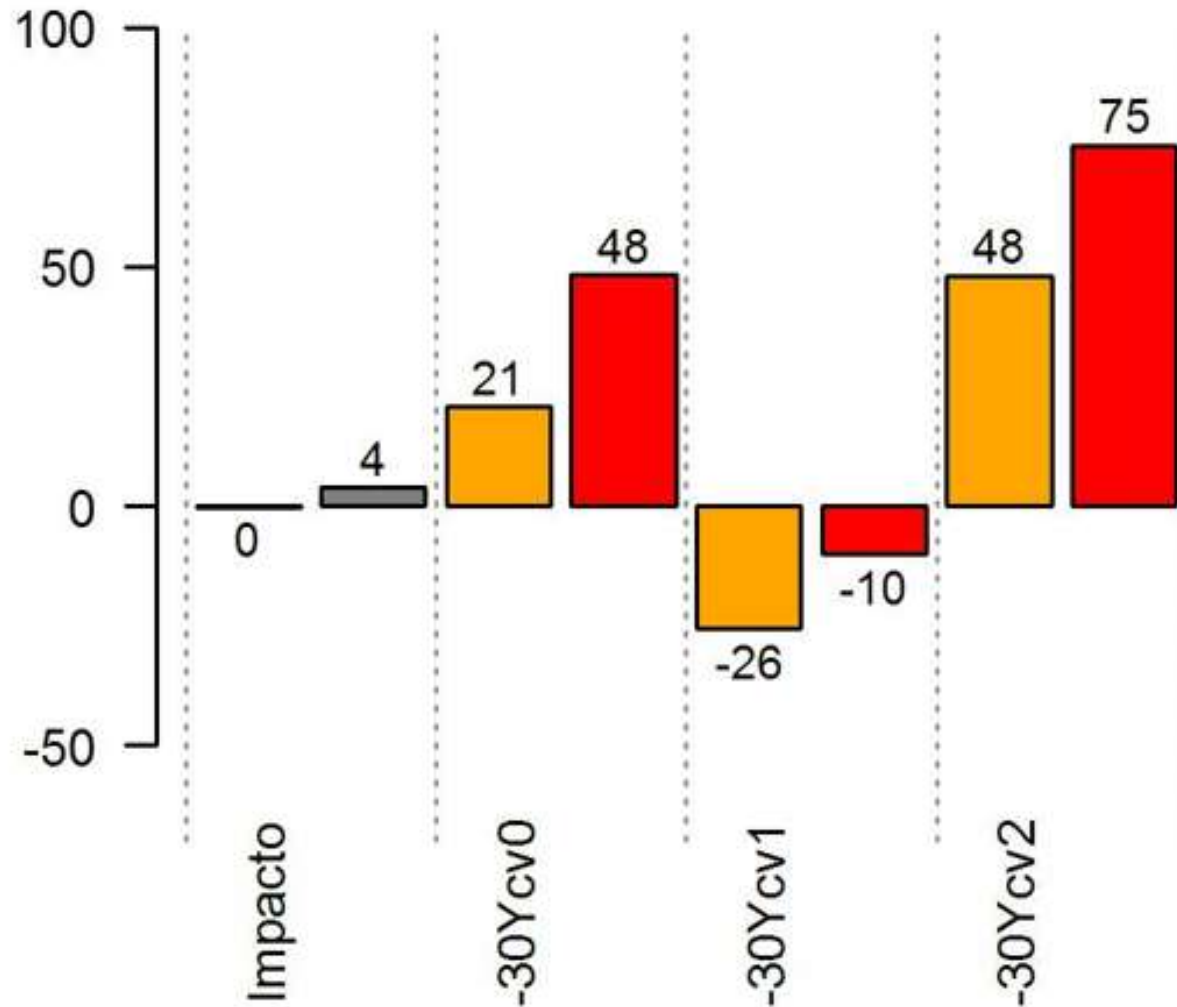
Localidad (ID suelo)

- Impacto RCP4.5
- Impacto RCP8.5
- Adaptación RCP4.5
- Adaptación RCP8.5

(F no adap vs.
P no adap)
(F adap vs.
F no adap)

Probando la mejor opción con varias duraciones del ciclo

Cordoba (Palmadelrio)



Títulos

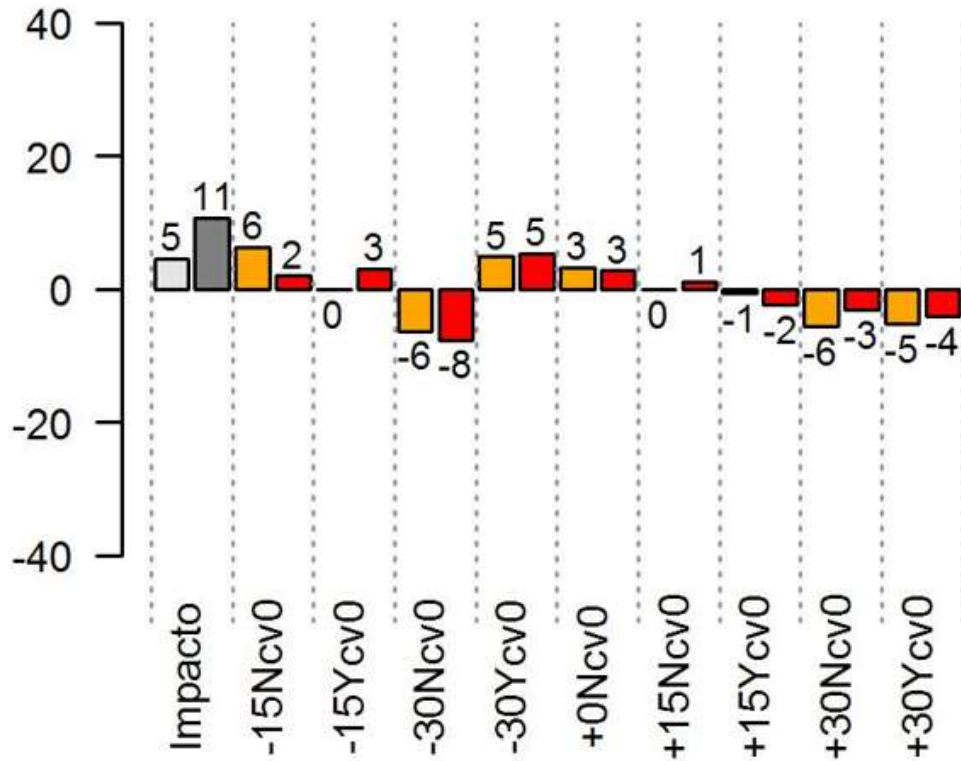
Localidad (ID suelo)

- Impacto RCP4.5
- Impacto RCP8.5
- Adaptación RCP4.5
- Adaptación RCP8.5

(F no adap vs.
P no adap)
(F adap vs.
F no adap)

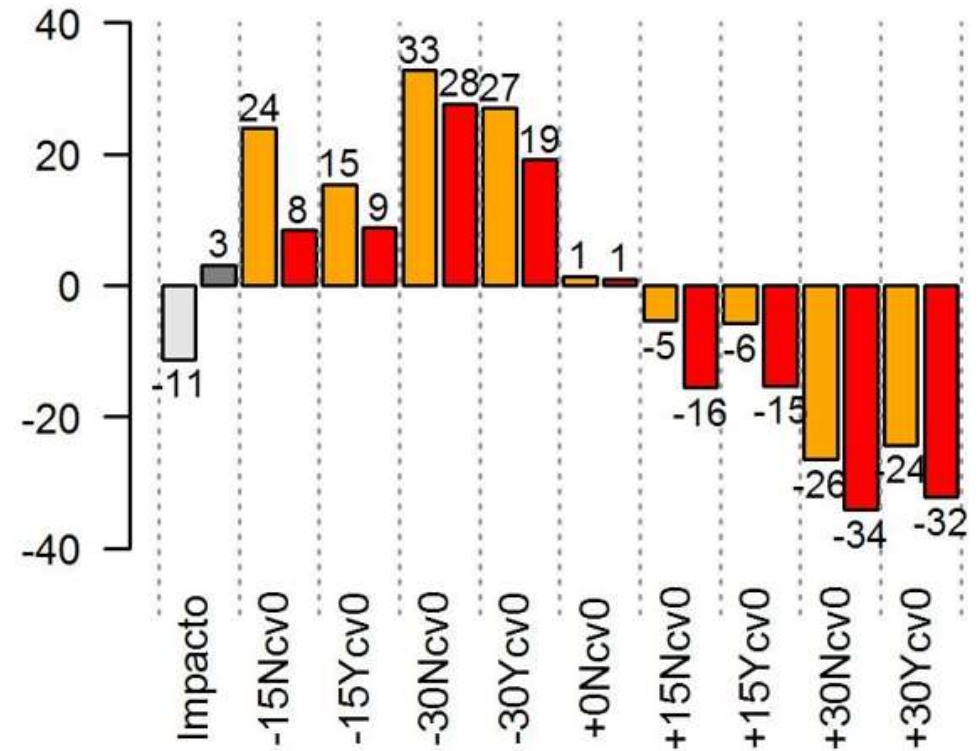
Adaptando solo fecha de siembra y vernalización y seleccionando la mejor opción

Vitoria_Foronda (Alegria)



Norte

Cordoba (Canetotorres)



Sur

Títulos

Localidad (ID suelo)

■ Impacto RCP4.5

■ Impacto RCP8.5

■ Adaptación RCP4.5

■ Adaptación RCP8.5

(F no adap vs.

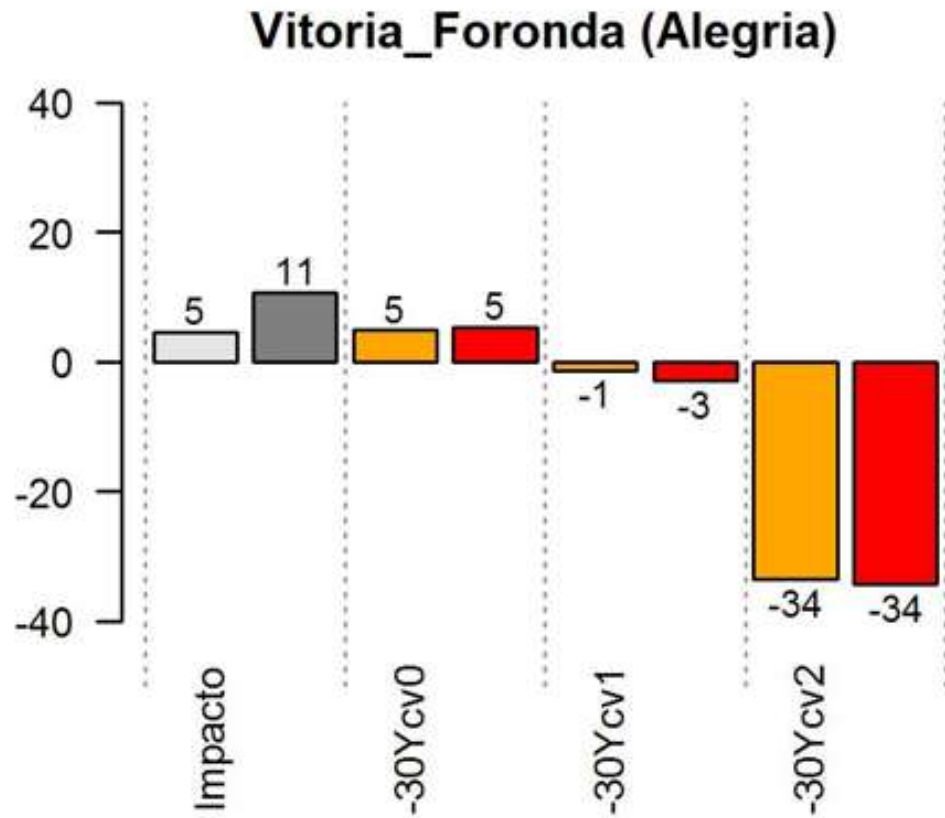
P no adap)

(F adap vs.

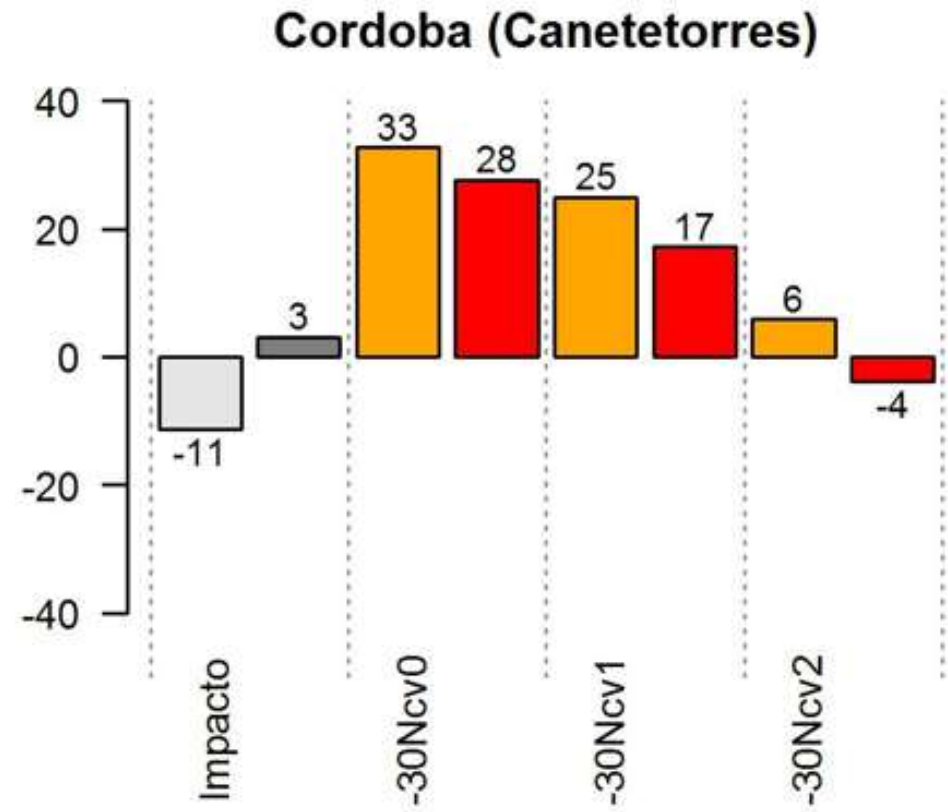
F no adap)

Cebada

Probando la mejor opción con varias duraciones del ciclo



Norte



Sur

Títulos

Localidad (ID suelo)

■ Impacto RCP4.5

■ Impacto RCP8.5

■ Adaptación RCP4.5

■ Adaptación RCP8.5

(F no adap vs.

P no adap)

(F adap vs.

F no adap)

Cebada

CONCLUSIONES

- Para **trigo de invierno**, las condiciones futuras permitirían un **adelanto** de un mes en la fecha de siembra, con variedades de la misma duración del ciclo
- En los **dos tercios sur** de la península se recomienda utilizar variedades con **menores requerimientos de vernalización** (sembrándose como las de invierno)
- El **trigo de primavera** se **beneficiaría** no solo del **adelanto** de la fecha de siembra de un mes, sino de la utilización de cultivares con duración de **ciclo más largo**
- Para la **cebada**, el valor positivo de **adelantar** la siembra solo es claro en el **sur** de la península, sin cambios en la duración del cultivar

CONCLUSIONES

- Estas medidas permiten **conservar o alargar la duración del ciclo** de cultivo bajo la hipótesis del calentamiento y aumento del CO₂ atmosférico, aprovechando las **temperaturas suaves invernales, favorables** para el crecimiento y el desarrollo, y que permiten **completar el ciclo antes de la llegada del periodo de déficit hídrico**
- **Estos resultados pueden variar al avanzar la década de estudio en el s. XXI**



TRABAJO FUTURO

- **Ampliar** el número de **simulaciones** con más **combinaciones**:
 - Fechas de siembra y duraciones de ciclo
 - Explorar la relación entre las duraciones del ciclo anterior y posterior a la floración
 - Simulación de más variedades tipo
 - Riego suplementario en floración (una única aplicación de 40 mm)
- Realizar un análisis de incertidumbre **más profundo** (Rodríguez et al., 2019)
- Estudiar la influencia de **eventos extremos**
- Análisis de la **variabilidad interanual**



GRACIAS POR LA ATENCIÓN

margarita.ruiz.ramos@upm.es

alfredo.rodriguez@uclm.es

¿Preguntas?



ceigram

CRÉDITOS DE LOS ICONOS

DESIGNED FROM FLATICON WWW.FLATICON.COM BY



Freepik



Smash icons



Freepik



Pixel Budha



dDara



Pixel perfect



Flat icons

MATERIAL PARA USAR SOLO EN CASO DE PREGUNTAS

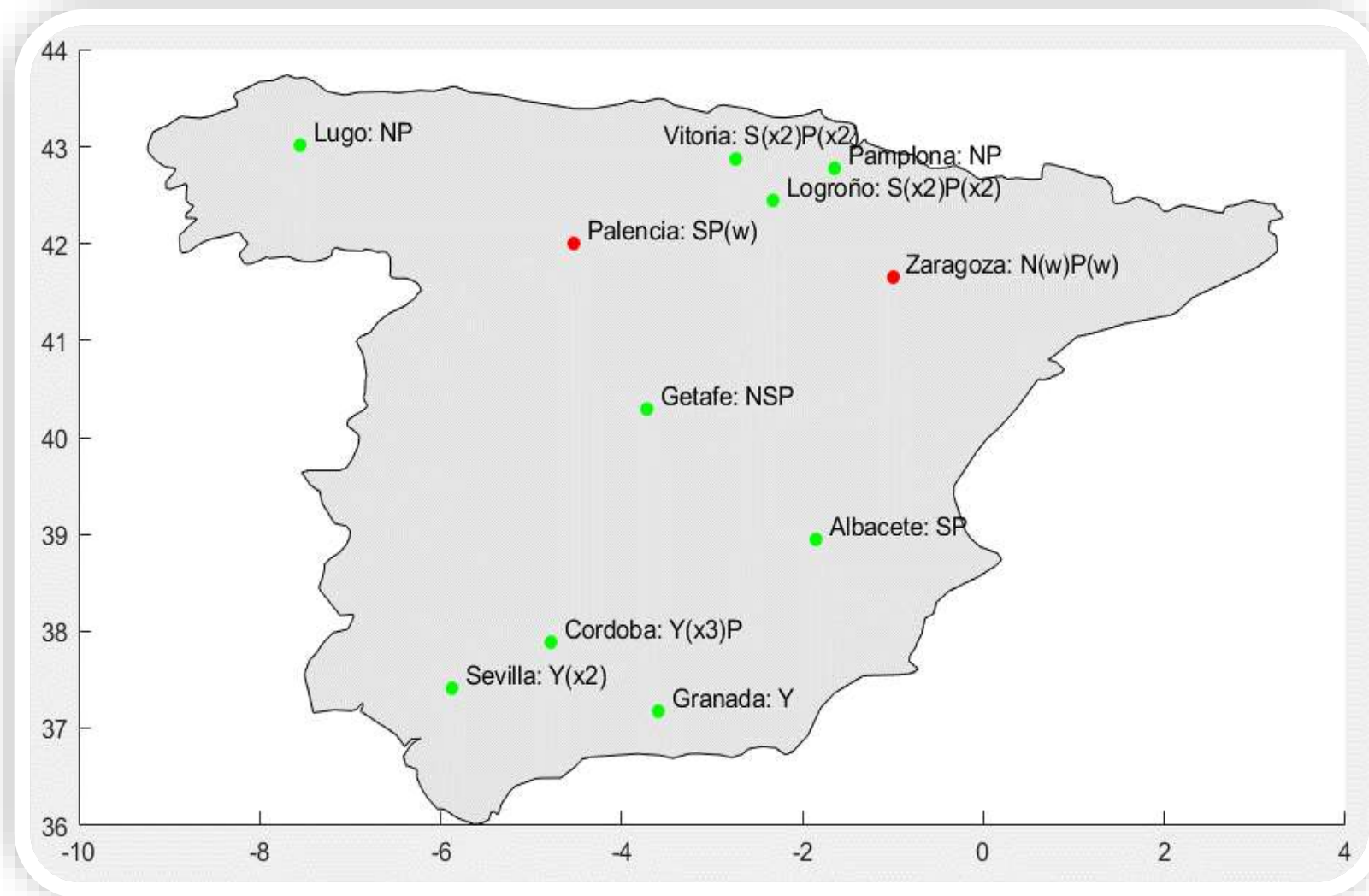
MATERIAL PARA USAR SOLO EN CASO DE PREGUNTAS

METODOLOGÍA

1. DATOS OBSERVADOS



Calibración de
Trigo de invierno
Trigo de primavera
Cebada



METODOLOGÍA

DATOS GENERALES

Tabla 2. SIMULACIONES REALIZADAS

LOCALIDAD	ID SUELO	TRIGO INVIERNO	TRIGO PRIMAVERA	CEBADA	DENSIDAD (SEMILLAS/M2)	HUMEDAD INICIAL SUELO (%)
LUGO	Lugo	01-nov	n/a	01-nov	360	100
ZARAGOZA	Zaragoza	01-nov	n/a	01-nov	360	100
VITORIA	Alegria	01-nov	n/a	01-nov	360	100
VITORIA	Subijana	01-nov	n/a	01-nov	360	100
LOGROÑO	Arazuri	01-nov	n/a	01-nov	360	100
LOGROÑO	Urroz	01-nov	n/a	01-nov	360	100
PAMPLONA	Arazuri	01-nov	n/a	01-nov	360	100
PALENCIA	Villoldo	15-nov	n/a	15-nov	360	100
GETAFE	Aranjuez	15-nov	n/a	15-nov	360	75
ALBACETE	Barrax	01-dic	n/a	01-dic	360	75
CÓRDOBA	Alamedaobispo	n/a	15-dic	n/a	360	75
CÓRDOBA	Canetedorres	n/a	15-dic	06-dic	360	75
CÓRDOBA	Palmadelrio	n/a	15-dic	n/a	360	75
GRANADA	Caminopurchil	n/a	15-dic	n/a	360	75
SEVILLA	Lebrija	n/a	15-dic	n/a	360	75
SEVILLA	Tomejilcarmona	n/a	15-dic	n/a	360	75





METODOLOGÍA

4. EJECUCIÓN DE SIMULACIONES

- **Periodos** 1976-2005 y 2021-2050
- Dos **escenarios** de emisiones, optimista y pesimista
 - Con distintas proyecciones de CO₂ asociadas a cada escenario
- DSSAT v4.7
- Metodología general siguiendo Ruiz-Ramos et al. (2018)

METODOLOGÍA

4. EJECUCIÓN DE SIMULACIONES



Fase 1

- Analizar adaptaciones combinando **adelantos y atrasos** en la **fecha de siembra** (15 y 30 días) con:
 - Cultivar tipo **sin cambios** (estándar)
 - Cultivar tipo **sin necesidades de frío** (vernalización), excepto el trigo de primavera

Fase 2

- Analizar adaptación que **mejor** funciona en la **Fase 1** y combinarla con:
 - Cultivar tipo **sin cambios** (estándar)
 - Cultivar tipo con un ciclo un 15% **más largo**
 - Cultivar tipo con un ciclo un 15% **más corto**

RESULTADOS

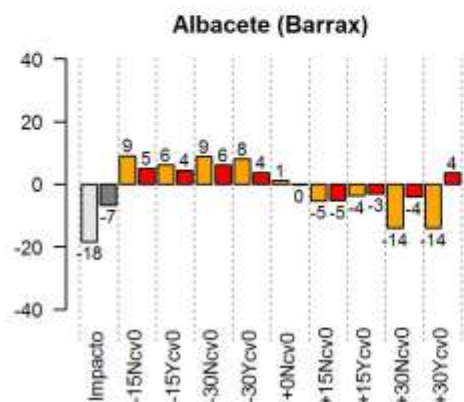
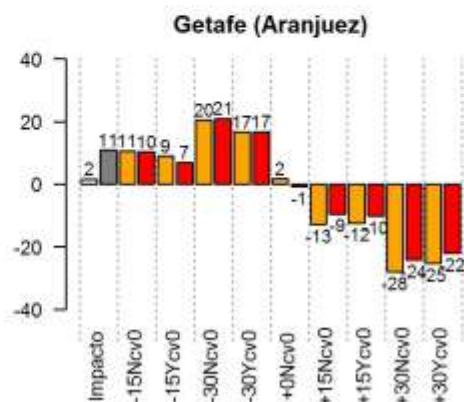
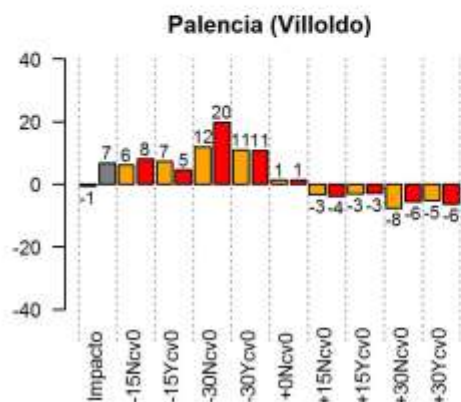
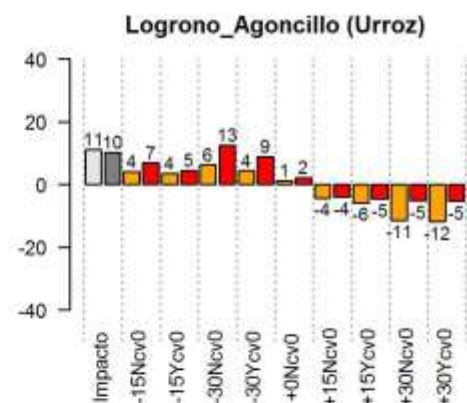
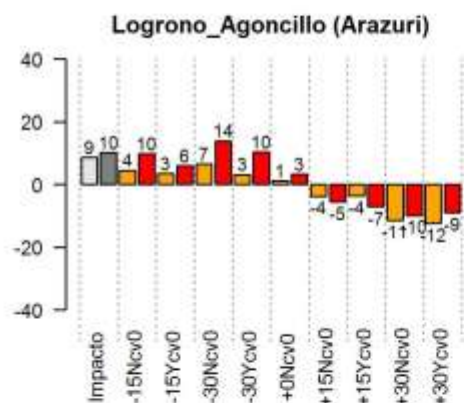
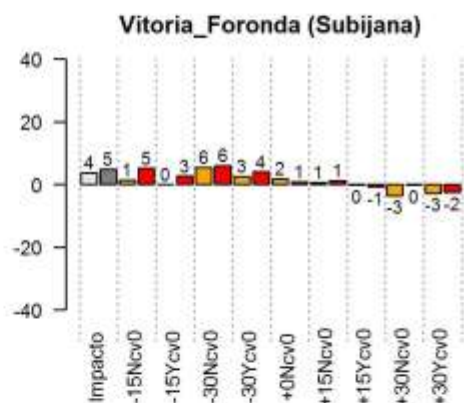
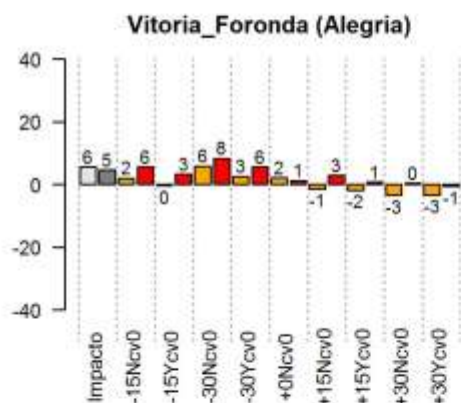
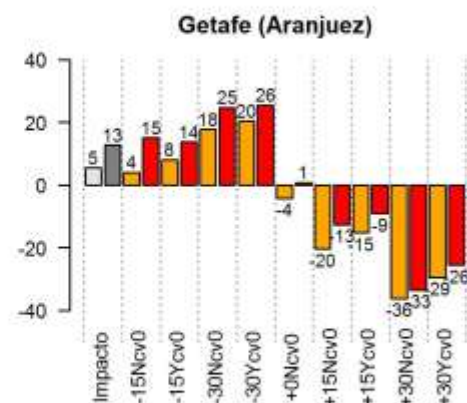
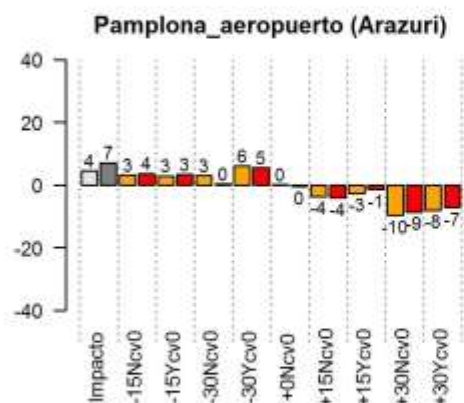
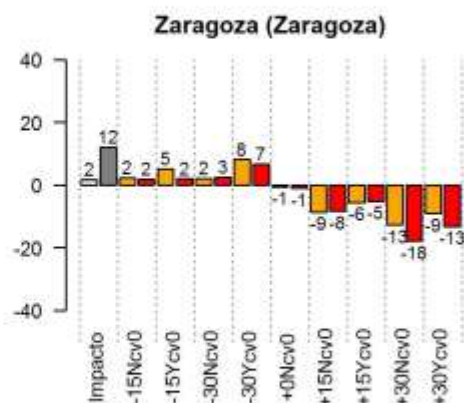
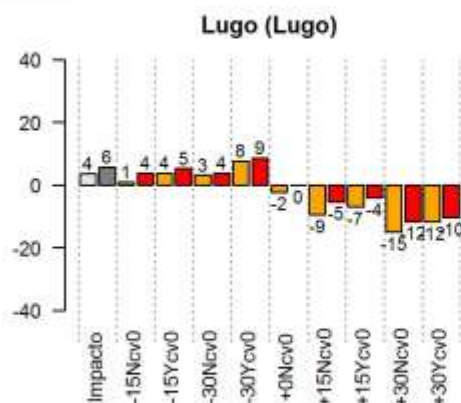
TERMINOLOGÍA

+30Ycv0: adaptación consistente en sembrar una variedad que mantiene sus necesidades de vernalización y la misma duración del ciclo pero 30 días más tarde.

Ejemplo

Terminología	Significado
Impacto	Simulaciones de impacto (% de cambio en el rendimiento) en el futuro, sin adaptación
-15	Adelanto en la fecha de siembra 15 días respecto a lo indicado en la Tabla 2
-30	Adelanto en la fecha de siembra 30 días respecto a lo indicado en la Tabla 2
+30	Retraso de la fecha de siembra 30 días respecto a lo indicado en la Tabla 2
N	Variedad sin necesidades de vernalización (0)
Y	Variedad con necesidades de vernalización. Es decir, con las necesidades iniciales de la variedad de invierno (trigo) o intermedia (cebada) utilizada como referencia
cv0	Duración del ciclo estándar para la variedad de referencia según lo indicado en la Tabla 2
cv1	Duración del ciclo un 15% menor que para la variedad de referencia según lo indicado en la Tabla 2
cv2	Duración del ciclo un 15% mayor que para la variedad de referencia según lo indicado en la Tabla 2

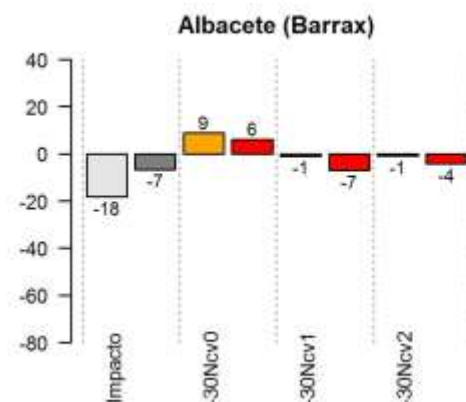
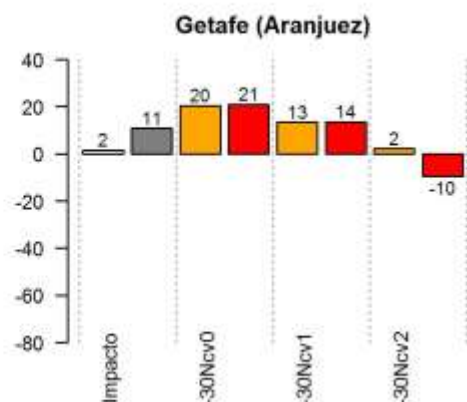
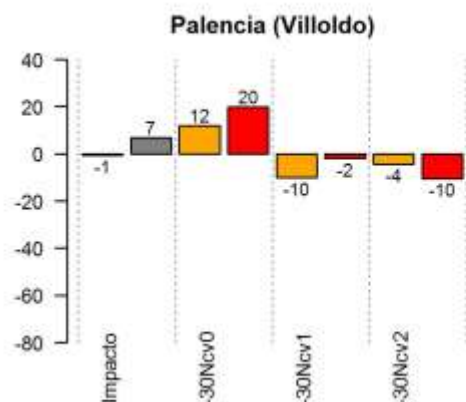
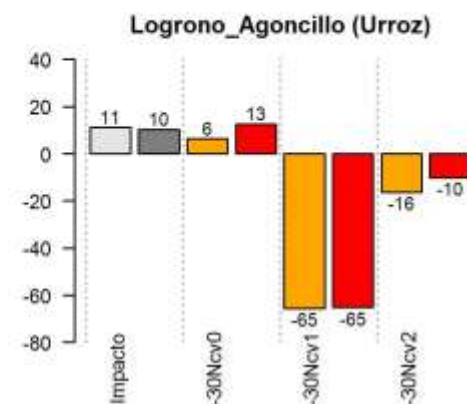
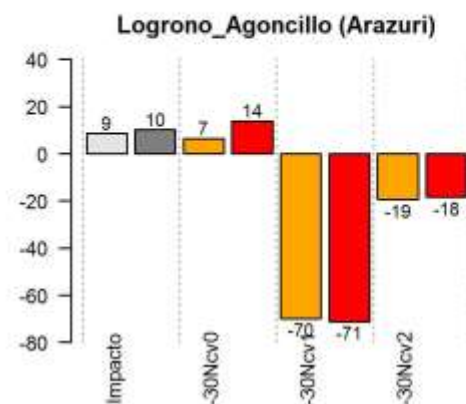
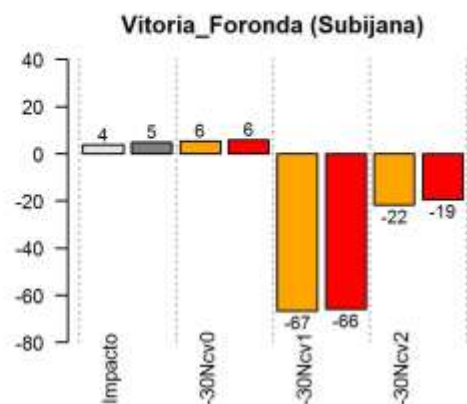
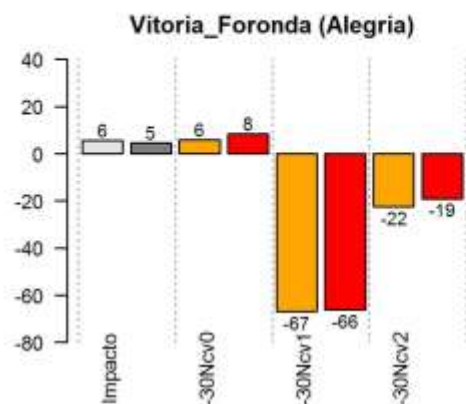
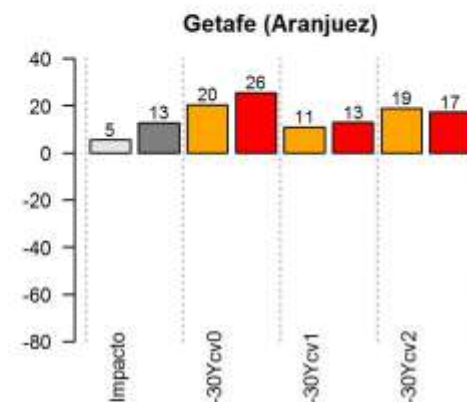
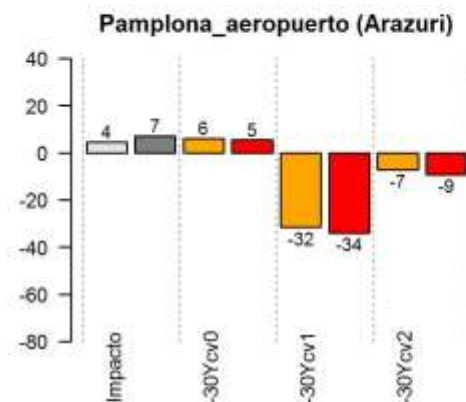
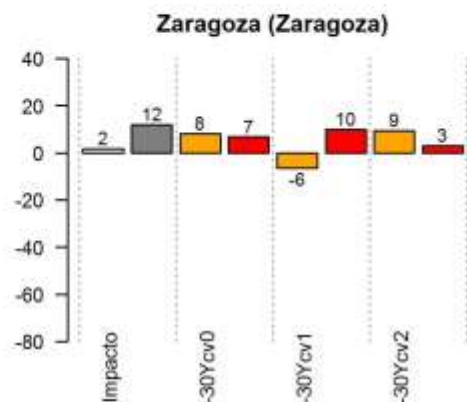
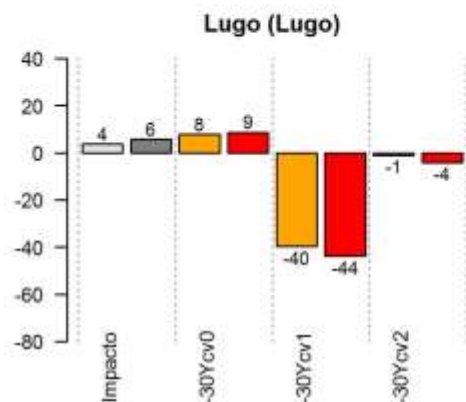
Trigo de invierno Cambio en el rendimiento (%)



■ Impacto RCP4.5 *(F no adap vs. P no adap)*
■ Impacto RCP8.5 *(F no adap vs. P no adap)*
■ Adaptación RCP4.5 *(F adap vs. F no adap)*
■ Adaptación RCP8.5 *(F adap vs. F no adap)*

Titulos
 Localidad (ID suelo)

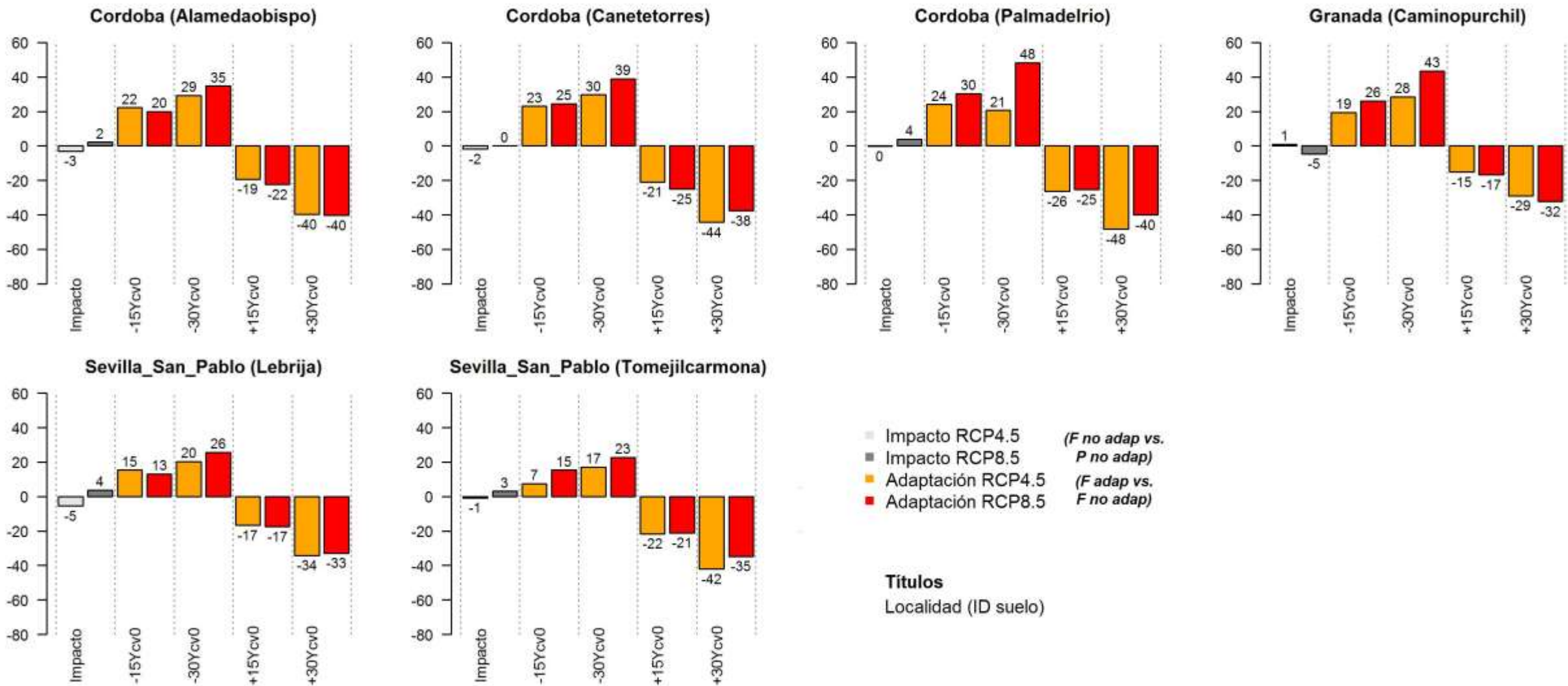
Trigo de invierno Cambio en el rendimiento (%)



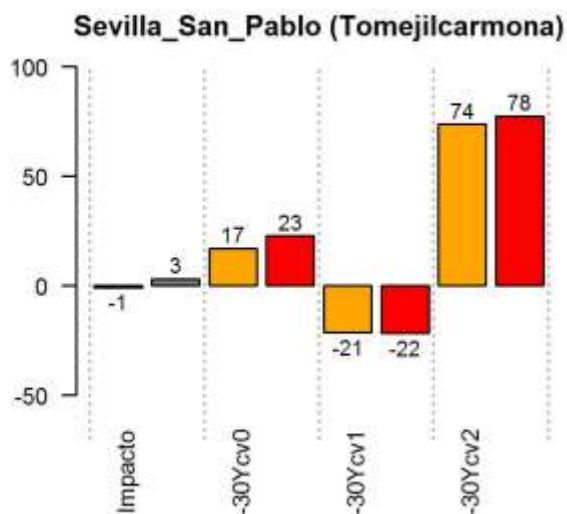
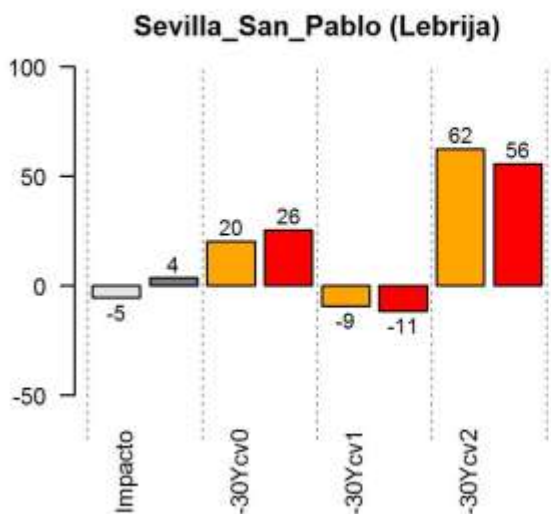
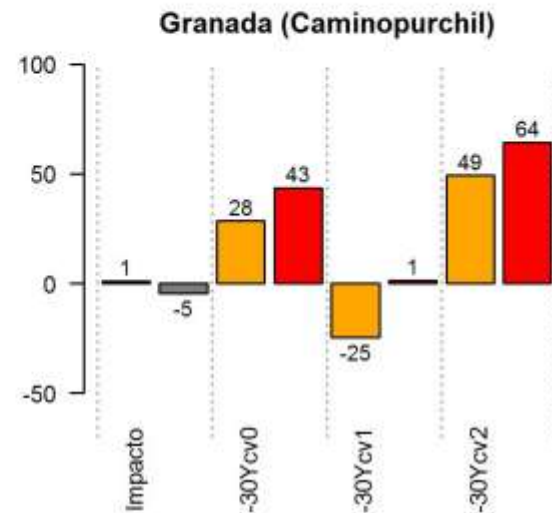
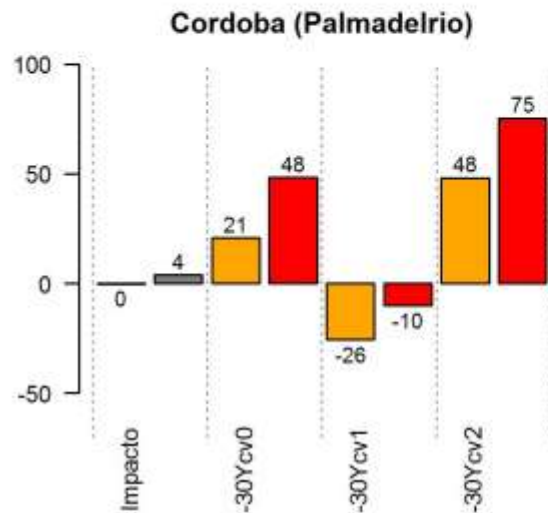
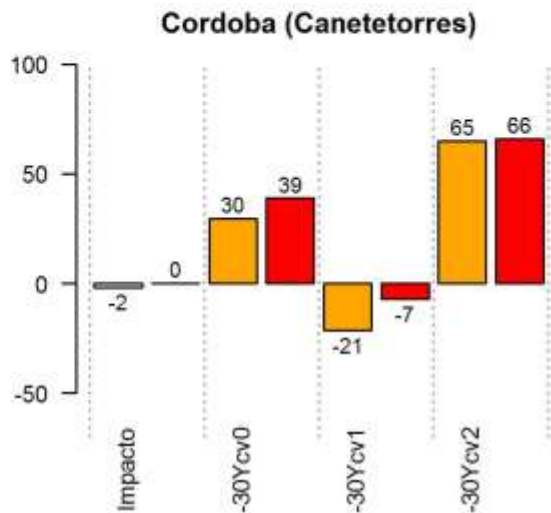
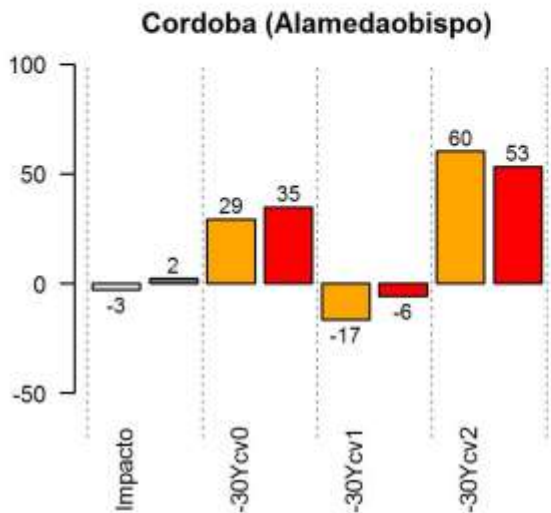
■ Impacto RCP4.5 (F no adap vs. P no adap)
■ Impacto RCP8.5 (F no adap vs. P no adap)
■ Adaptación RCP4.5 (F adap vs. F no adap)
■ Adaptación RCP8.5 (F adap vs. F no adap)

Títulos
 Localidad (ID suelo)

Trigo primavera Cambio en el rendimiento (%)



Trigo primavera Cambio en el rendimiento (%)

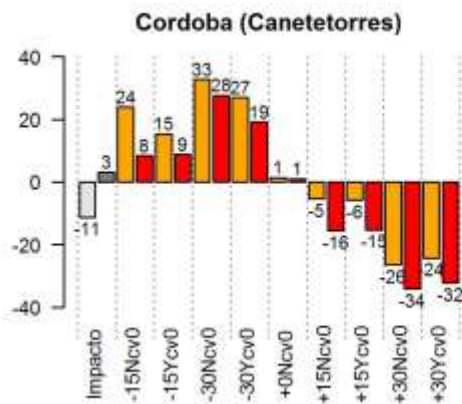
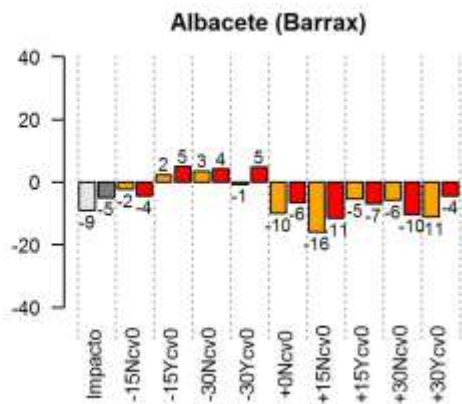
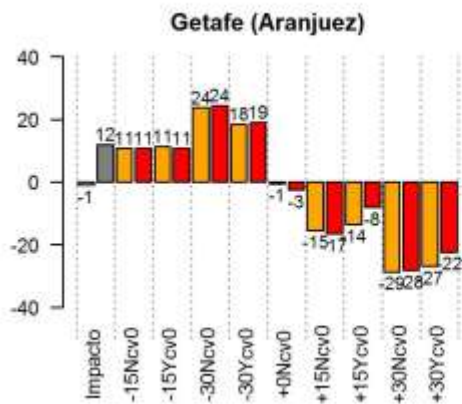
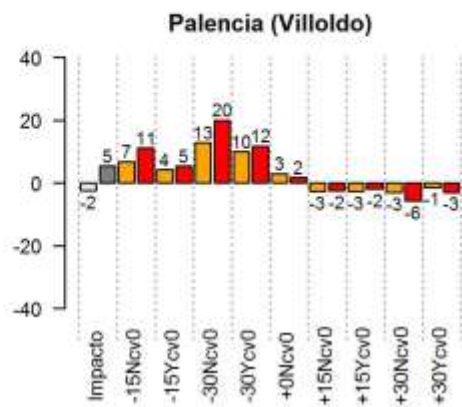
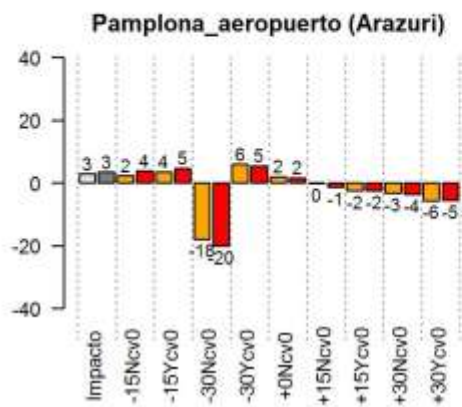
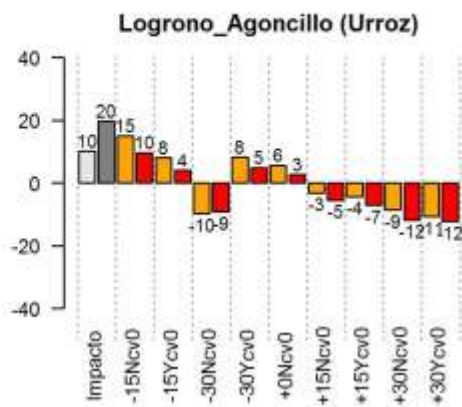
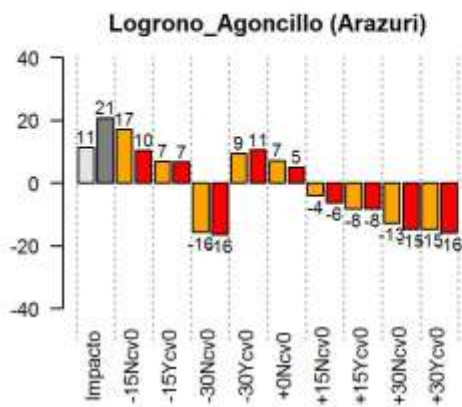
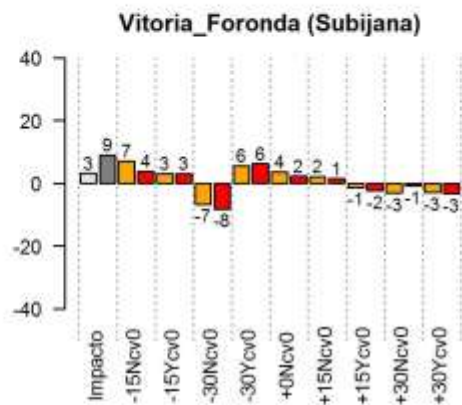
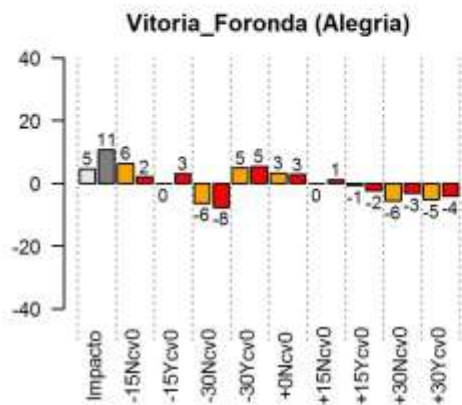
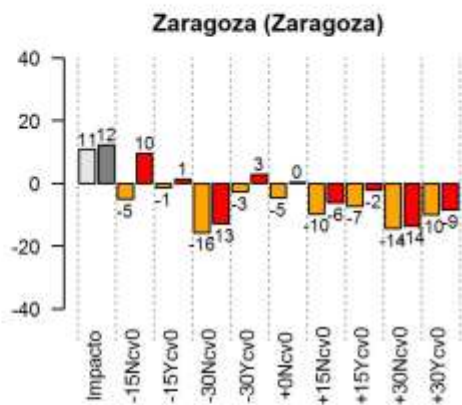
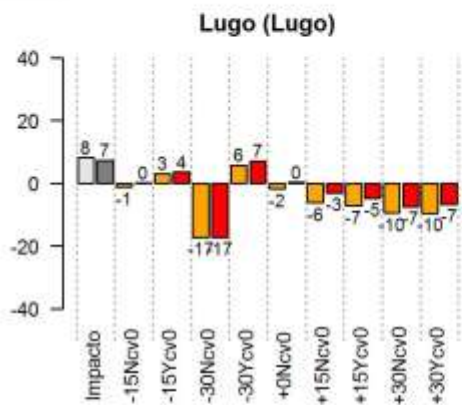


■ Impacto RCP4.5 (*F no adap vs. P no adap*)
■ Impacto RCP8.5 (*P no adap*)
■ Adaptación RCP4.5 (*F adap vs. F no adap*)
■ Adaptación RCP8.5 (*F no adap*)

Títulos
Localidad (ID suelo)

Cebada

Cambio en el rendimiento (%)

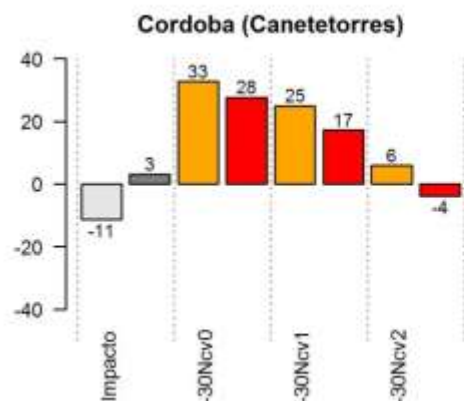
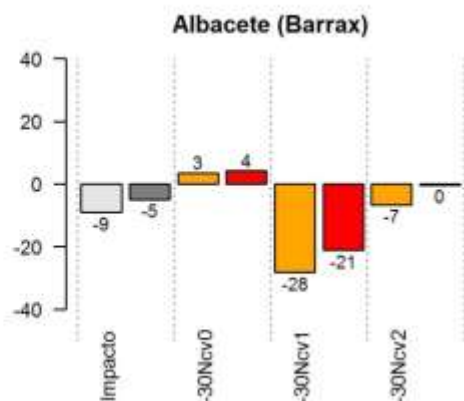
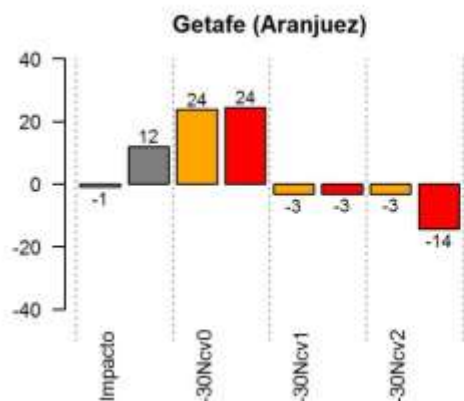
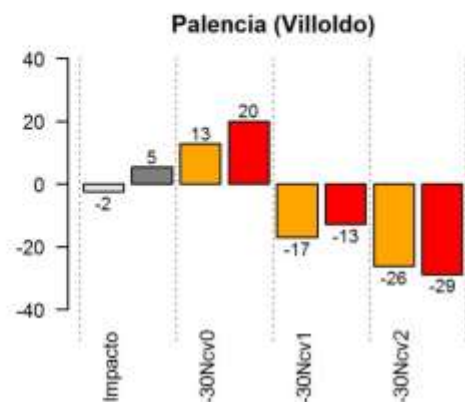
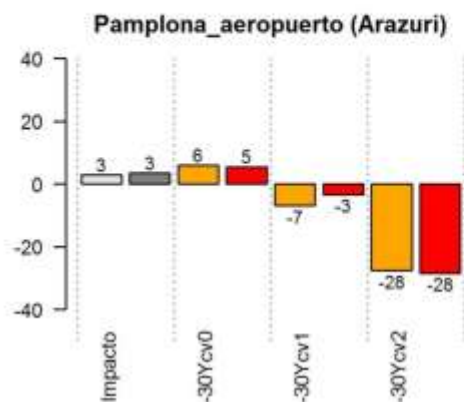
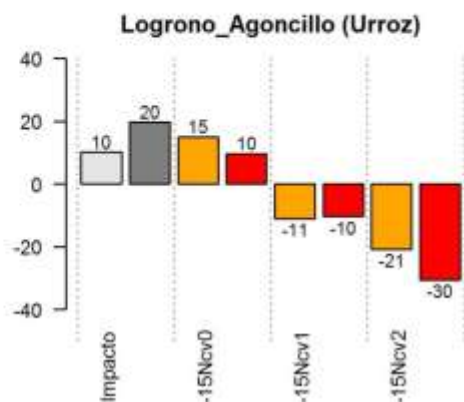
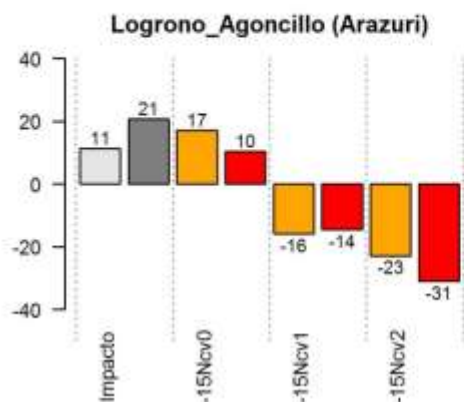
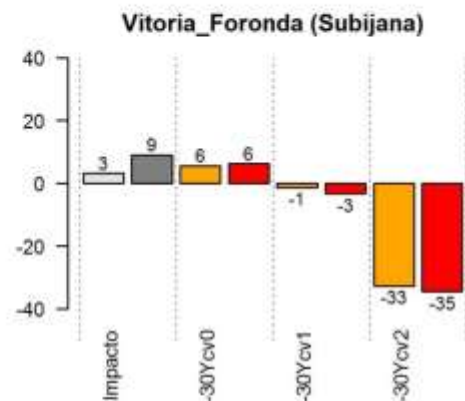
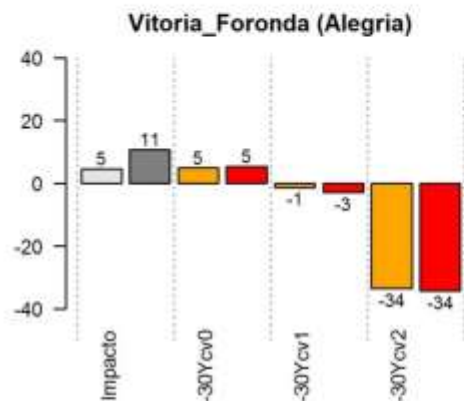
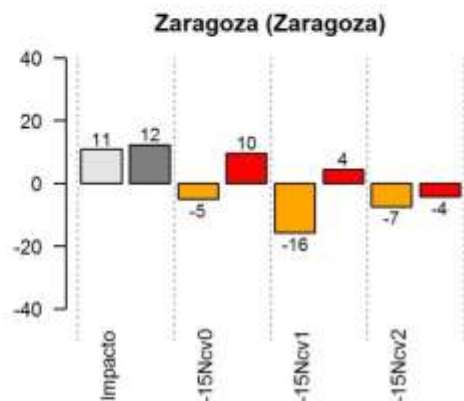
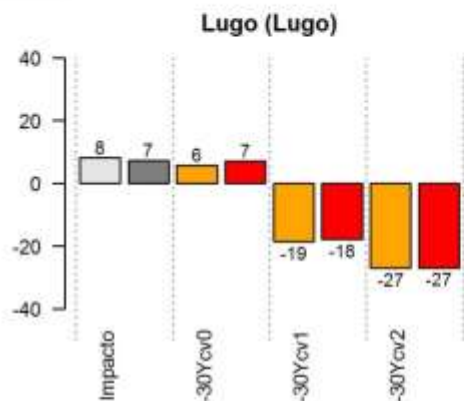


Impacto RCP4.5 (F no adap vs. P no adap)
 Impacto RCP8.5 (F no adap vs. P no adap)
 Adaptación RCP4.5 (F adap vs. F no adap)
 Adaptación RCP8.5 (F adap vs. F no adap)

Titulos
 Localidad (ID suelo)

Cebada

Cambio en el rendimiento (%)



■ Impacto RCP4.5 (F no adap vs. P no adap)
■ Impacto RCP8.5 (F no adap vs. P no adap)
■ Adaptación RCP4.5 (F adap vs. F no adap)
■ Adaptación RCP8.5 (F adap vs. F no adap)

Titulos
Localidad (ID suelo)