

A photograph of a rural landscape with rolling hills. The foreground is a golden-yellow field, likely wheat. In the middle ground, a red tractor is working in a green field. The background shows more green fields and a utility pole. The sky is clear and blue. The text is overlaid on the image in white and black.

# Efectos del Cambio Climático en la Producción Agrícola Europea

Ana Ledesma Cuenca  
Trabajo Fin de Máster en Economía

# Índice

1. Introducción
2. Los principales efectos del Cambio Climático en el Sector Agrícola
3. La Política Agraria Común y el Cambio Climático
4. La variación climática en la Unión Europea
5. Modelo empírico y resultados
6. Conclusiones

# 1. Introducción



# 1. Introducción

- **Objetivo:** Determinar la existencia de relaciones a largo plazo entre el crecimiento del Sector Agrario Europeo y el Cambio Climático



# 1. Introducción

- **Objetivo:** Determinar la existencia de relaciones a largo plazo entre el crecimiento del Sector Agrario Europeo y el Cambio Climático



# 1. Introducción

- **Objetivo:** Determinar la existencia de relaciones a largo plazo entre el crecimiento del Sector Agrario Europeo y el Cambio Climático

Fenómeno medioambiental más importante en la actualidad (Watson *et al.*, 2000; Metzger *et al.*, 2006):

- Afecta a todo el planeta
- No se puede frenar
- El clima determina las condiciones de vida (Kurukulasuriya y Rosenthal, 2013; Jones, Hole y Zavaleta, 2012).
- Repercusión sobre el crecimiento económico (Stern, 2007; Roson y van der Mensbrugghe, 2010; *Field et al.*, 2014).

## 2. Los principales efectos del Cambio Climático en el Sector Agrícola



## 2. Los principales efectos del Cambio Climático en el Sector Agrícola

Sector Agrícola sensible a los impactos del Cambio Climático

(CEPAL, 2014; Kane *et al.*, 1992; Adams *et al.*, 1988/1990; Arthur y Abizadeh, 1988)



Producción agrícola determinada por factores climáticos y geográficos

(Adams *et. al.*, 1998; Mendelsohn y Dinar, 2009)

## Conclusiones principales de las investigaciones de este campo:

- Impactos diferenciados y heterogéneos  
(Kaiser *et al.*, 1993; Galindo *et al.*, 2014; Mendelshon *et al.*, 2007; Mendelshon *et al.*, 1994; Mendelshon *et al.*, 1996; Galindo *et al.*, 2015; Stern, 2007; Forero *et al.*, 2017)
- Condiciones ambientales input esencial  
(Hornbeck, 2012; López-Feldman y Hernández, 2016; Rosenzweig y Parry, 1994; Challinor *et al.*, 2009; Pearson, 2011)
- Adaptación al cambio para reducir costes futuros  
(Smit *et al.*, 2000; Burton, 1996; Smith *et al.*, 1996; Galindo *et al.*, 2014; Mendelsohn *et al.*, 1999)
- Presencia de factores socioeconómicos que también tienen influencia sobre el sector  
(Mendelsohn *et al.*, 1994; Mendelsohn *et al.*, 2004; Carlson *et al.*, 1993; Doering *et al.*, 2002; Zhai *et al.*, 2017)

# 3. La Política Agraria Común y el Cambio Climático



Integración de aspectos medioambientales en la Política Agraria Común (UE, 2019)

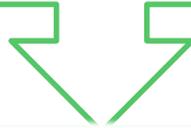


Integración de aspectos medioambientales en la Política Agraria Común (UE, 2019)



**Transformación de la PAC** (Mapama, 2018)

Política que promueve la sostenibilidad del medio ambiente, con objetivos de adaptación al cambio climático y mitigación de sus efectos



Integración de aspectos medioambientales en la Política Agraria Común (UE, 2019)



Transformación de la PAC (Mapama, 2018)

Política que promueve la sostenibilidad del medio ambiente, objetivos de adaptación al cambio climático y mitigación de sus efectos



"Indicadores para la integración de las preocupaciones ambientales en la Política Agrícola Común" (UE, 2019)

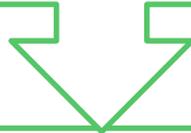


Integración de aspectos medioambientales en la Política Agraria Común (UE, 2019)



Transformación de la PAC (Mapama, 2018)

Política que promueve la sostenibilidad del medio ambiente, objetivos de adaptación al cambio climático y mitigación de sus efectos



"Indicadores para la integración de las preocupaciones ambientales en la Política Agrícola Común" (UE, 2019)



Construir una Europa más fuerte y resistente a los efectos del cambio climático

# 4. La variación climática en la Unión Europea

## 4. La variación climática en la Unión Europea

IPCC  
(2017)

Aumento de la temperatura promedio

Cambios en los patrones de precipitación

Aumento del nivel del mar

Disminución de la extensión de nieves y hielos

Eventos extremos

Church  
y  
White  
(2006)

Incremento de la temperatura promedio

0,76 °C

para el periodo 2001-2005 con respecto al 1850-1899

IPCC  
(2007)

Intensificación de los patrones hidrológicos

NOAA  
(2011)

Aumento del nivel del mar en promedio

2,8 milímetros

al año desde 1992

Polyak  
*et al.*  
(2010)

Disminución de la extensión de hielo

2,7%

por decenio desde 1978

Aumento del número y extensión de los lagos glaciares

# Temperaturas

## Calentamiento:

- Temperaturas más cálidas, tanto anualmente como en temporada invernal (Menzel y Fabian, 1999)
- Mayor en el noroeste de Europa (Finlandia y Rusia Occidental) y el sur de Europa (La península ibérica, Italia y Grecia) (Nicholls *et al.*, 1996)
- Menor a lo largo de la costa atlántica del continente.

# Temperaturas

## Calentamiento:

- Temperaturas más cálidas, tanto anualmente como en temporada invernal (Menzel y Fabian, 1999)
- Mayor en el noroeste de Europa (Finlandia y Rusia Occidental) y el sur de Europa (La península ibérica, Italia y Grecia) (Nicholls *et al.*, 1996)
- Menor a lo largo de la costa atlántica del continente

## Patrones estacionales:

(Brunetti *et al.*, 2000;  
Maracchi *et al.*, 2005)

## Invierno:

- mayor incremento de temperatura
- el interior continental de Europa del este y el oeste de Rusia se calienta más rápidamente

## Verano:

- menor incremento de temperatura
- fuerte gradiente de sur a norte → el sur de Europa se calienta a un ritmo menor que el norte de Europa

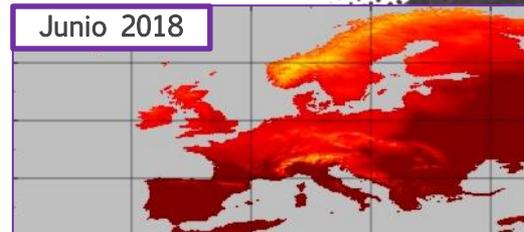
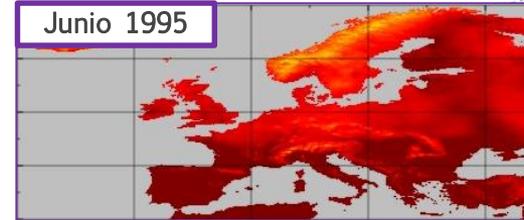
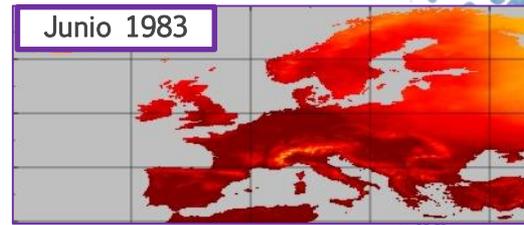
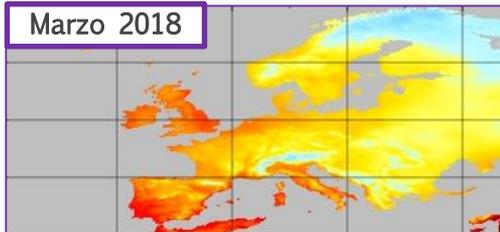
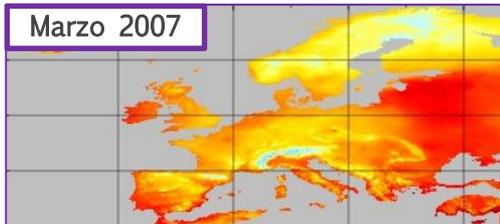
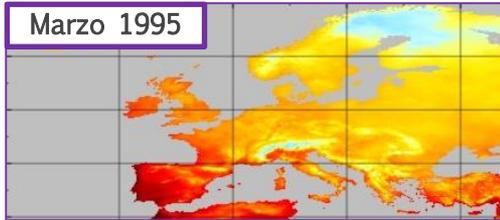
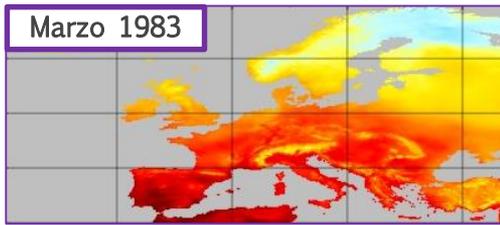
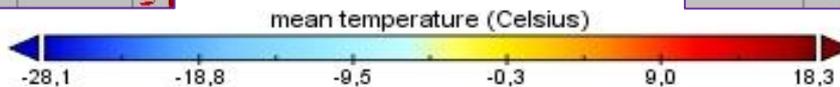


Figura IV.1:  
Comparativa de Mapas  
Climatológicos de  
Europa. Temperatura  
media de Marzo y  
Junio para 1983,  
1995, 2007 y 2018.

Fuente: Elaboración propia



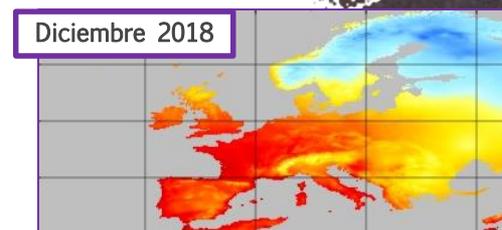
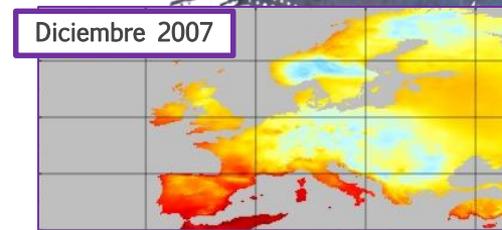
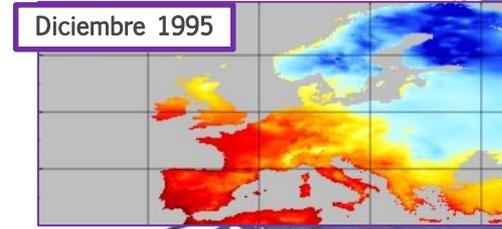
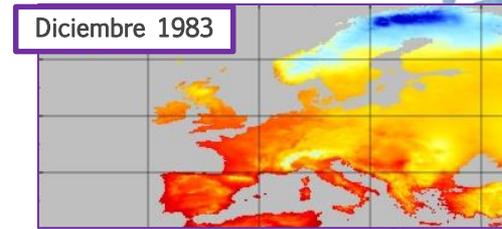
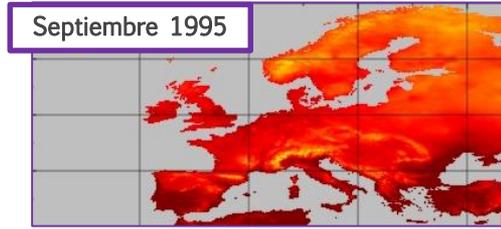
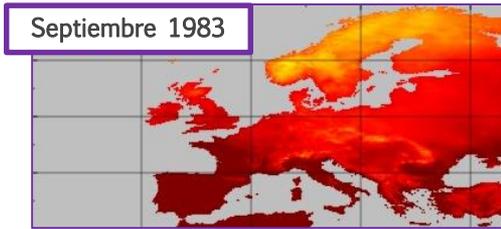
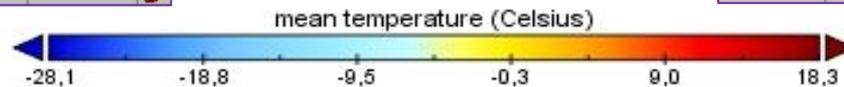


Figura IV.2:  
Comparativa de Mapas  
Climatológicos de  
Europa. Temperatura  
media de Septiembre y  
Diciembre para 1983,  
1995, 2007 y 2018.

Fuente: Elaboración propia



# Precipitaciones

## Tendencias en las precipitaciones anuales (Bindi, 2000):

- Diferencias entre norte de Europa (clima húmedo) y sur (clima seco). Incremento de las precipitaciones entre un 10 y un 40% en el norte de Europa en el último siglo.
- Reducción de las precipitaciones en un 20% en algunas partes del sur de Europa.

## Contraste entre verano e invierno muy marcado (Bindi, 2000):

- la mayor parte de Europa clima más húmedo en invierno
- fuerte gradiente de cambio entre el norte de Europa (humectación de hasta el 2% por década) y sur de Europa (secado de hasta -5% por década) en verano

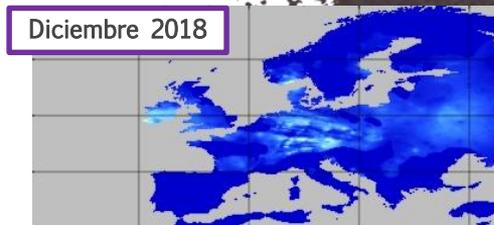
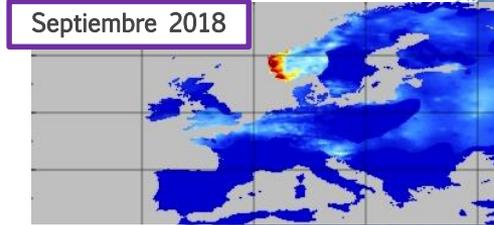
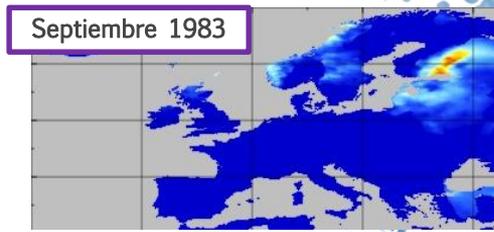
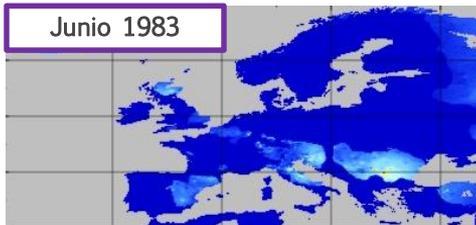
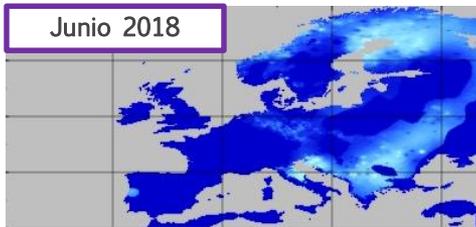
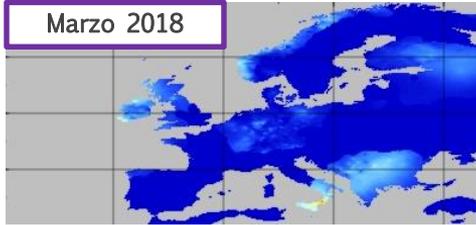
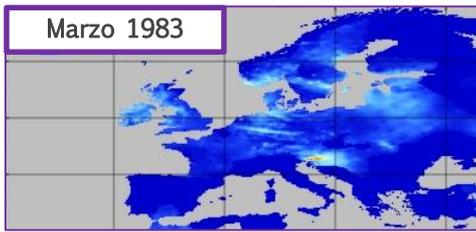
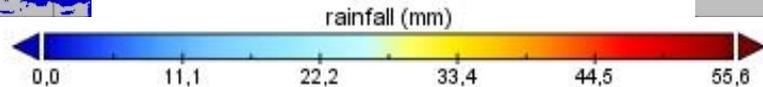


Figura IV.3: Comparativa de Mapas Climatológicos de Europa. Precipitaciones medias de Marzo, Junio, Septiembre y Diciembre para 1983 y 2018.



Fuente: Elaboración propia

# Incremento de los eventos extremos

- Mayor frecuencia e intensidad de las olas de calor en verano
- Aumento de los episodios de precipitaciones intensas
- Incremento de la probabilidad de sequía en verano para el sur y centro de Europa.

# Incremento de los eventos extremos

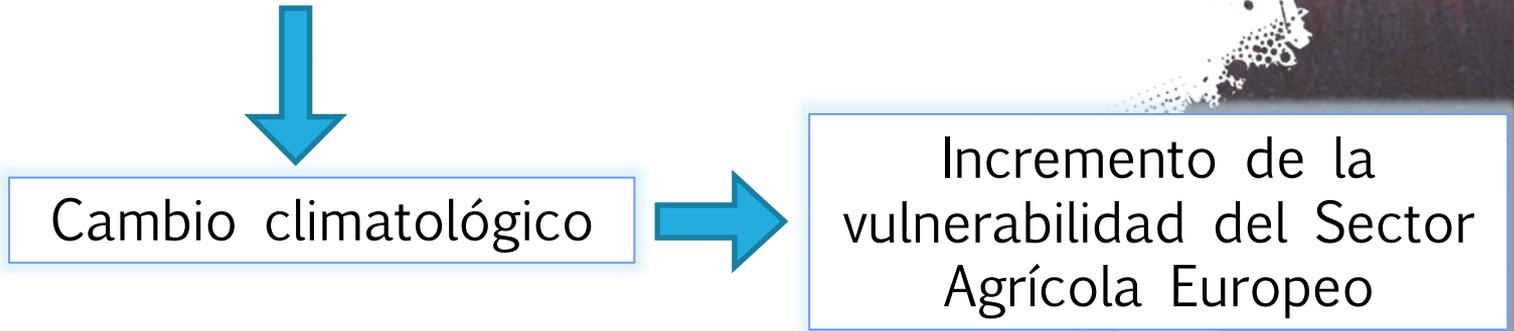
- Mayor frecuencia e intensidad de las olas de calor en verano
- Aumento de los episodios de precipitaciones intensas
- Incremento de la probabilidad de sequía en verano para el sur y centro de Europa.



Cambio climatológico

# Incremento de los eventos extremos

- Mayor frecuencia e intensidad de las olas de calor en verano
- Aumento de los episodios de precipitaciones intensas
- Incremento de la probabilidad de sequía en verano para el sur y centro de Europa.



# 5. Modelo empírico y resultados

**Objetivo:** Determinar la existencia de relaciones a largo plazo entre el valor de la producción agrícola europea y cambio climático



Estimar una función de producción incluyendo variables climáticas

$$GVA = f(T, PP, TRACTORS, EMPLOY, FER)$$

**Objetivo:** Determinar la existencia de relaciones a largo plazo entre el valor de la producción agrícola europea y cambio climático



Estimar una función de producción incluyendo variables climáticas

$$GVA = f(T, PP, TRACTORS, EMPLOY, FER)$$

Variables  
climáticas

**Objetivo:** Determinar la existencia de relaciones a largo plazo entre el valor de la producción agrícola europea y cambio climático



Estimar una función de producción incluyendo variables climáticas

$$GVA = f(T, PP, TRACTORS, EMPLOY, FER)$$

Capital  
físico

**Objetivo:** Determinar la existencia de relaciones a largo plazo entre el valor de la producción agrícola europea y cambio climático



Estimar una función de producción incluyendo variables climáticas

$$GVA = f(T, PP, TRACTORS, EMPLOY, FER)$$

Capital humano

**Objetivo:** Determinar la existencia de relaciones a largo plazo entre el valor de la producción agrícola europea y cambio climático



Estimar una función de producción incluyendo variables climáticas

$$GVA = f(T, PP, TRACTORS, EMPLOY, FER)$$

Fertilizantes  
(Zhai *et al.*, 2017)

# Datos

## Valor Bruto de la Producción Agrícola Europea (GVA)

- × Descripción: VPA Europa para los 10 países
- × Unidades: Millones de US\$
- × Base de datos: FAO

## Temperaturas (T)

- × Descripción: Temperaturas medias
- × Unidades: °C
- × Base de datos: Proyecto ECA&D

## Precipitaciones (PP)

- × Descripción: Precipitaciones medias
- × Unidades: 0,1 m2
- × Base de datos: Proyecto ECA&D

## Maquinaria agrícola (TRACTORS)

- × Descripción: Registro anual de tractores agrícolas
- × Unidades: Unidades
- × Base de datos: FAO, EUROSTAT

## Fertilizantes químicos (FER)

- × Descripción: Registro anual del uso de fertilizantes químicos
- × Unidades: Toneladas
- × Base de datos: FAO, EUROSTAT

## Empleo (EMPLOY)

- × Descripción: Registro anual de empleados en agricultura
- × Unidades: Unidos
- × Base de datos: FAO

10 Países de la UE

Austria, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Irlanda, Italia, Países Bajos, España y Suecia.

Periodo

1983-2016

# Metodología utilizada y resultados



## DATOS DE PANEL

- Mejora el uso de los datos de corte transversal
- Permite eliminar el sesgo de la agregación y mostrar efectos latentes en cada periodo de tiempo
- Mayor número de grados de libertad en el análisis
- Permite reducir los problemas de multicolinealidad
- Explican mejor fenómenos complejos, como el cambio climático.
- Desarrollo de nuevos estadísticos
- Contrastes de raíces unitarias y cointegración con más potencia

TEST DE  
RAIZ  
UNITARIA

Pesaran (2007)

- Extensión del **Dickey-Fuller Ampliado (ADF)**
- Permite **correlación entre los cortes** del panel
- **Hipótesis nula:** Todas las series son integradas
- **Estadístico del contraste:** converge en probabilidad a una normal estándar  $N(0,1)$  cuando  $T \rightarrow \infty$  (dimensión temporal) y  $N \rightarrow \infty$  (la dimensión de la sección transversal)

## Resultados del test de raíz unitaria en paneles de datos (Pesaran, 2007)

Variable	Lags*	Z(t-bar)	P-value
LGVA	1	-1,066	0,143
LPP	3	-1,570	0,058
LT	4	-0,967	0,167
LEMPLOY	0	0,382	0,649
LTRACTORS	0	4,160	1,000
LFER	0	-1,511	0,065

Fuente: Elaboración propia

## Resultados del test de raíz unitaria en paneles de datos (Pesaran, 2007)

Variable	Lags*	Z(t-bar)	P-value
LGVA	1	-1,066	0,143
LPP	3	-1,570	0,058
LT	4	-0,967	0,167
LEMPLOY	0	0,382	0,649
LTRACTORS	0	4,160	1,000
LFER	0	-1,511	0,065

Fuente: Elaboración propia

- Hipótesis nula: todas las series son integradas
- No se puede rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria al 5% de nivel de significación

## Resultados del test de raíz unitaria en paneles de datos (Pesaran, 2007)

Variable	Lags*	Z(t-bar)	P-value
LGVA	1	-1,066	0,143
LPP	3	-1,570	0,058
LT	4	-0,967	0,167
LEMPLOY	0	0,382	0,649
LTRACTORS	0	4,160	1,000
LFER	0	-1,511	0,065

Fuente: Elaboración propia

- Hipótesis nula: todas las series son integradas
- No se puede rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria al 5% de nivel de significación



Las variables logarítmicas presentan una raíz unitaria y son integradas del mismo orden

## COINTEGRACIÓN EN DATOS DE PANEL

### Especificación del modelo

$$LGVA_{it} = \beta_{1i} + \beta_2 * LPP_{it} + \beta_3 * LTRACTORS_{it} + \beta_4 * LFER_{it} + \beta_5 * tt_{it} + \varepsilon_{it}$$

Donde  $\varepsilon_{it}$  es el término del error, con  $i = 1, \dots, 10$  países y  $t = 1983, \dots, 2016$  años.

## COINTEGRACIÓN EN DATOS DE PANEL

Especificación del modelo

$$LGVA_{it} = \beta_{1i} + \beta_2 * LPP_{it} + \beta_3 * LTRACTORS_{it} + \beta_4 * LFER_{it} + \beta_5 * tt_{it} + \varepsilon_{it}$$

Donde  $\varepsilon_{it}$  es el término del error, con  $i = 1, \dots, 10$  países y

Tendencia  
determinista,  
capta progreso  
técnico

## Resultados del test de cointegración (Westerlund, 2007)

Statistic	Value	Z-value	P-value
$G_{\tau}$	-3,185	-2,450	0,007
$G_{\alpha}$	-4,800	3,366	1,000
$P_{\tau}$	-3,248	3,273	1,000
$P_{\alpha}$	-2,220	2,955	0,998

Fuente: Elaboración propia

- Hipótesis nula de no cointegración

## Resultados del test de cointegración (Westerlund, 2007)

Panel cointegrado como un todo: restricción todos los parámetros autorregresivos son iguales

Statistic	Value	Z-value	P-value
$G_{\tau}$	-3,185	-2,450	0,007
$G_{\alpha}$	-4,800	3,366	1,000
$P_{\tau}$	-3,248	3,273	1,000
$P_{\alpha}$	-2,220	2,955	0,998

Fuente: Elaboración propia

- Hipótesis nula de no cointegración

## Resultados del test de cointegración (Westerlund, 2007)

Relajan ese supuesto y permiten heterogeneidad: Cointegración individual

Statistic	Value	Z-value	P-value
$G_{\tau}$	-3,185	-2,450	0,007
$G_{\alpha}$	-4,800	3,366	1,000
$P_{\tau}$	-3,248	3,273	1,000
$P_{\alpha}$	-2,220	2,955	0,998

Fuente: Elaboración propia

- Hipótesis nula de no cointegración

## Resultados del test de cointegración (Westerlund, 2007)

Tiene en cuenta el estimador del sesgo normalizado

Statistic	Value	Z-value	P-value
$G_{\tau}$	-3,185	-2,450	0,007
$G_{\alpha}$	-4,800	3,366	1,000
$P_{\tau}$	-3,248	3,273	1,000
$P_{\alpha}$	-2,220	2,955	0,998

Fuente: Elaboración propia

- Hipótesis nula de no cointegración

## Resultados del test de cointegración (Westerlund, 2007)

Statistic	Value	Z-value	P-value
$G_{\tau}$	-3,185	-2,450	0,007
$G_{\alpha}$	-4,800	3,366	1,000
$P_{\tau}$	-3,248	3,273	1,000
$P_{\alpha}$	-2,220	2,955	0,998

Fuente: Elaboración propia

- Pseudo t-ratio
- Mayor potencia

- Hipótesis nula de no cointegración

## Resultados del test de cointegración (Westerlund, 2007)

Statistic	Value	Z-value	P-value
$G_{\tau}$	-3,185	-2,450	0,007
$G_{\alpha}$	-4,800	3,366	1,000
$P_{\tau}$	-3,248	3,273	1,000
$P_{\alpha}$	-2,220	2,955	0,998

Fuente: Elaboración propia

Bajo la hipótesis nula de ausencia de cointegración:

El p-valor correspondiente a  $G_{\tau}$  confirma la existencia de cointegración para un nivel de significación del 5%, al verse rechazada la hipótesis nula

# Resultado de la estimación de la relación a largo plazo con efectos fijos (MCO)

Variable dependiente LGVA		
Número de obs.: 340; Número de grupos: 10; Obs. por grupo: 34		
Variable	coef.	t
LTRACTORS	0,068	3,12
LPP	0,032	1,83
LFER	0,152	7,20
tt	0,005	8,67

Fuente: Elaboración propia

# Resultado de la estimación de la relación a largo plazo con efectos fijos (MCO)

Variable dependiente LGVA		
Número de obs.: 340; Número de grupos: 10; Obs. por grupo: 34		
Variable	coef.	t
LTRACTORS	0,068	3,12
LPP	0,032	1,83
LFER	0,152	7,20
tt	0,005	8,67

Fuente: Elaboración propia

Elasticidad más alta  
 $\Delta(1\%) FER \rightarrow \Delta(0,152\%) GVA$

# Resultado de la estimación de la relación a largo plazo con efectos fijos (MCO)

Variable dependiente LGVA		
Número de obs.: 340; Número de grupos: 10; Obs. por grupo: 34		
Variable	coef.	t
LTRACTORS	0,068	3,12
LPP	0,032	1,83
LFER	0,152	7,20
tt	0,005	8,67

Fuente: Elaboración propia

Progreso técnico relevante

# Resultado de la estimación de la relación a largo plazo con efectos fijos (MCO)

Variable dependiente LGVA		
Número de obs.: 340; Número de grupos: 10; Obs. por grupo: 34		
Variable	coef.	t
LTRACTORS	0,068	3,12
LPP	0,032	1,83
LFER	0,152	7,20
tt	0,005	8,67

Fuente: Elaboración propia

Vinculo entre Valor de la producción agraria europea y la variable climatológica precipitaciones

# 6. Conclusiones



## 7. Conclusiones

- Se confirma la existencia de una relación de largo plazo
- A pesar de la agregación, la variable climática precipitaciones tiene efecto sobre la producción agraria europea
- Variabilidad climática latente
- Sector Agrario condicionado por factores climáticos que no se pueden controlar

## 7. Conclusiones

- Se confirma la existencia de una relación de largo plazo
- A pesar de la agregación, la variable climática precipitaciones tiene efecto sobre la producción agraria europea
- Variabilidad climática latente
- Sector Agrario condicionado por factores climáticos que no se pueden controlar



**El cambio climático afecta directamente al Sector Agrario**

## 7. Conclusiones

- Se confirma la existencia de una relación de largo plazo
- A pesar de la agregación, la variable climática precipitaciones tiene efecto sobre la producción agraria europea
- Variabilidad climática latente
- Sector Agrario condicionado por factores climáticos que no se pueden controlar



**El cambio climático afecta directamente al Sector Agrario**

**Diversas líneas de investigación abiertas relacionadas con el tema en cuestión.**



**Gracias por vuestra  
atención**

Ana Ledesma Cuenca  
Trabajo Fin de Máster en Economía