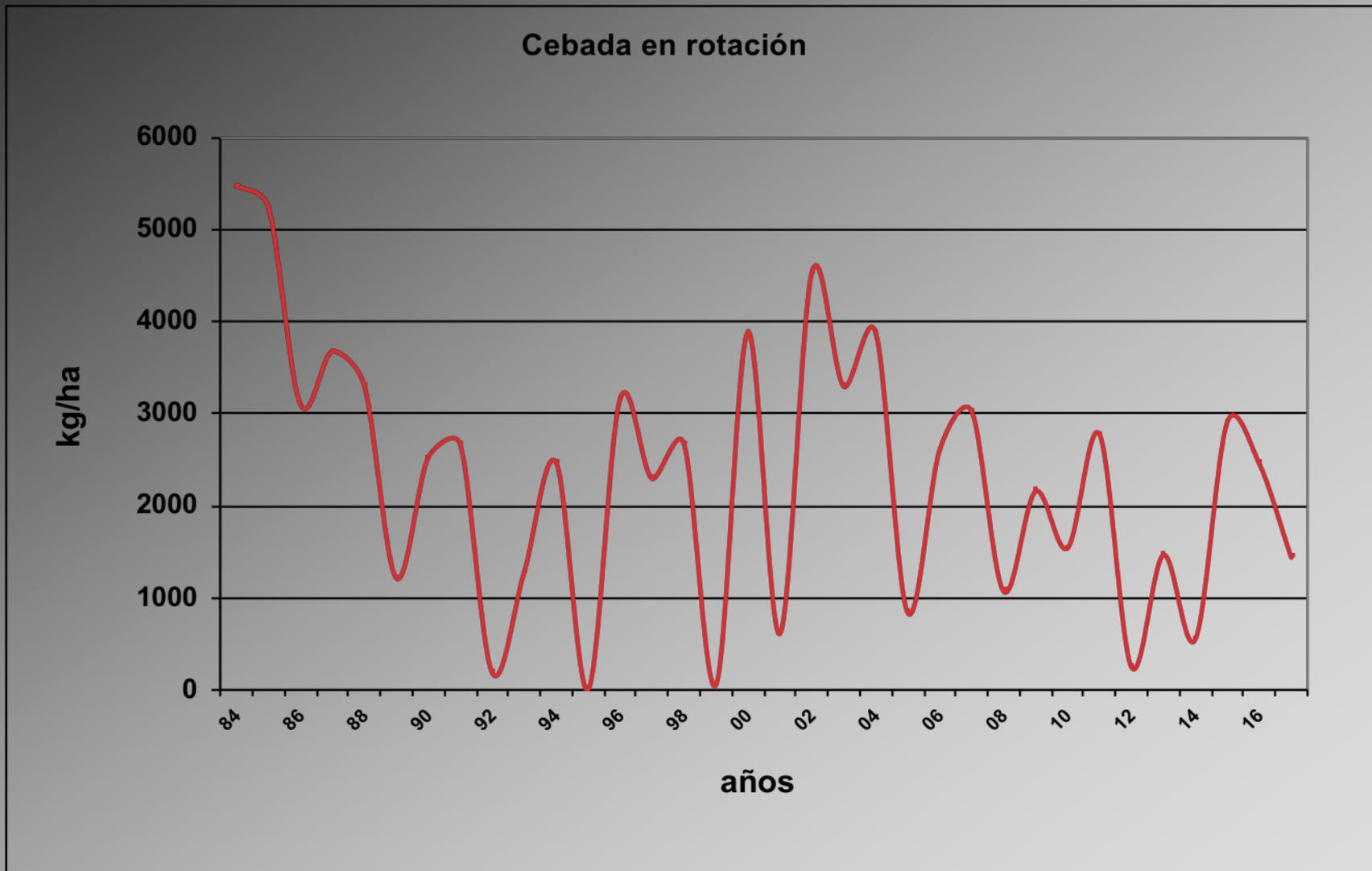


El cambio climático: Cultivos herbáceos y leñosos en ambientes semiáridos y estrategias para atenuar sus efectos



**Carlos Lacasta y Ramón Meco
CSIC- Museo Nacional de Ciencias Naturales
JCCM Consejería de Agricultura
Finca experimental "La Higuera"**

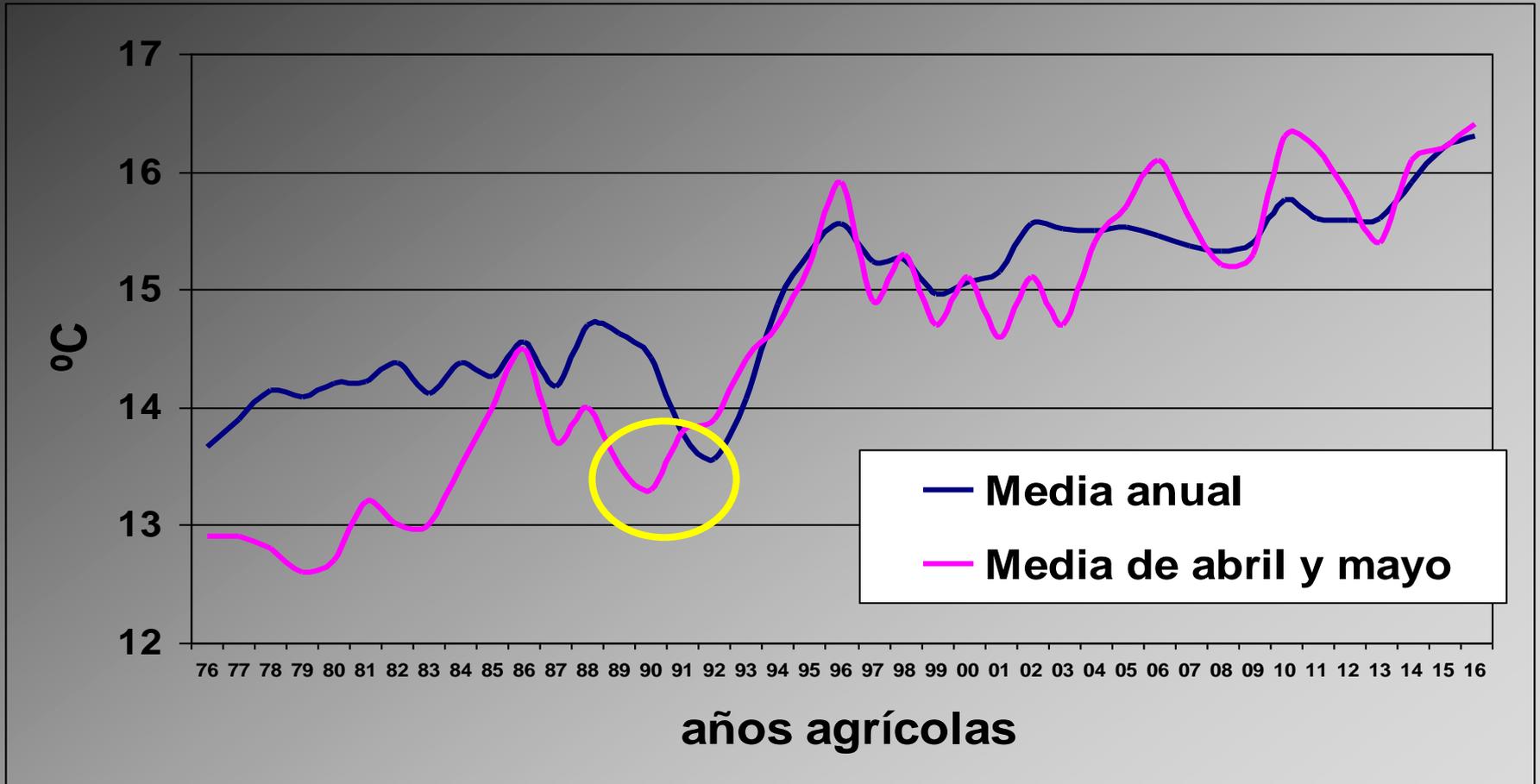
Producciones en diente de sierra





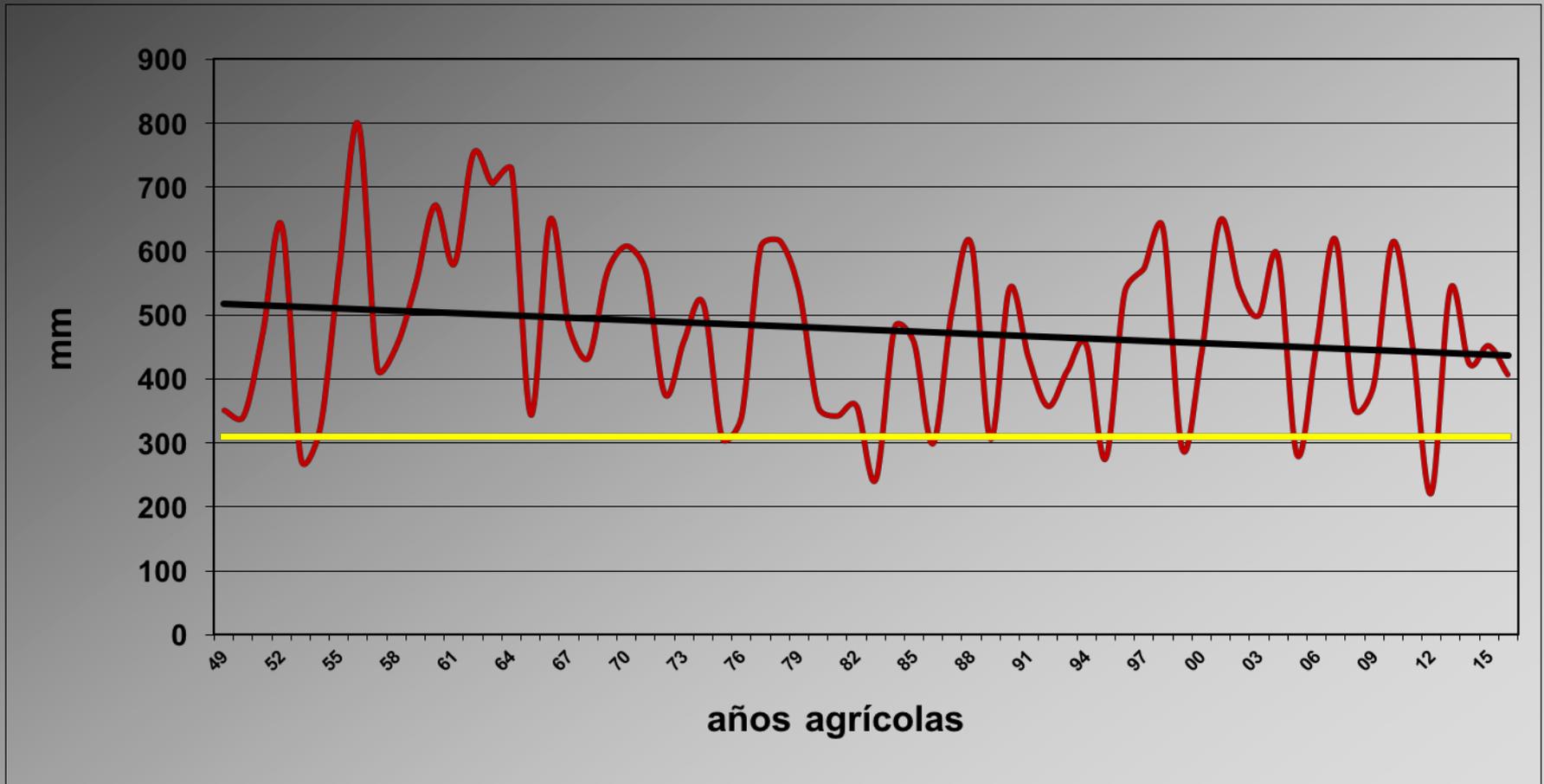
Cambio climático

Evolución de las temperaturas medias anuales y de los meses de primavera de 42 años (medias móviles de tres años). Donde se observa el aumento de la temperatura en los últimos años.



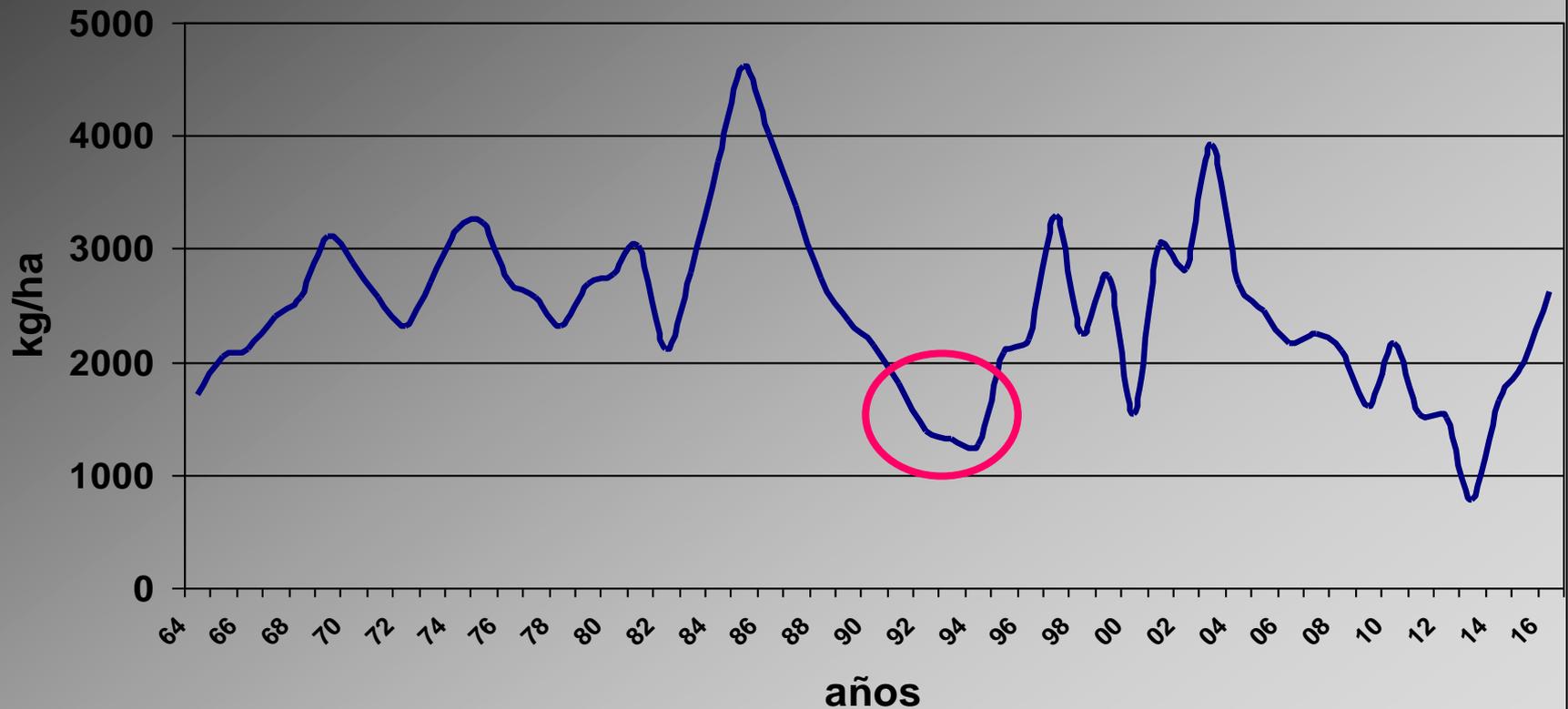
Cambio climático

Evolución de las precipitaciones (año agrícola) a lo largo de los últimos 67 años (1949-2016). Donde se observa el aumento de años secos en los últimos años.

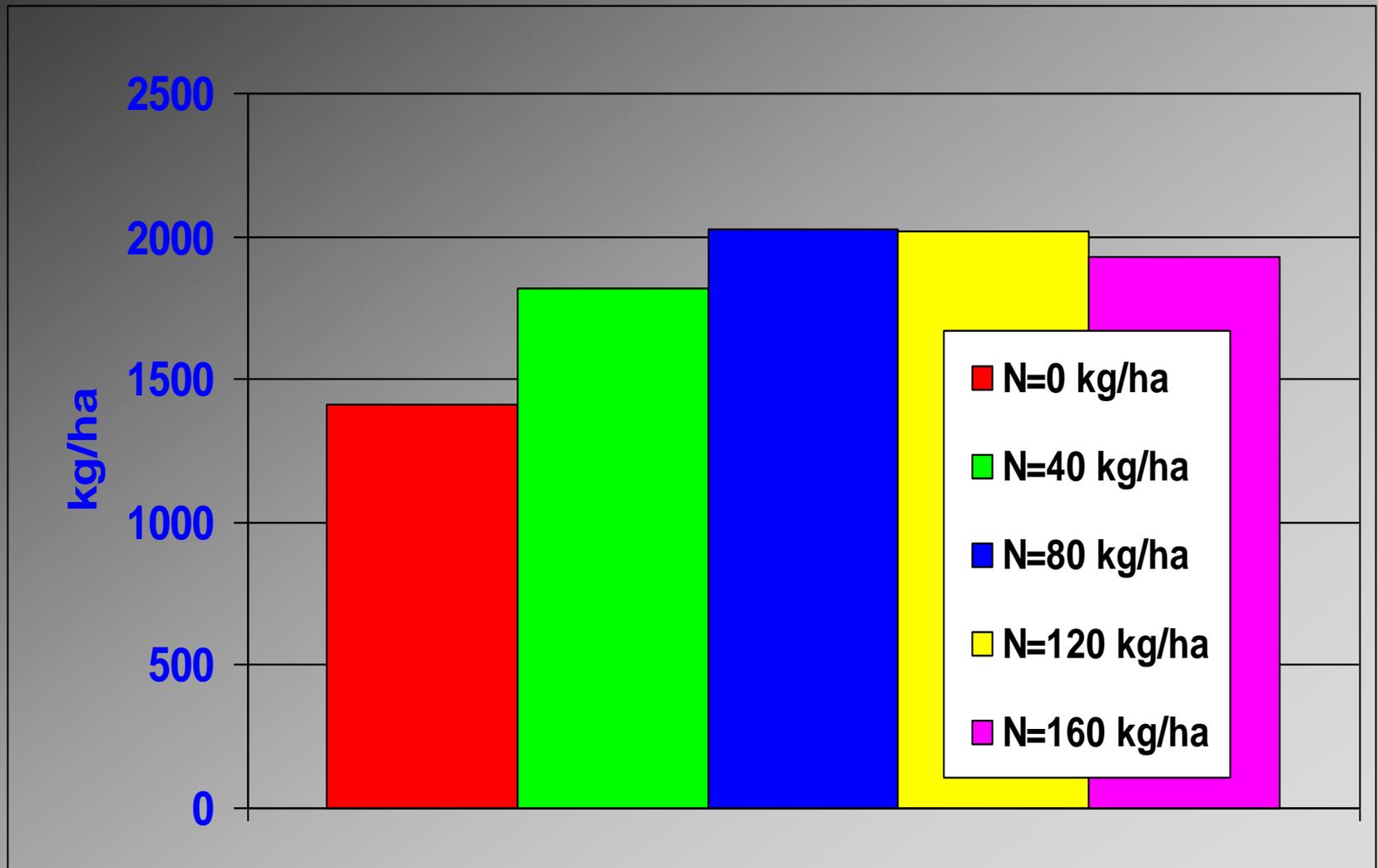


Cambio climático: impacto

Evolución de las producciones de cereal en rotación de 54 años (medias móviles de tres años), donde se observa una disminución y una menor estabilidad en las producciones en los últimos años.



Producción de trigo en una rotación sorgo-trigo-cebada con diferentes cantidades de fertilización nitrogenada (media de 31 años)



Viabilidad económica

40 kg de N = 154 kg de abono nitrogenado del 26%

154 kg de abono nitrogenado del 26% a 0,35 €/kg = **53,90 €**

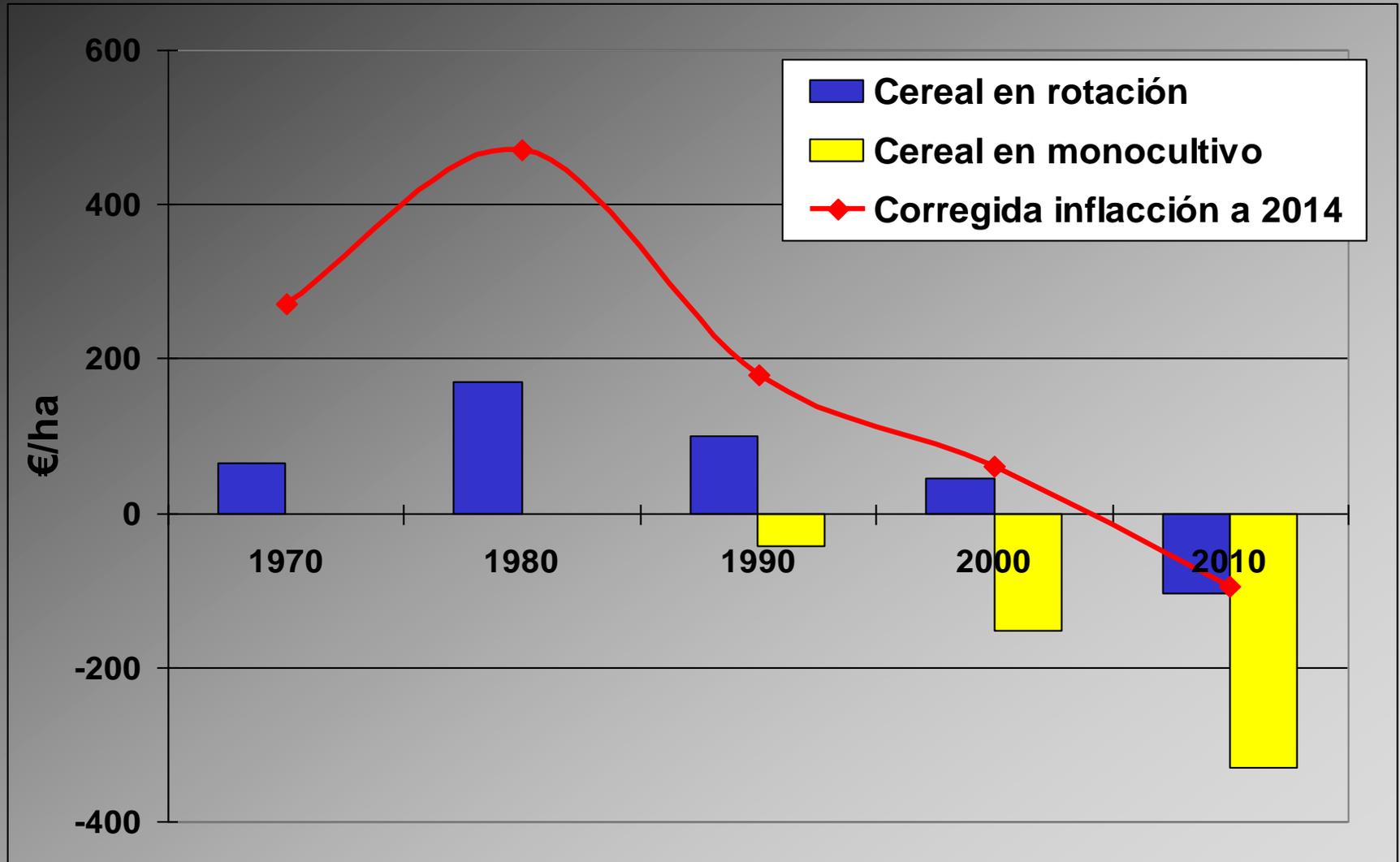
La diferencia de rendimiento medio de los 31 años entre abonar con 40 a 80 kg de nitrógeno ha sido de **203** kg/ha y de **381** entre no abonar nada y aplicar 40 kg de nitrógeno

El precio de la cebada actualmente es de 0,14 €/kg

El aumento de rendimiento de abonar con 80 kg de N en vez de 40 kg de N, ha supuesto un aumento de ingresos de $0,14 \text{ €/kg} \times 203 = \mathbf{28,42 \text{ €}}$, en otras palabras se ha perdido $53,90 - 28,42 = \mathbf{25,48 \text{ €}}$. El precio de la cebada para compensar los costes debería ser de 0,27 €/kg (44 pts)

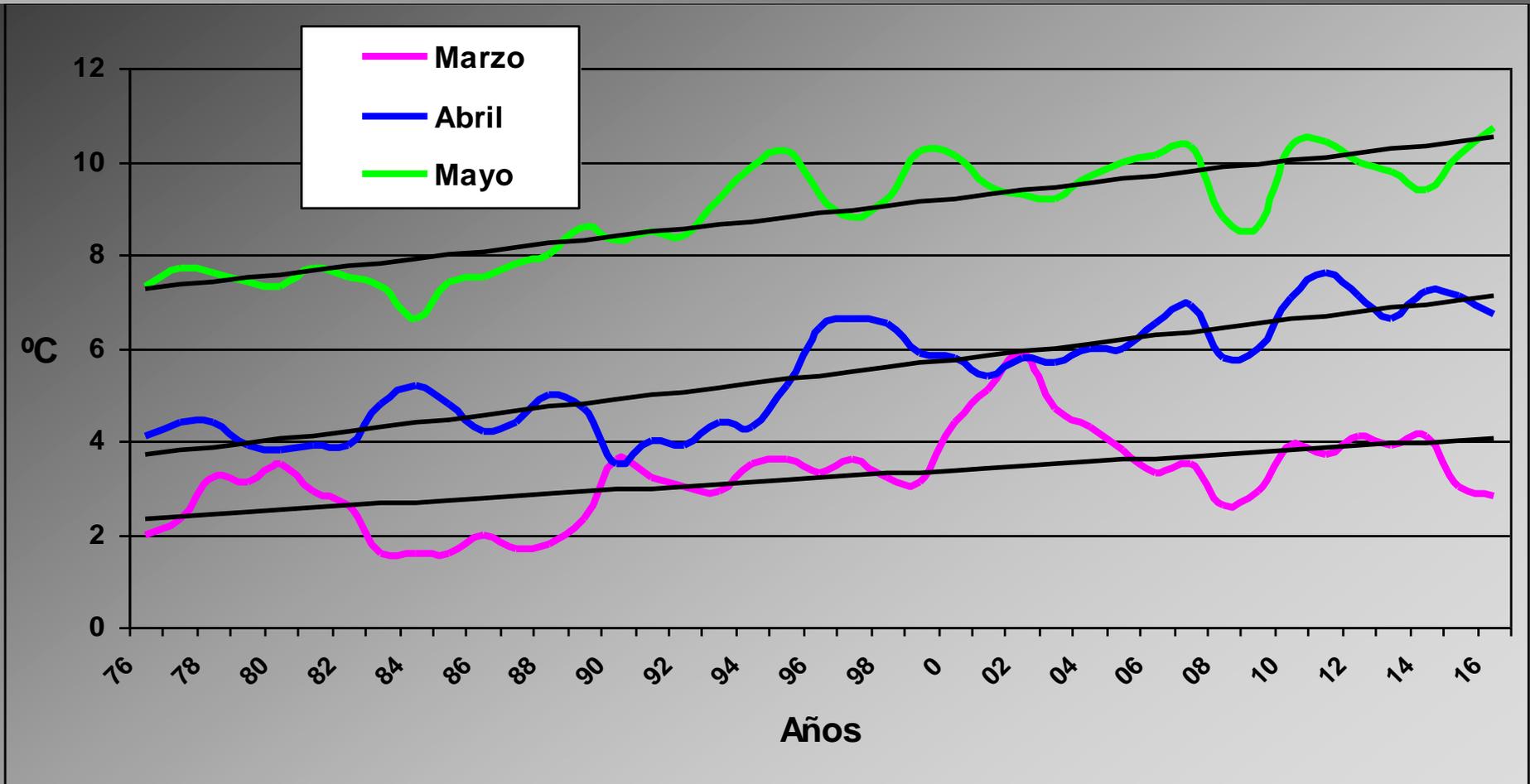
El aumento de rendimiento de abonar con 40 kg de N en vez de no abonar con N, ha supuesto un aumento de ingresos de $0,14 \text{ €/kg} \times 381 = \mathbf{53,34 \text{ €}}$, en otras palabras se ha perdido $53,90 - 53,34 = \mathbf{0,56 \text{ €}}$

Balance económico de un cultivo de cebada por décadas y hectárea en dos manejos, rotación y monocultivo



Cambio climático

Evolución de las temperaturas medias de las mínimas de los meses de primavera (medias móviles de tres años) de los últimos 42 años, donde se observa el aumento de las temperaturas desde mediados de la década de los 90. Los meses de abril y mayo la temperatura ha aumentado en 3°C.

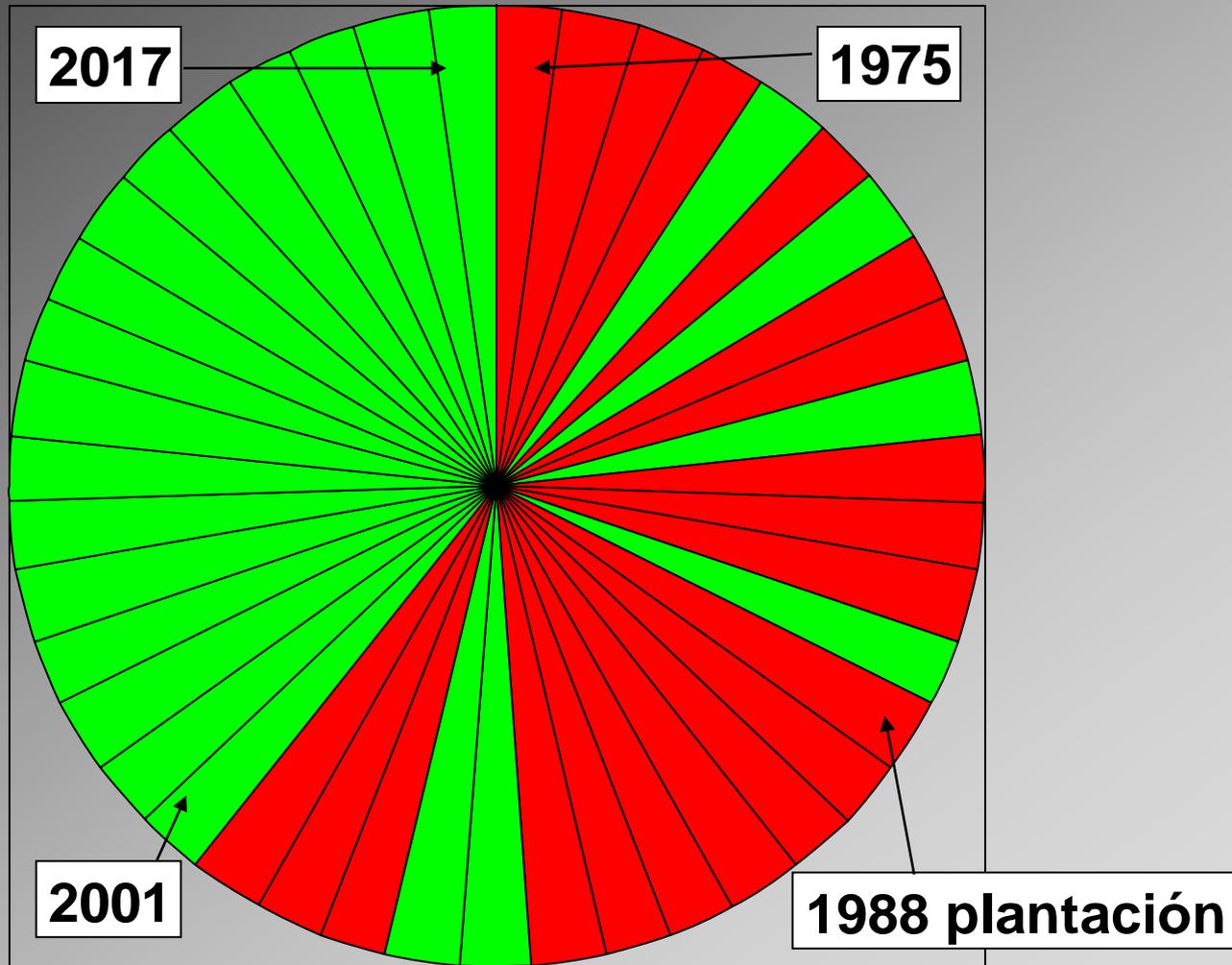


Cambio climático: impacto cultivos arbóreos

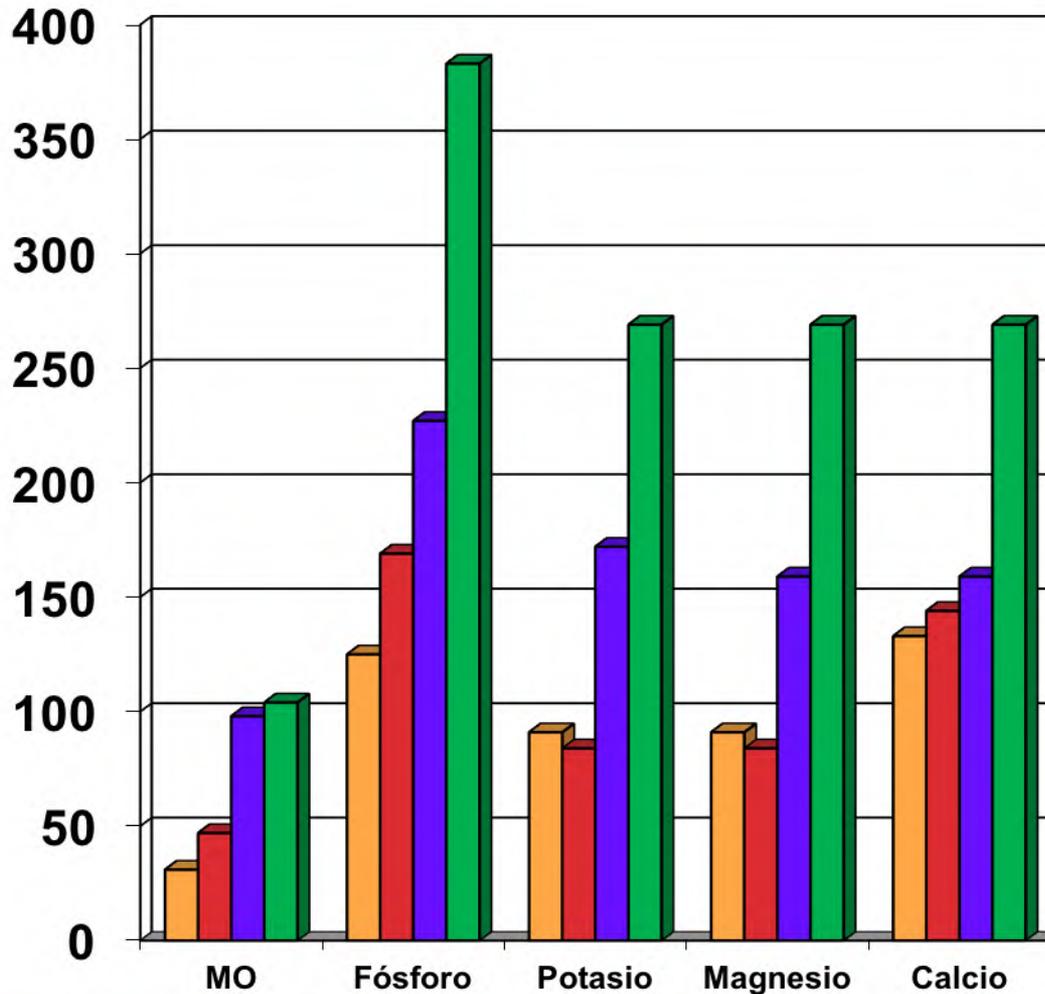


Cambio climático

Años con heladas (rojo) que afectaron al cultivo del pistachero



La degradación depende del manejo



■ Viña

■ Herbáceo+vertedera+barbecho+químico+cereal (1/2)

■ Herbáceo+cultivador+toda la paja del cereal+químico+cultivo todos los años

■ Herbáceo+chisel+compost (1/4 años)+recogida de paja+cereal (3/4)

Degradación de los sistemas agrarios



Contaminación=Eutrofización



Alto riesgo de desertificación

La Higuera

An aerial photograph showing a vast, arid landscape. A winding river flows through the scene, with several smaller channels branching off. The land is divided into a complex grid of agricultural plots, many of which appear to be planted with crops in neat rows. The overall color palette is dominated by shades of brown, tan, and beige, indicating a dry environment. The text 'La Higuera' is centered in the image, enclosed in a black oval.

Cambio climático: invierno altas temperaturas y altas intensidades de lluvia



Cambio climático: primaveras altas temperaturas y déficit hídrico



Funcionamiento de un ecosistemas



El manejo modifica el ambiente



Rotaciones



Tipo de siembra



Uso de agroquímicos

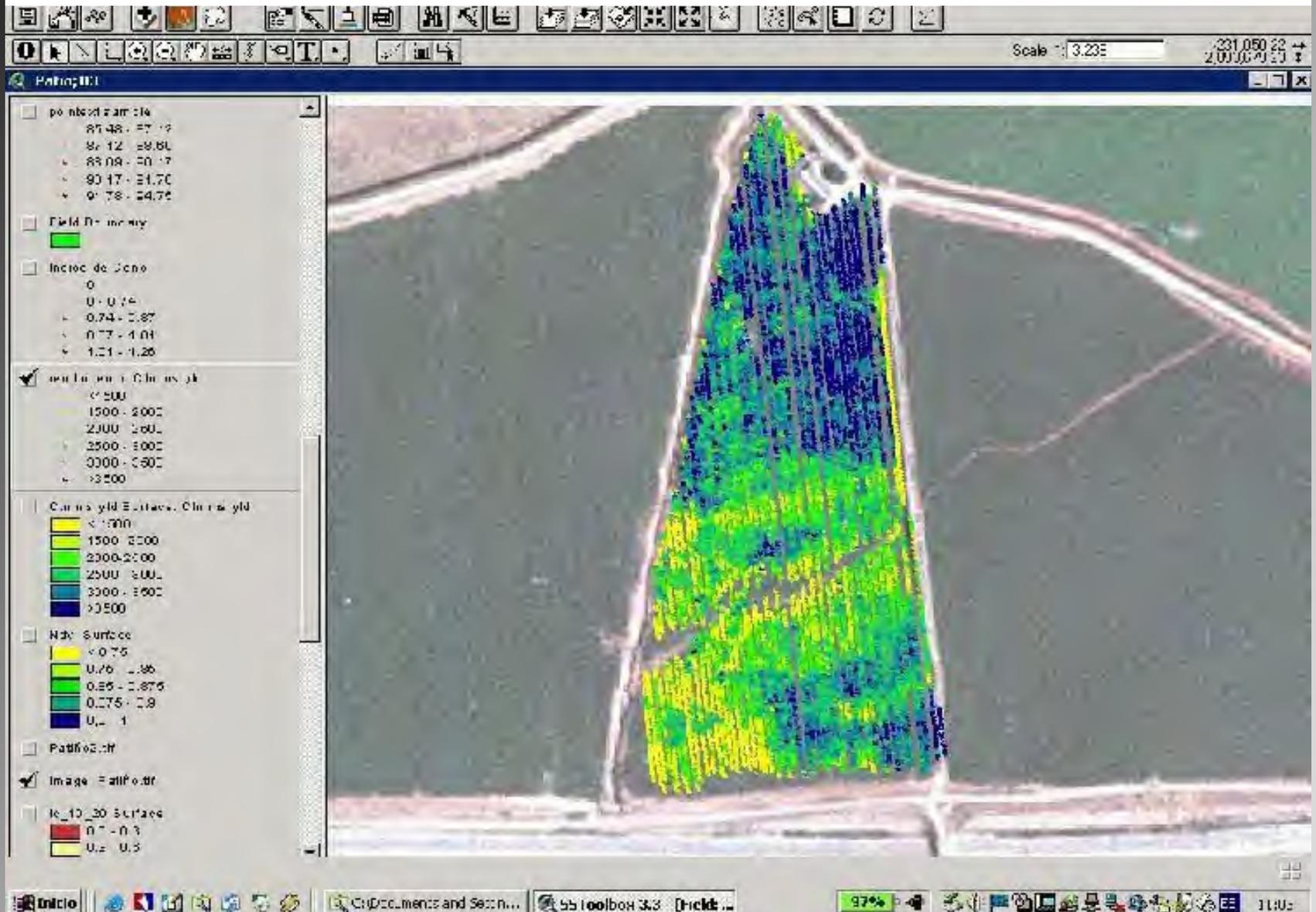


Fertilización química

El manejo modifica el ambiente



Medidas: Mapas de producción



Restauración zonas degradadas



Medidas: No quemar residuos vegetales

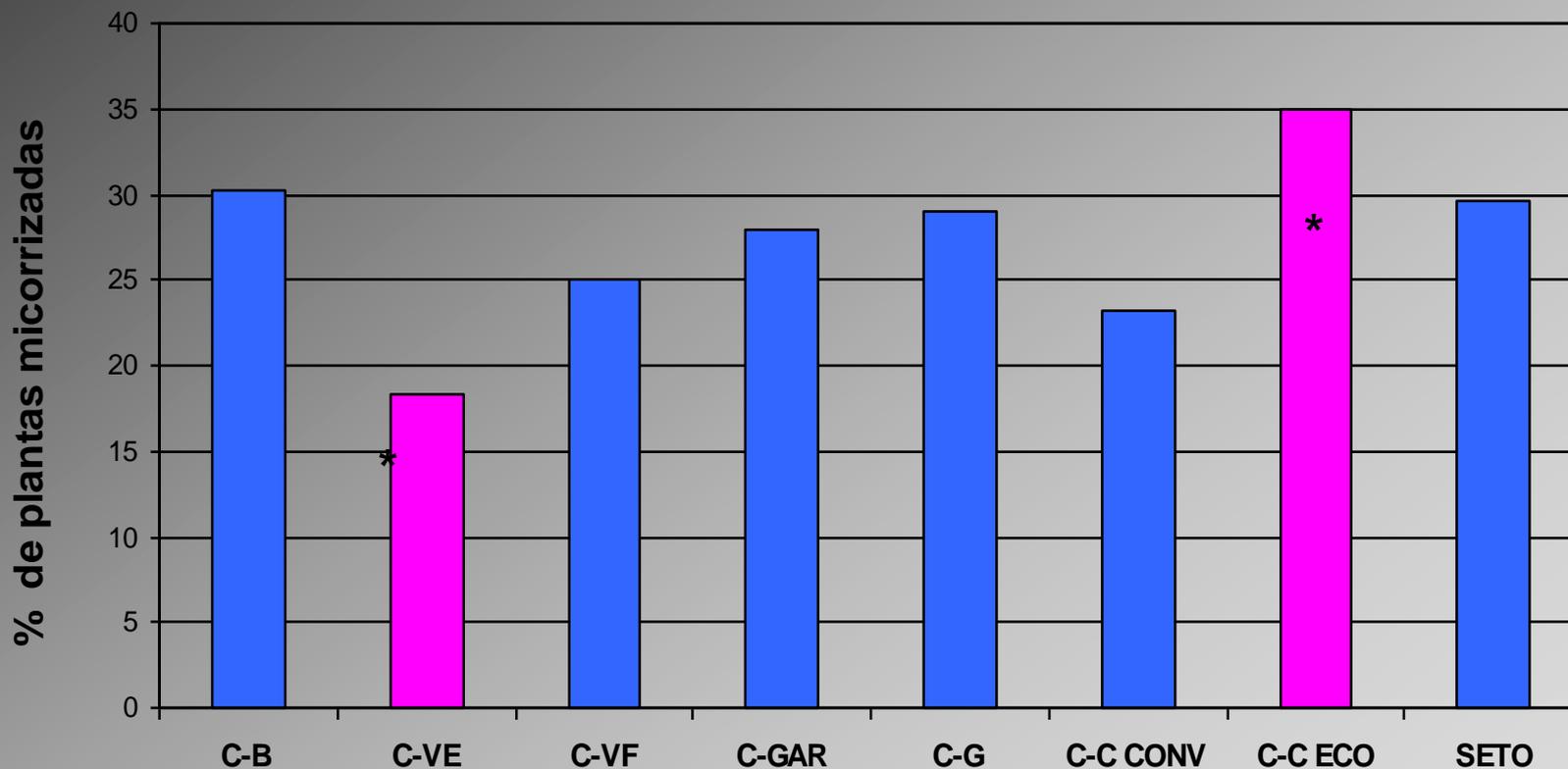


Medidas: Fertilidad basada en residuos orgánicos y organismos simbiotes



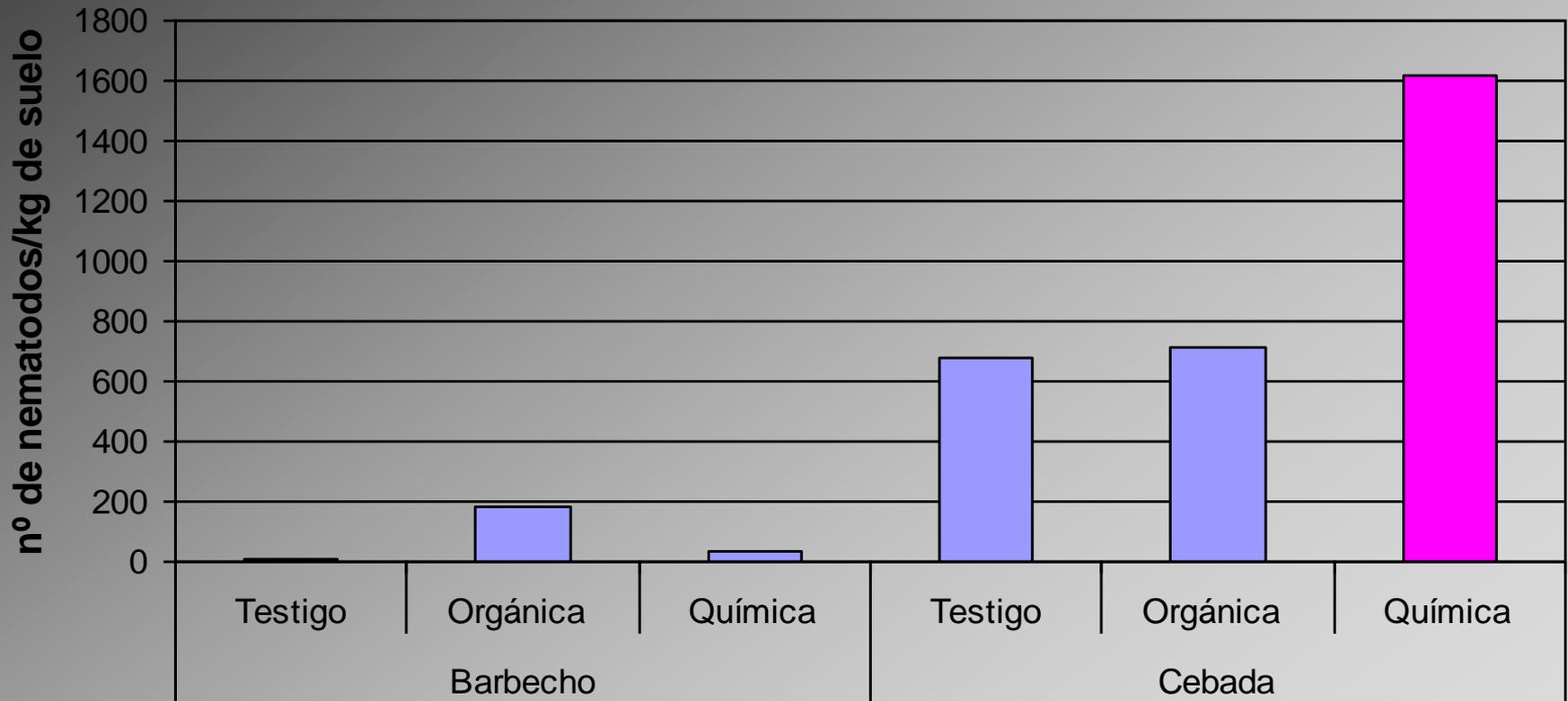
Medidas: Fertilidad basada en residuos orgánicos y organismos simbiotes

Tanto por ciento de plantas micorrizadas en cultivo de centeno,
en rotación con diferentes cultivos en un Vertisol



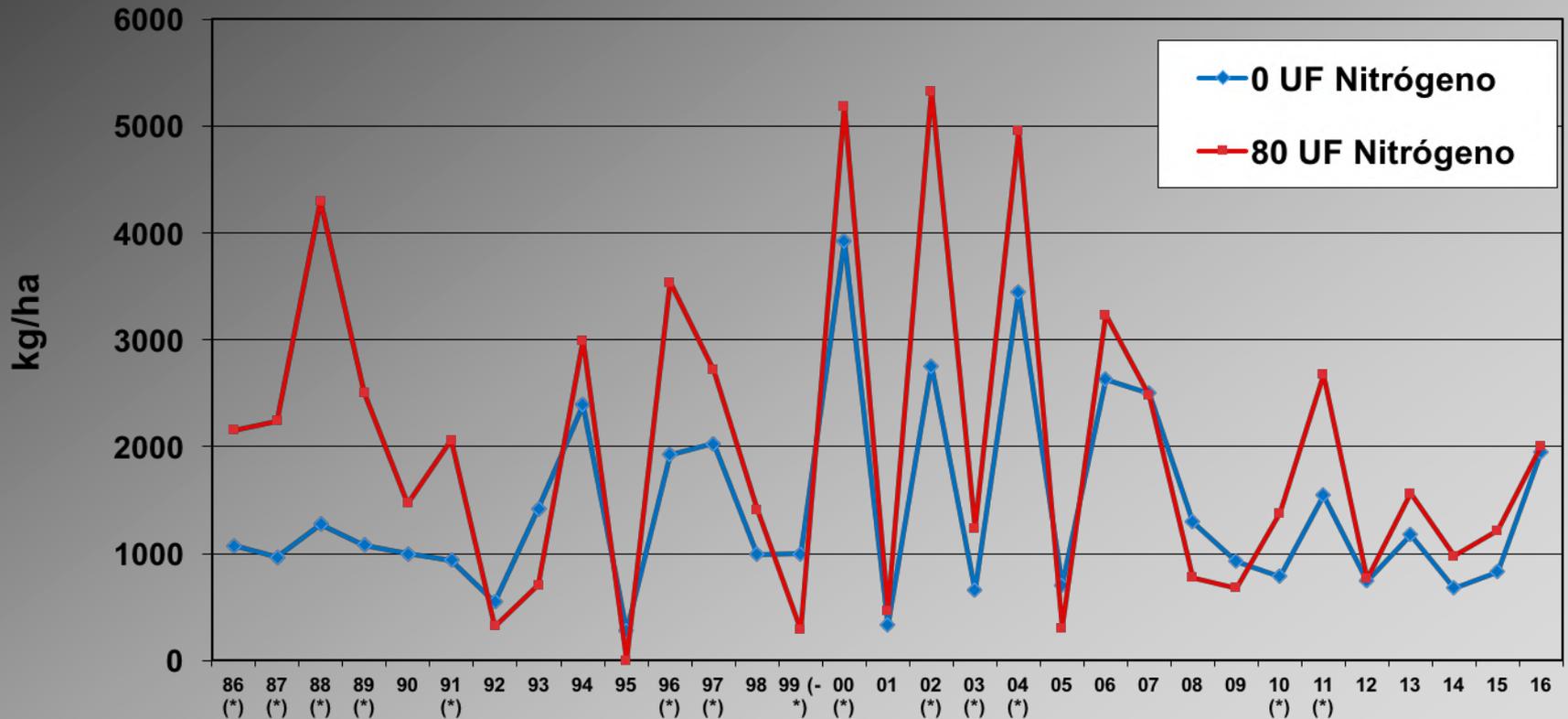
Bioindicadores y perturbaciones en el suelo

Nematodos fitoparásitos en diferentes usos y fertilizaciones en un Luvisol

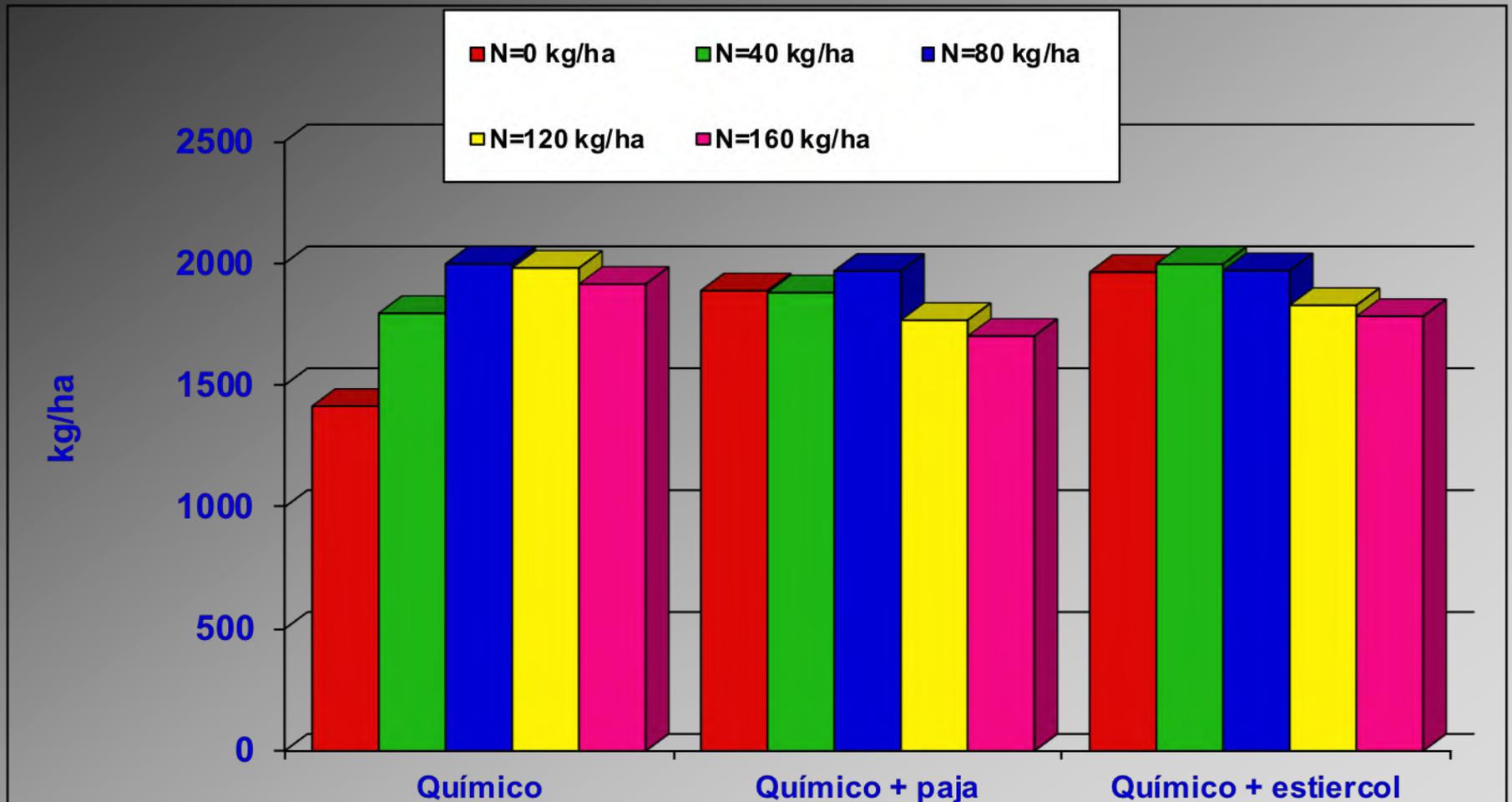


Resultados: Nitrógeno

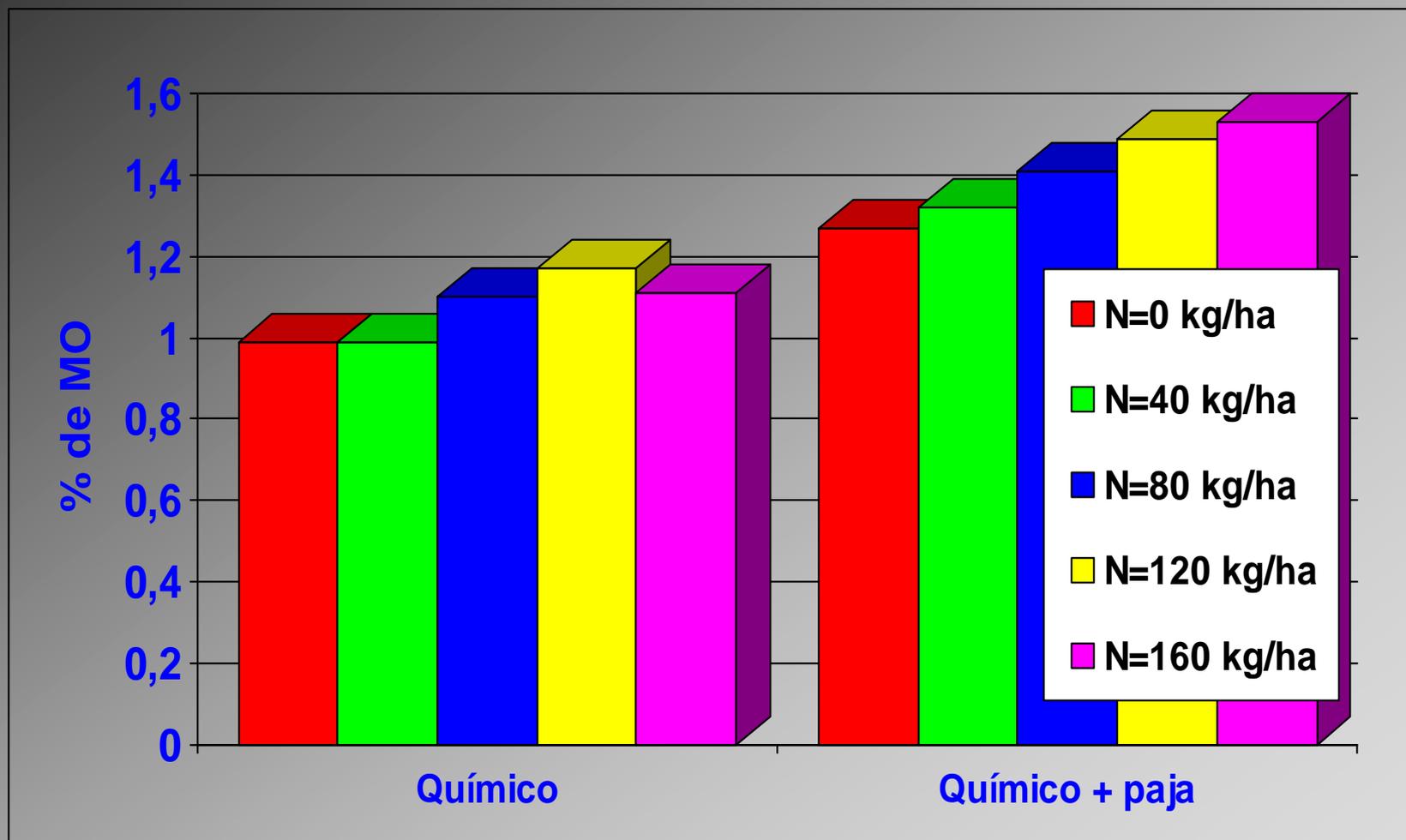
Evolución de las producciones de trigo con y sin fertilización nitrogenada



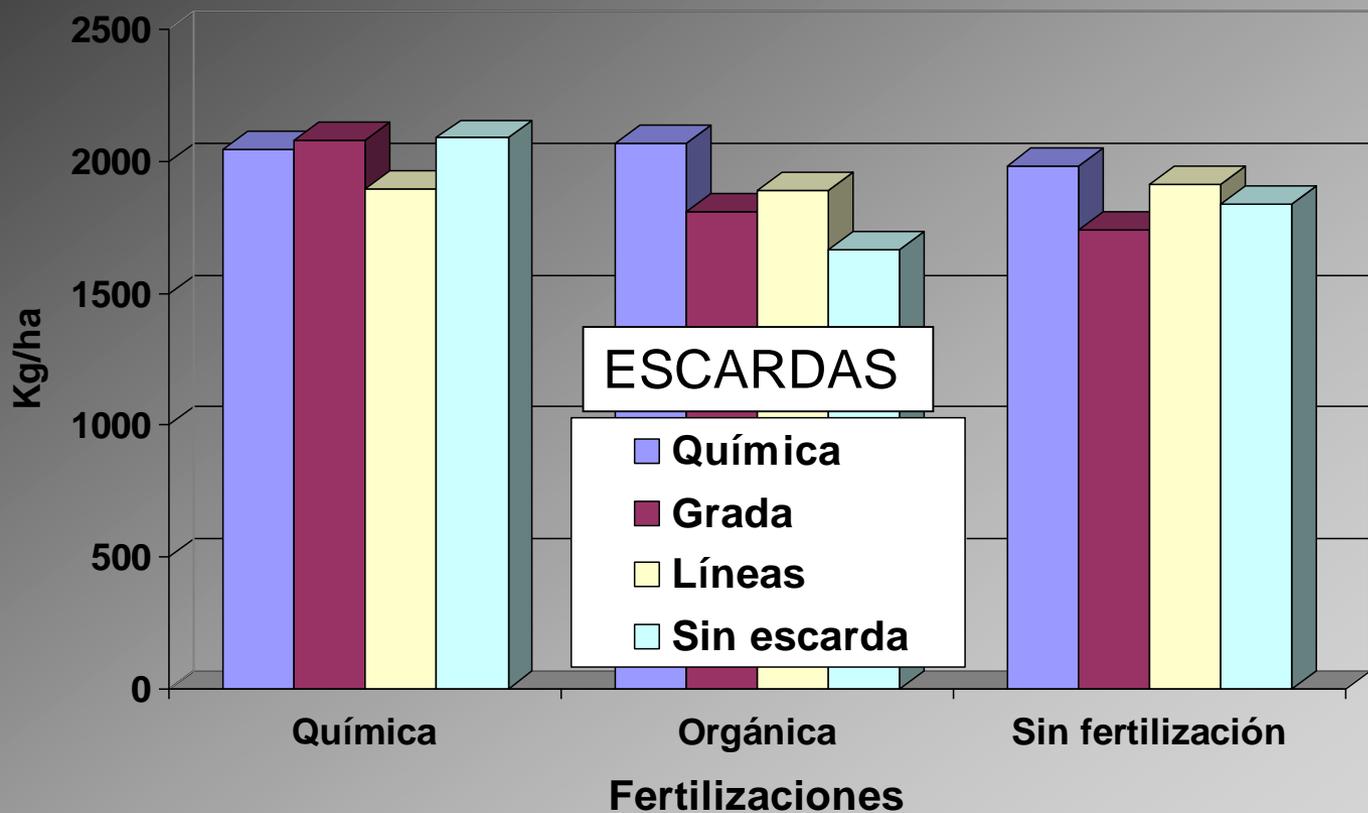
Producción de trigo en una rotación sorgo-trigo-cebada con diferentes fertilizaciones y manejos (media de 31 años)



Evolución de la materia orgánica en diferentes fertilizaciones y manejos



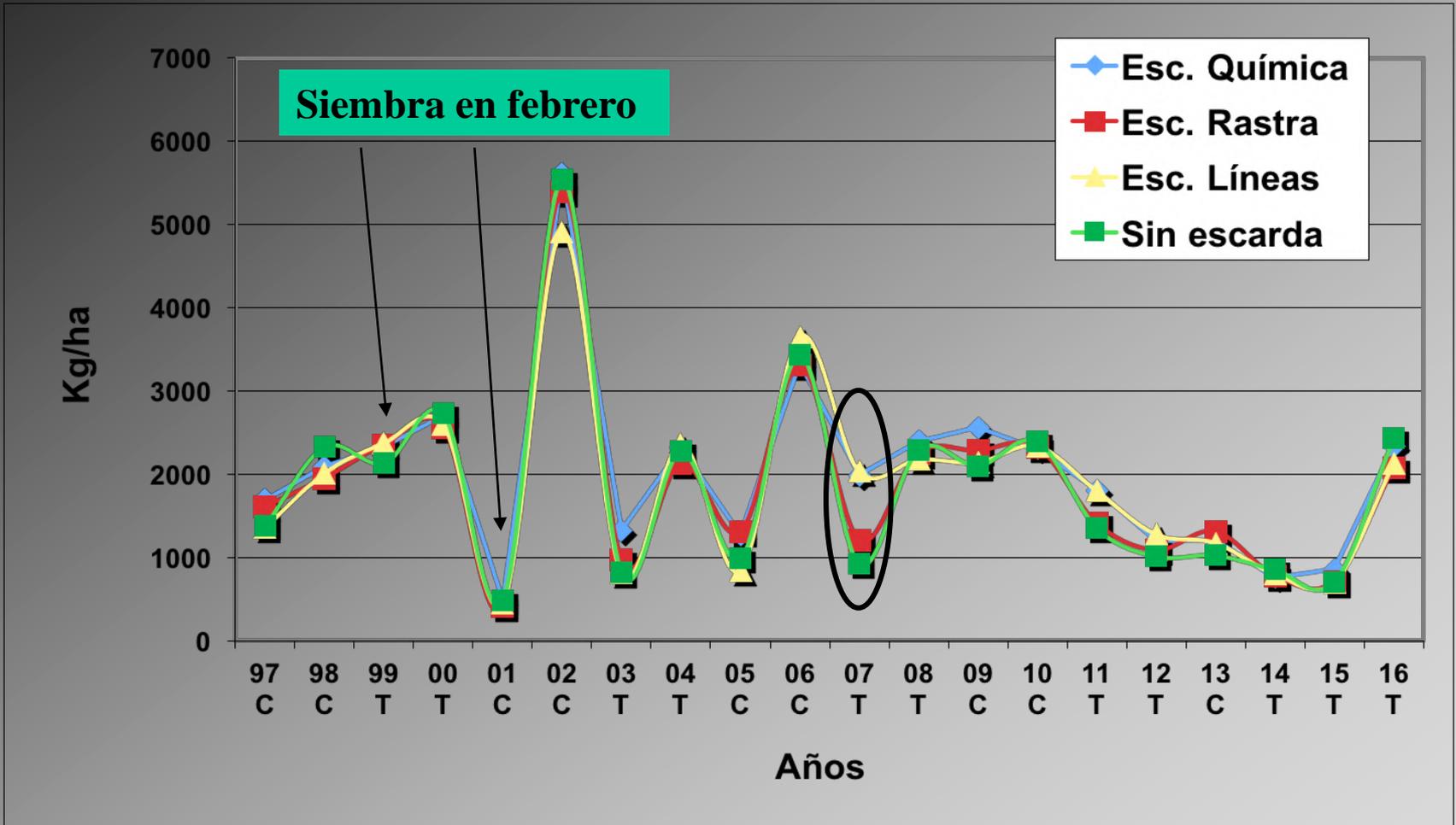
Efecto del tipo de fertilización y escarda sobre la producción del cereal (media 20 años)



Los resultados medios obtenidos en la serie de 20 años indican que la fertilización no influye sobre el desarrollo de las hierbas en el cultivo de cereal, aunque sí sobre el cultivo (producción) al aumentar su capacidad competitiva frente a las mismas.

La producción de cereal con los métodos de escarda química y en líneas agrupada es independiente del tipo de fertilización

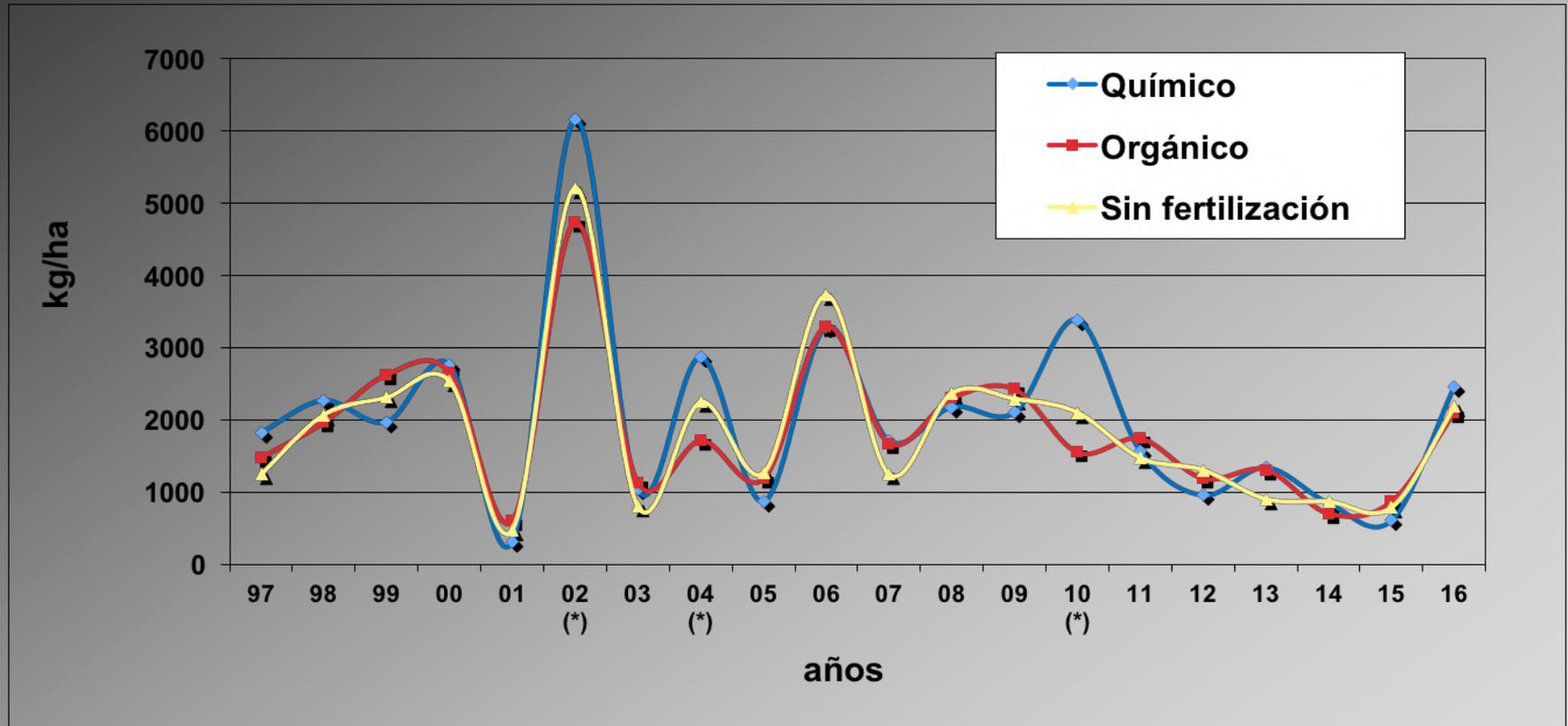
Evolución de las producciones con diferentes escardas



La escarda tiene poca importancia en la evolución de los rendimientos del cereal y solo el año 2007 se noto el efecto de la competencia de la hierba. Se nota el efecto cambio climático en los últimos años

Suelo y fertilización

Evolución de los rendimientos de cereal con diferentes fertilizaciones en un suelo franco-arenoso

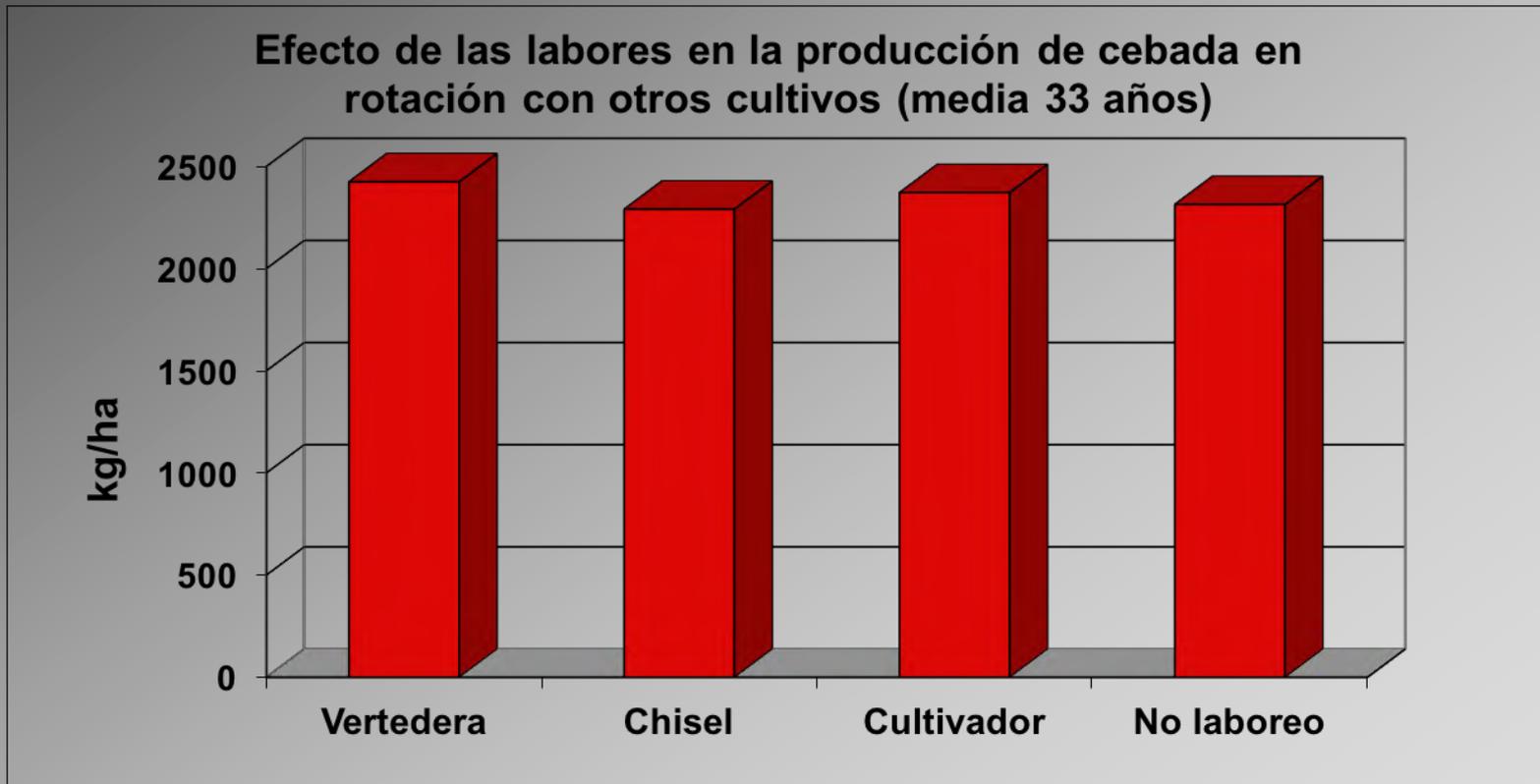


En los suelos más arenosos la fertilización tanto orgánica como química exógena, tiene muy poca incidencia en los rendimientos del cereal, siempre que este sea abonado con los residuos de cosecha o con un abonado verde de veza.

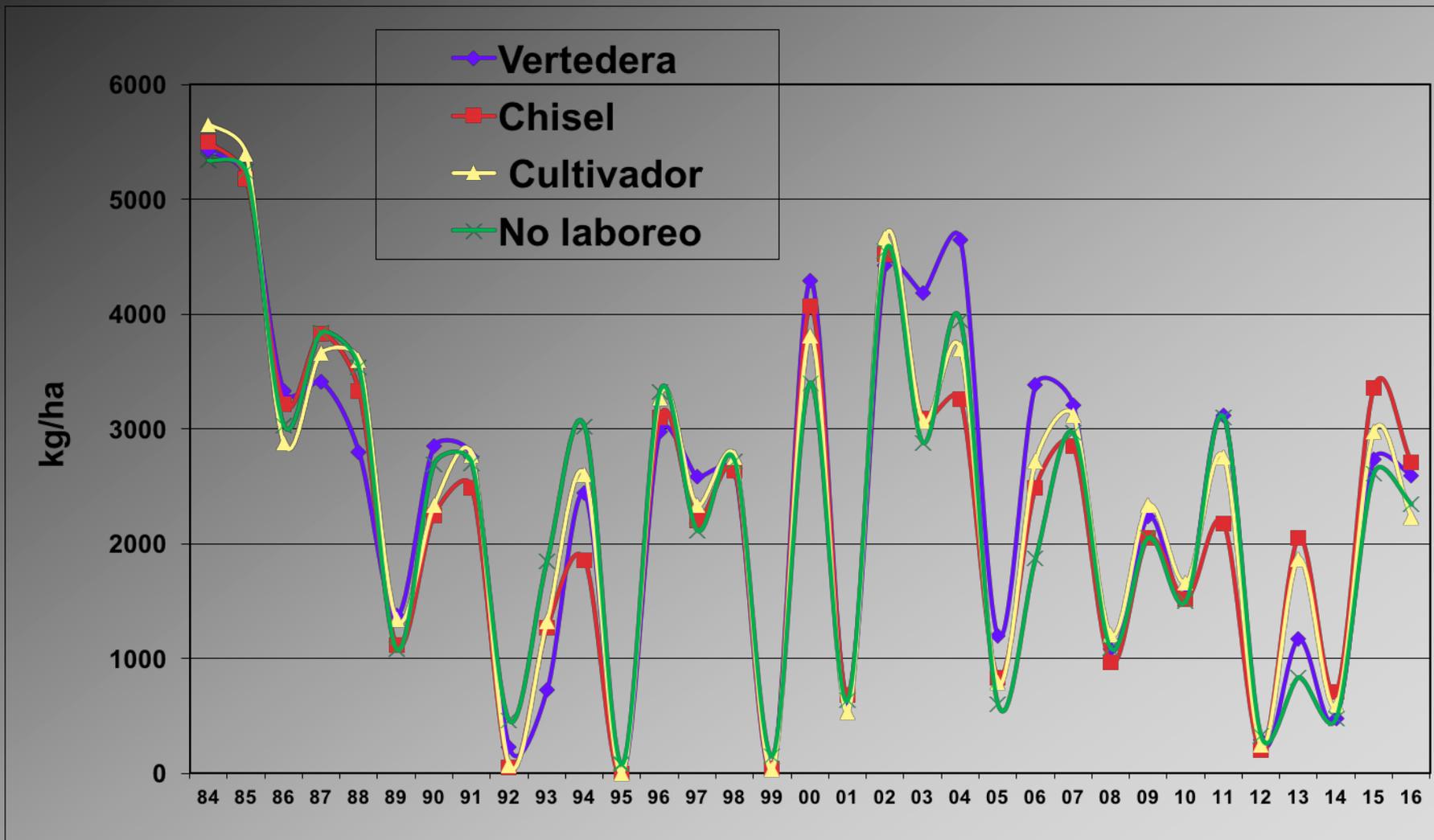


Medidas: Labores

Más labor es igual a degradación

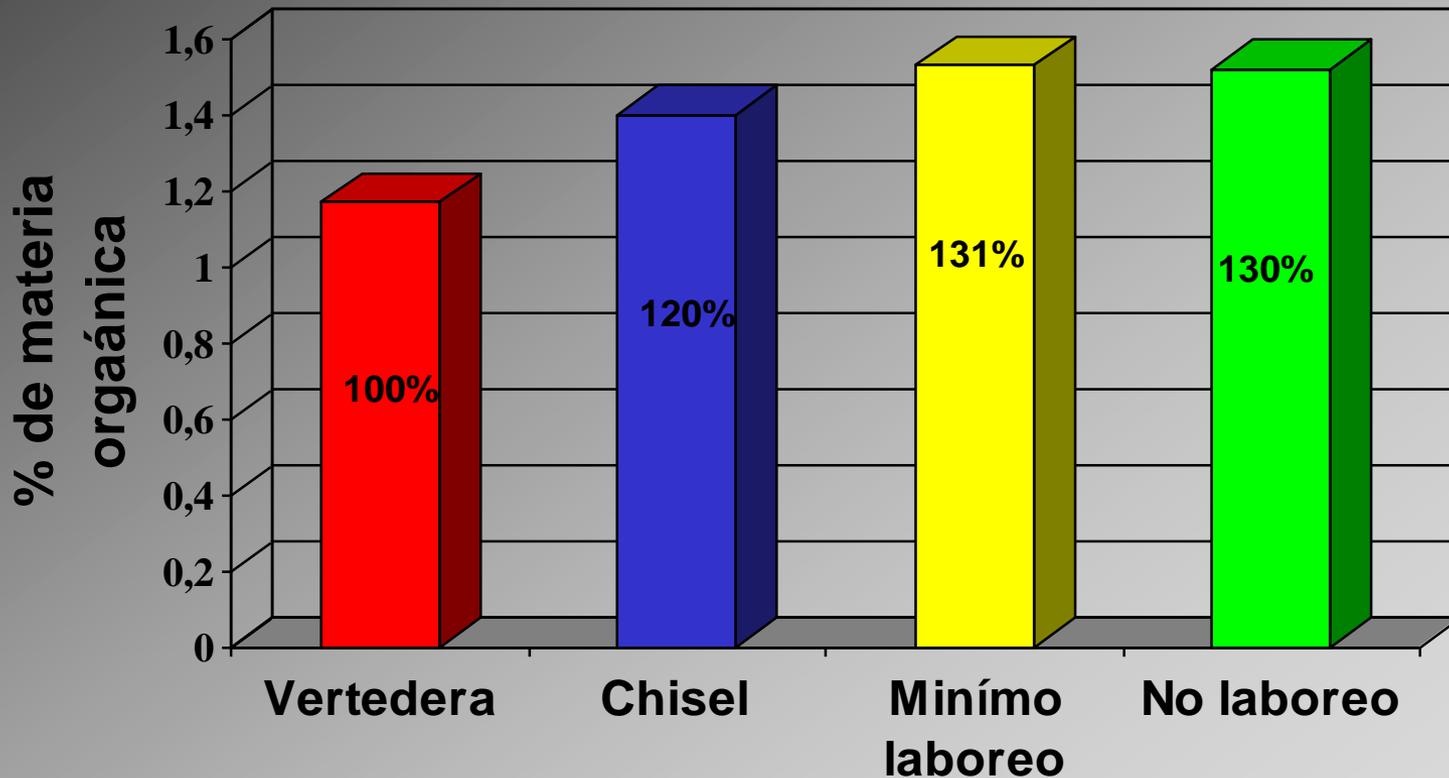


Rendimiento de cereal con diferentes laboreos



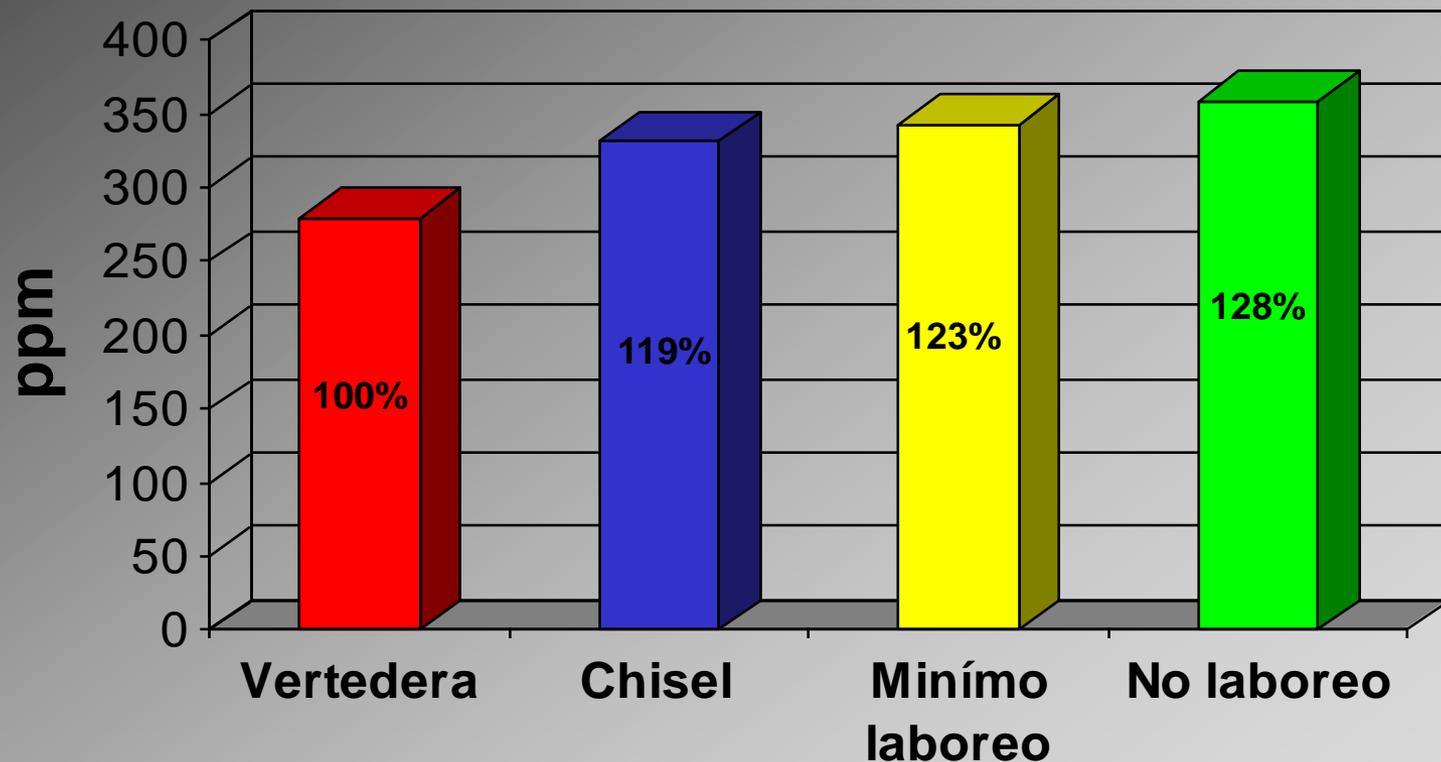
Vertedera = degradación

La materia orgánica media de 30 años en rotación de cultivos



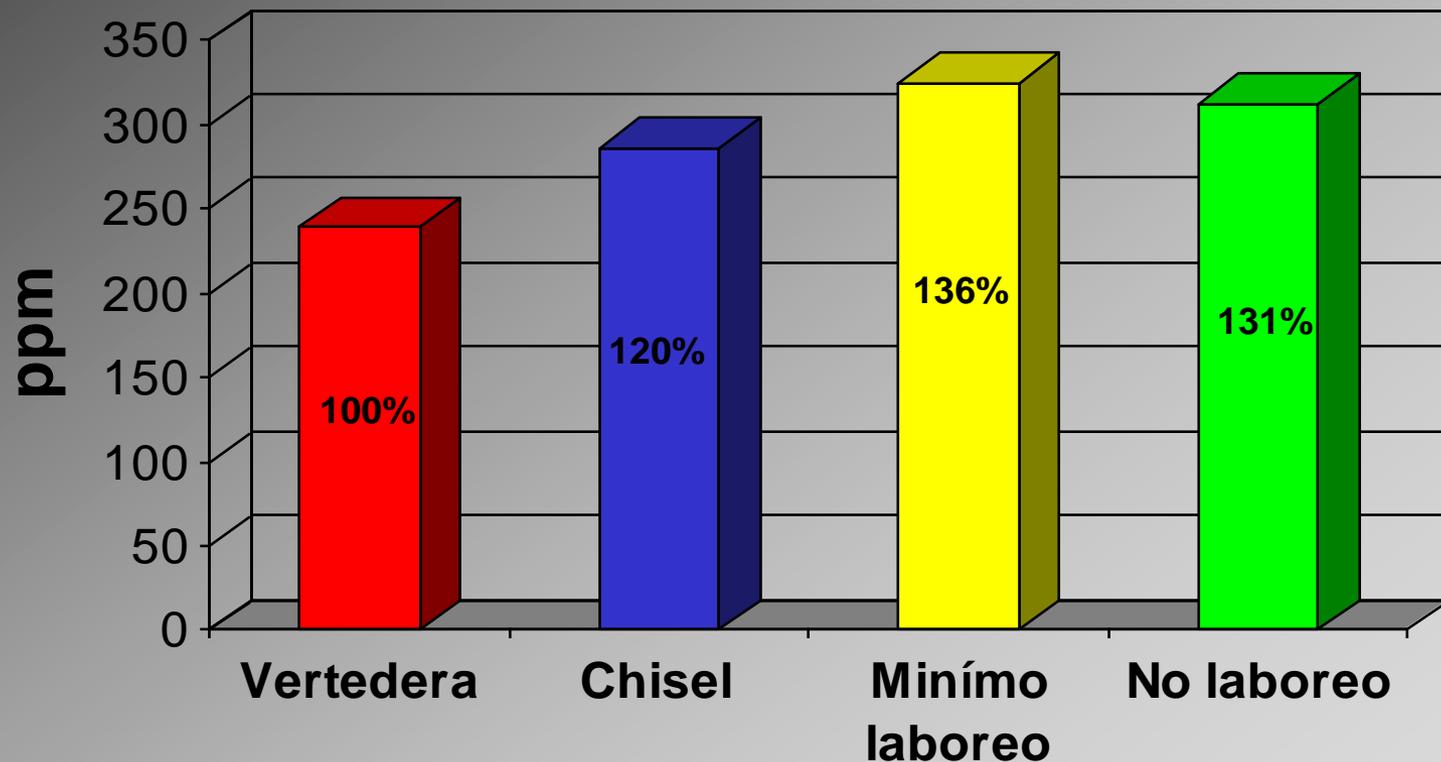
Vertedera = degradación

El potasio media de 30 años en rotación de cultivos



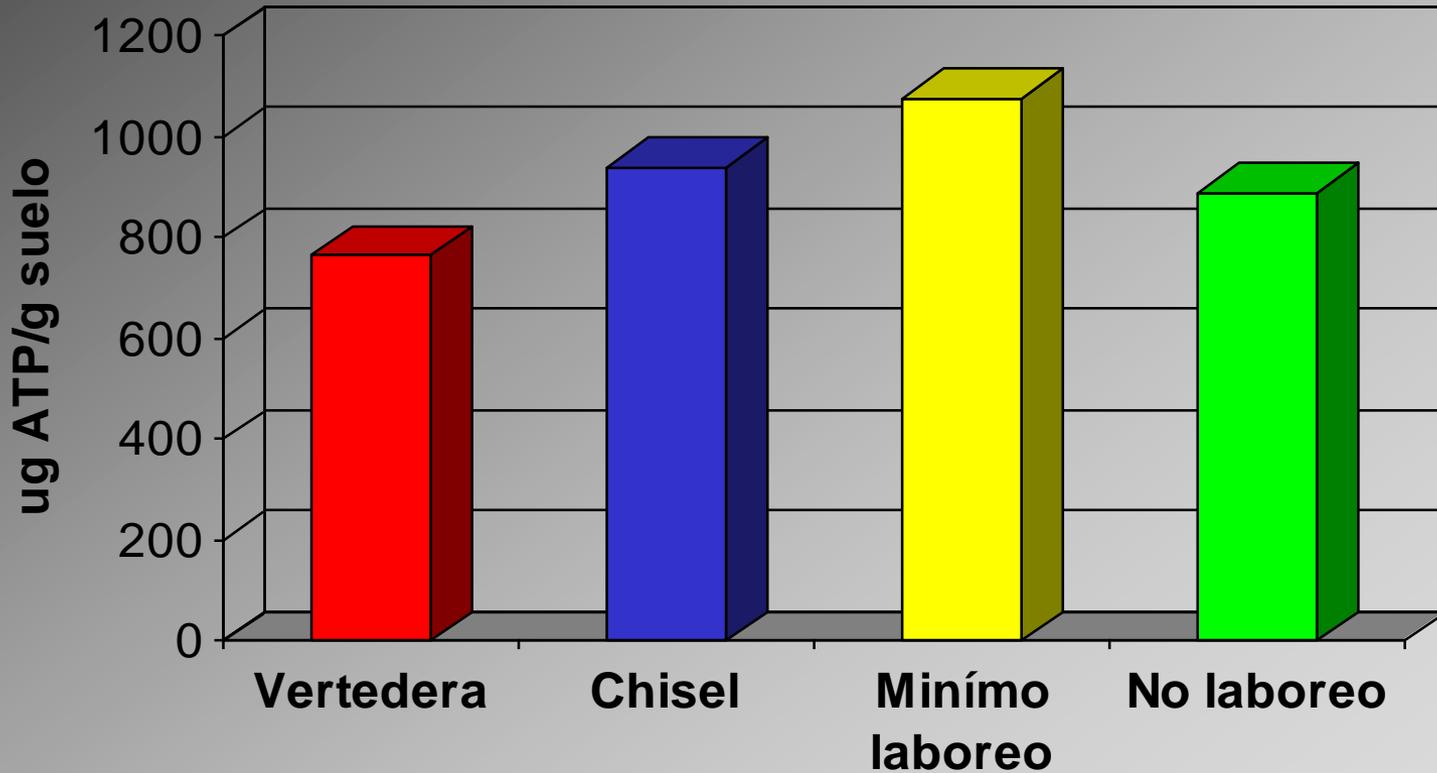
Vertedera = degradación

El fósforo (P_2O_5) media de 30 años en rotación de cultivos



Vertedera = degradación

Evolución de la biomasa microbiana después de 20 años





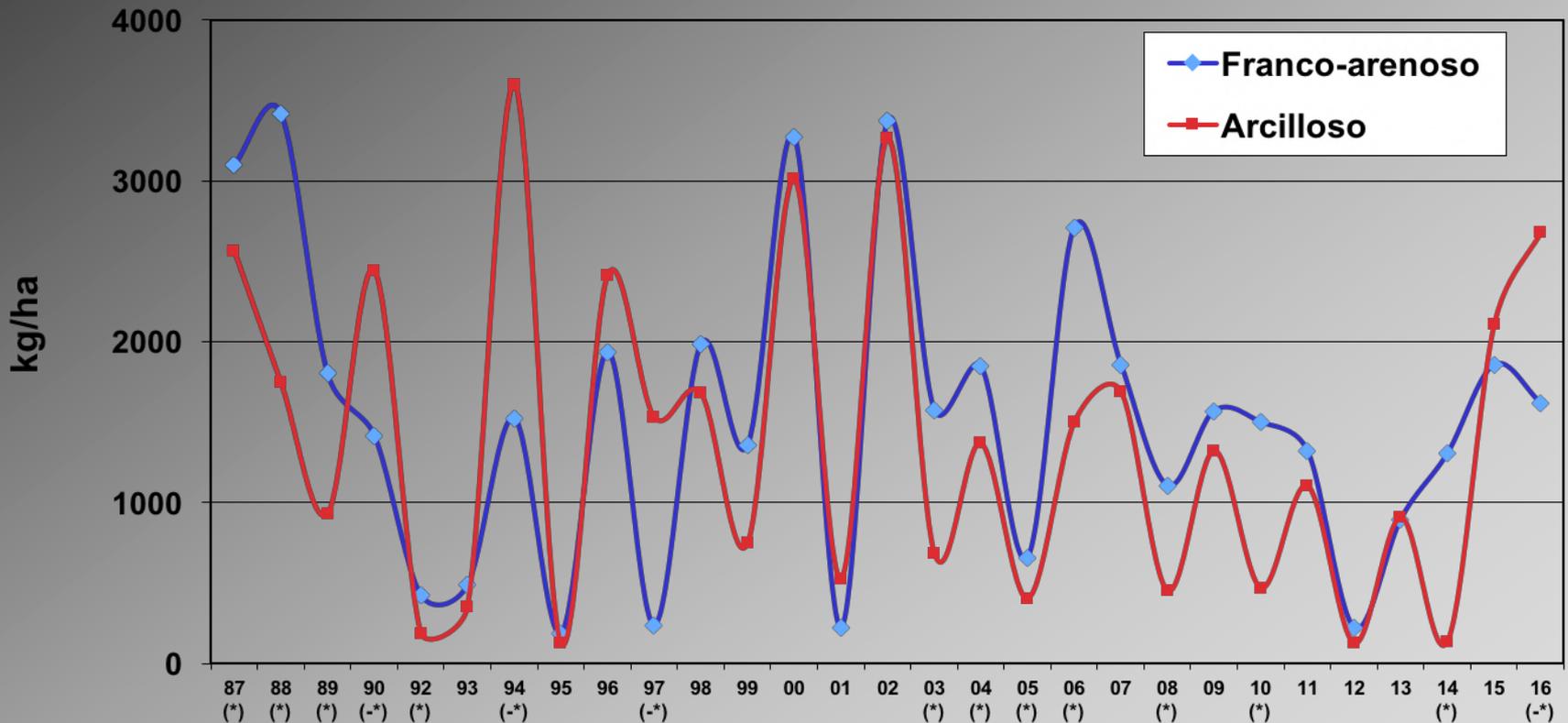
Suelos



Suelos

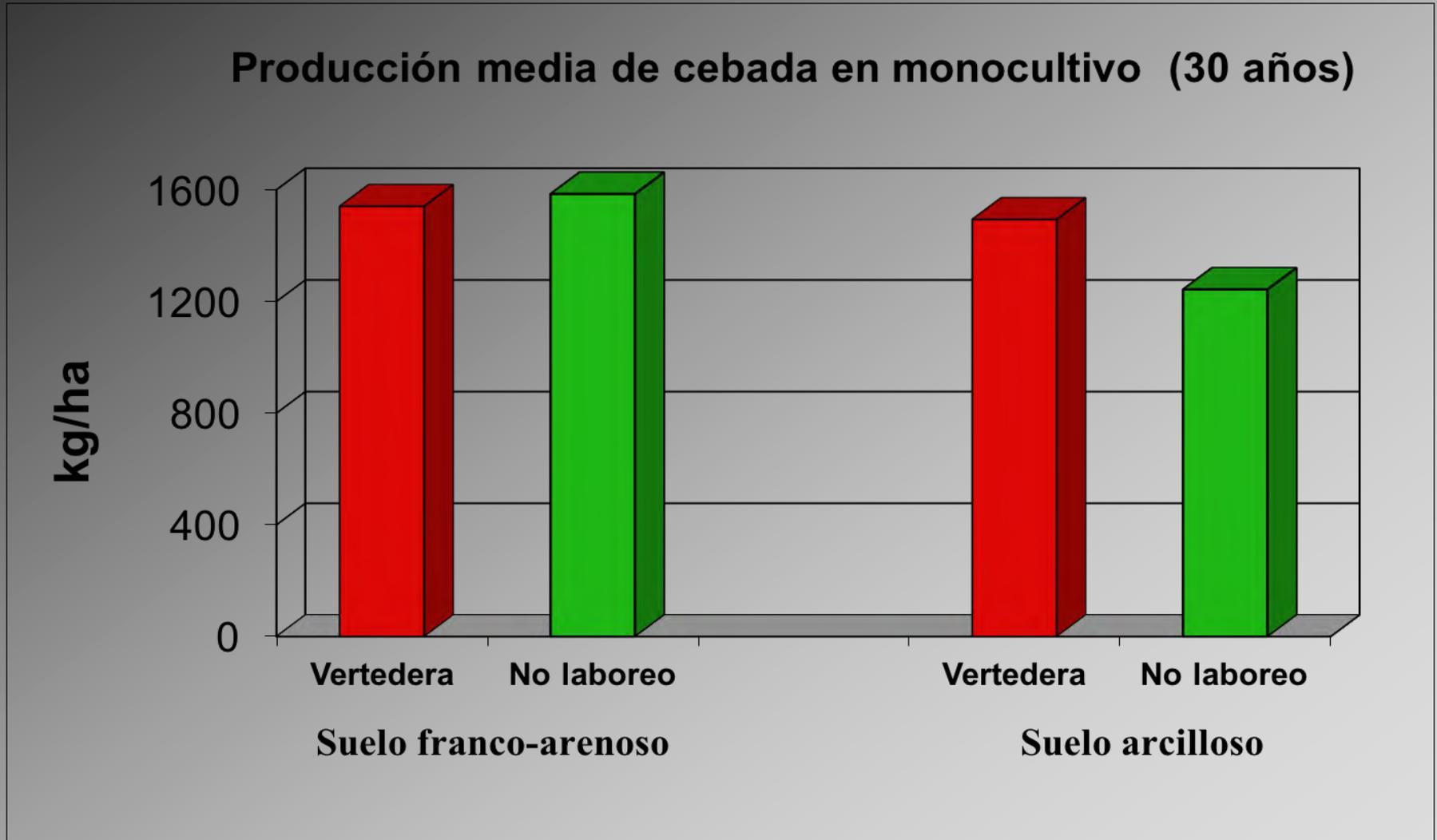
El suelo determina las diferencias anuales

Evolución de las producciones de cebada en monocultivo y en dos suelos

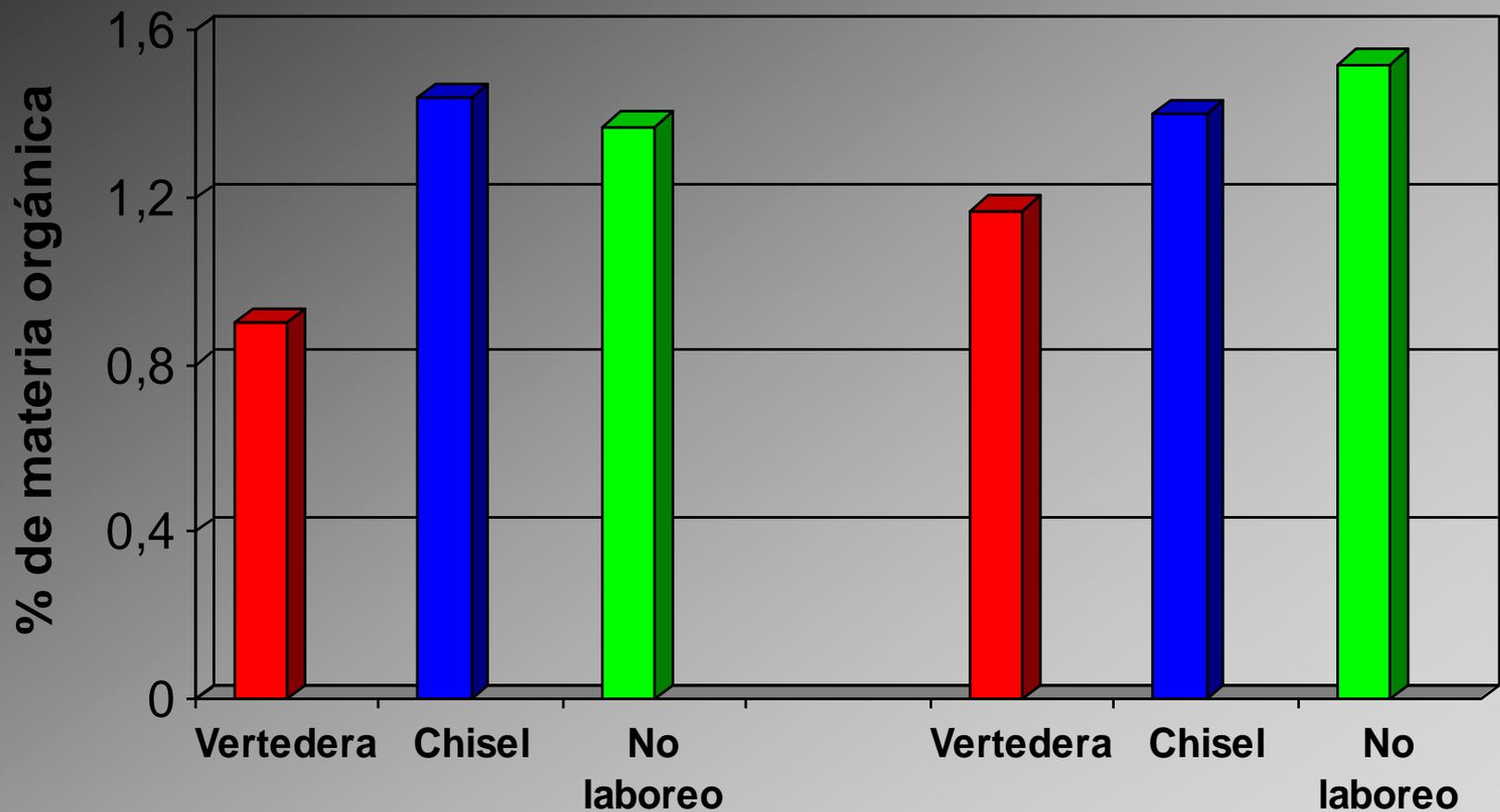


Suelos: Producción

El clima es el que determina las producciones medias y el manejo las diferencias



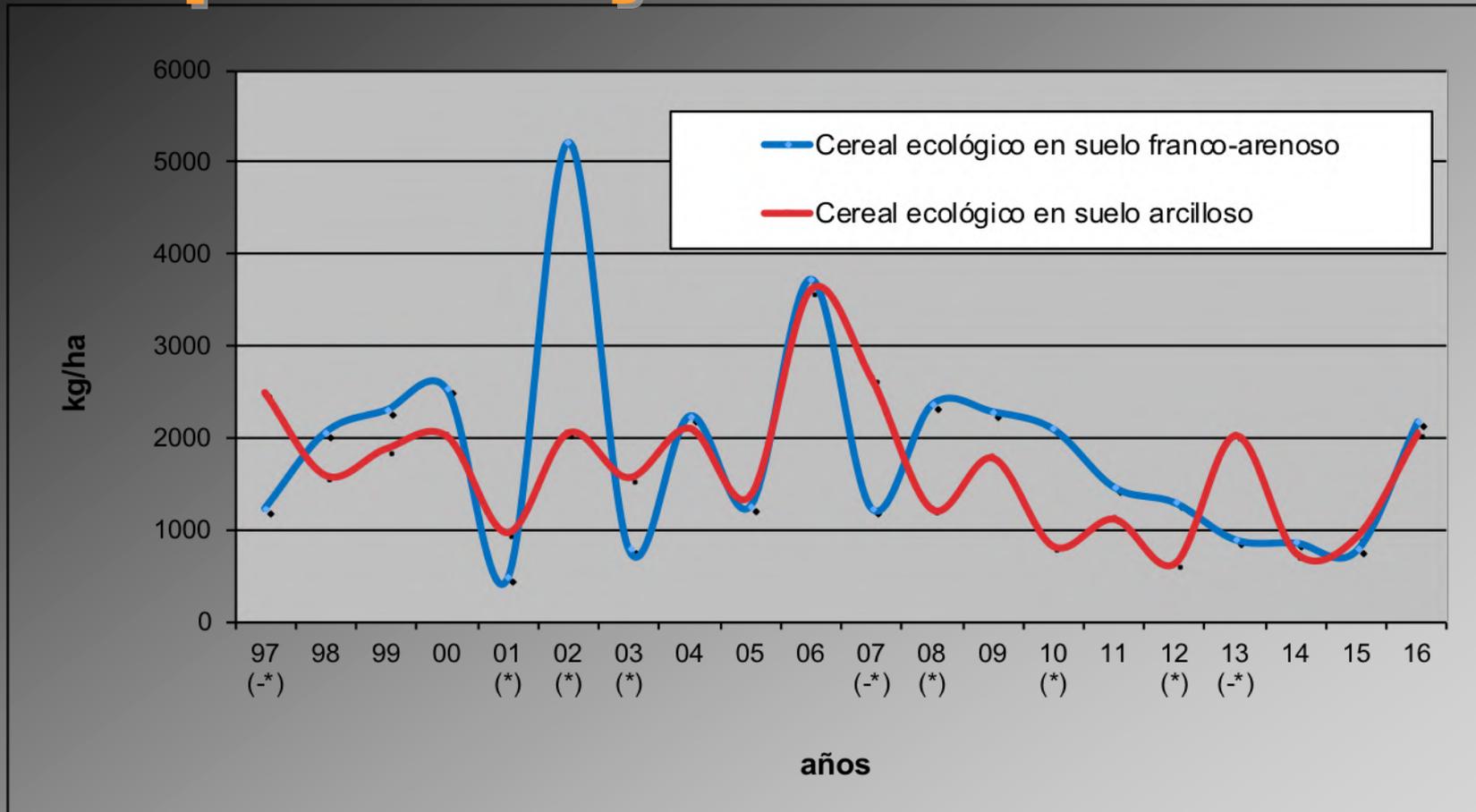
Suelos: Materia orgánica



Suelo franco-arenoso

Suelo arcilloso

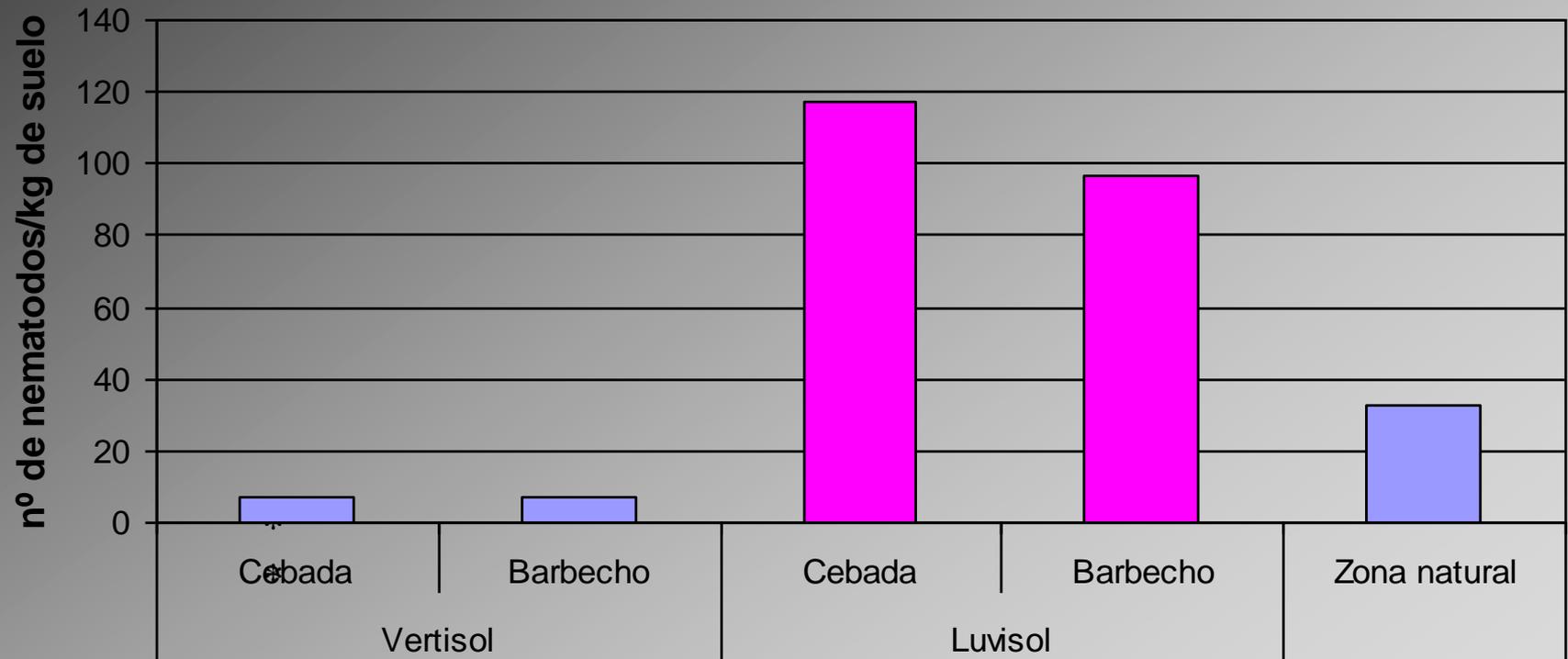
El tipo de suelo y rendimiento de cereal



Evolución de los rendimientos de cereal ecológico en dos suelos sometidos a manejo ecológico, sin aportes de insumos externos, la rotación es de barbecho-cebada-veza enterrada-trigo. Se observa que los suelos ligeros reciclan mejor los nutrientes que los suelos arcillosos, esto se manifiesta con unos rendimientos medios superiores de un 10% (1.869 y 1.687 kg/ha media de 20 años). Cuando los suelos arcillosos producen más está relacionado con las reservas hídricas de invierno y primaveras con déficit.

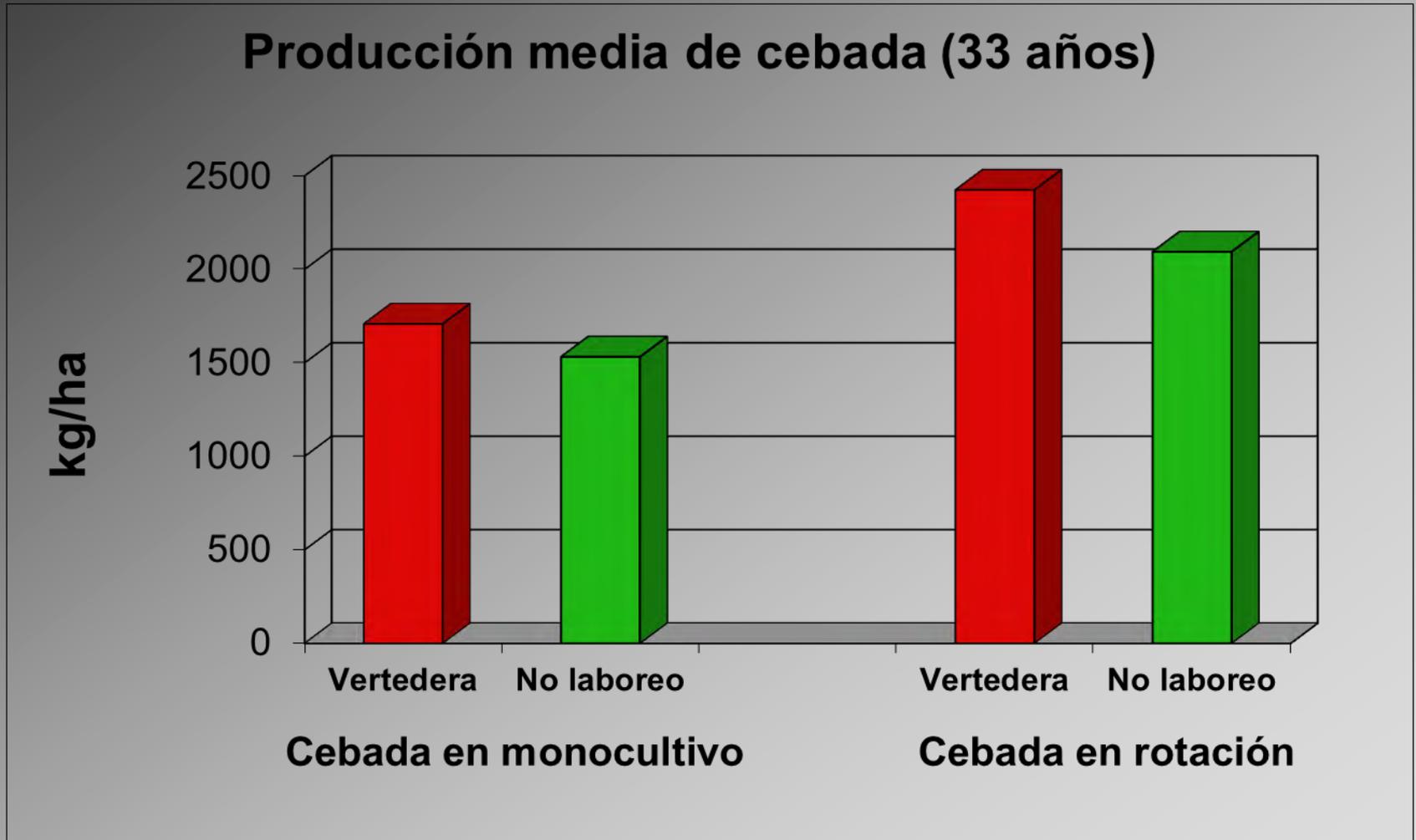
Bioindicadores y perturbaciones en el suelo

Nematodos depredadores en una rotación barbecho-
cebada en AE y en dos suelos



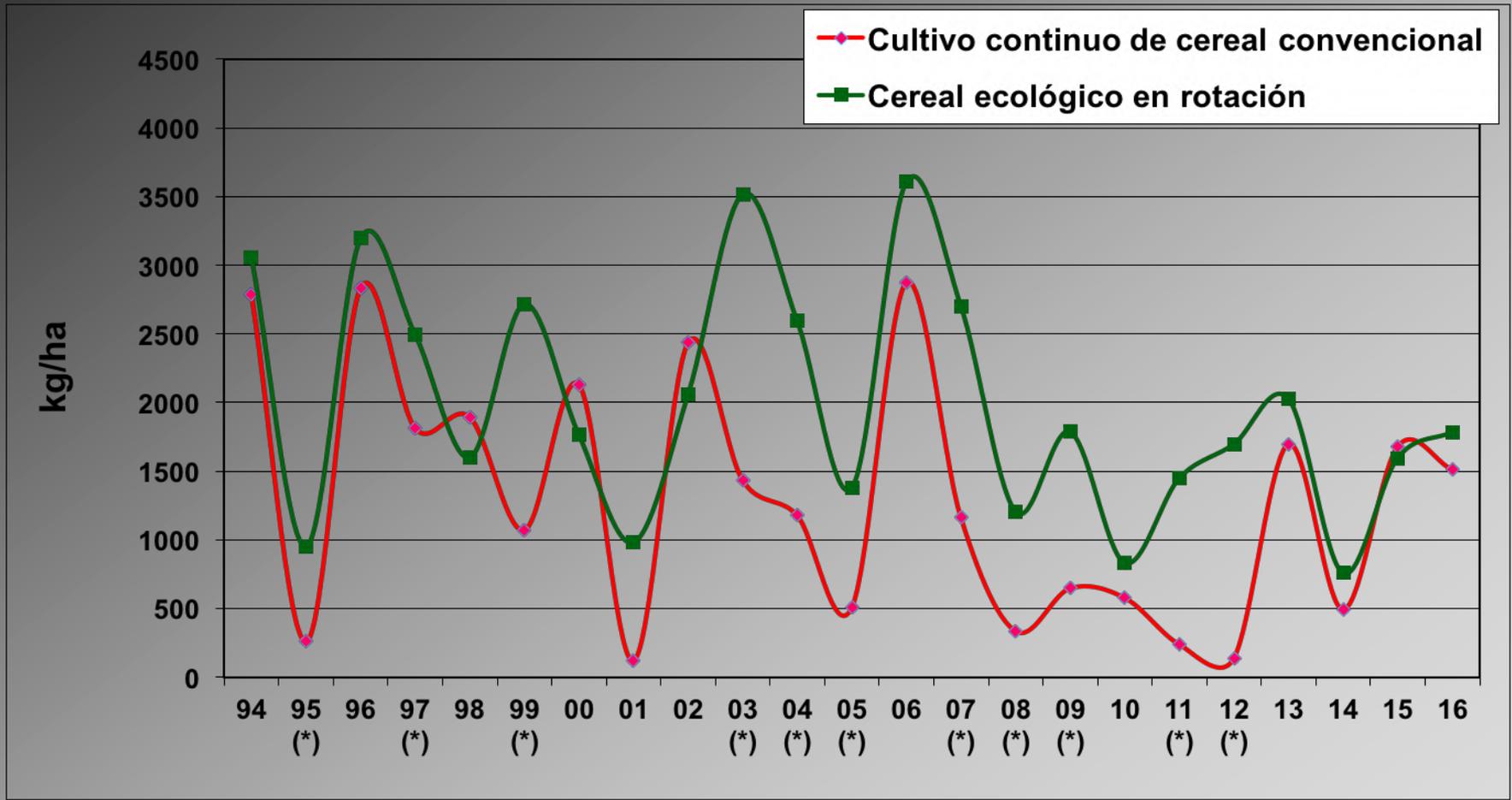
ROTACIONES

La cebada en rotación produce más de un 50% que la cebada en monocultivo



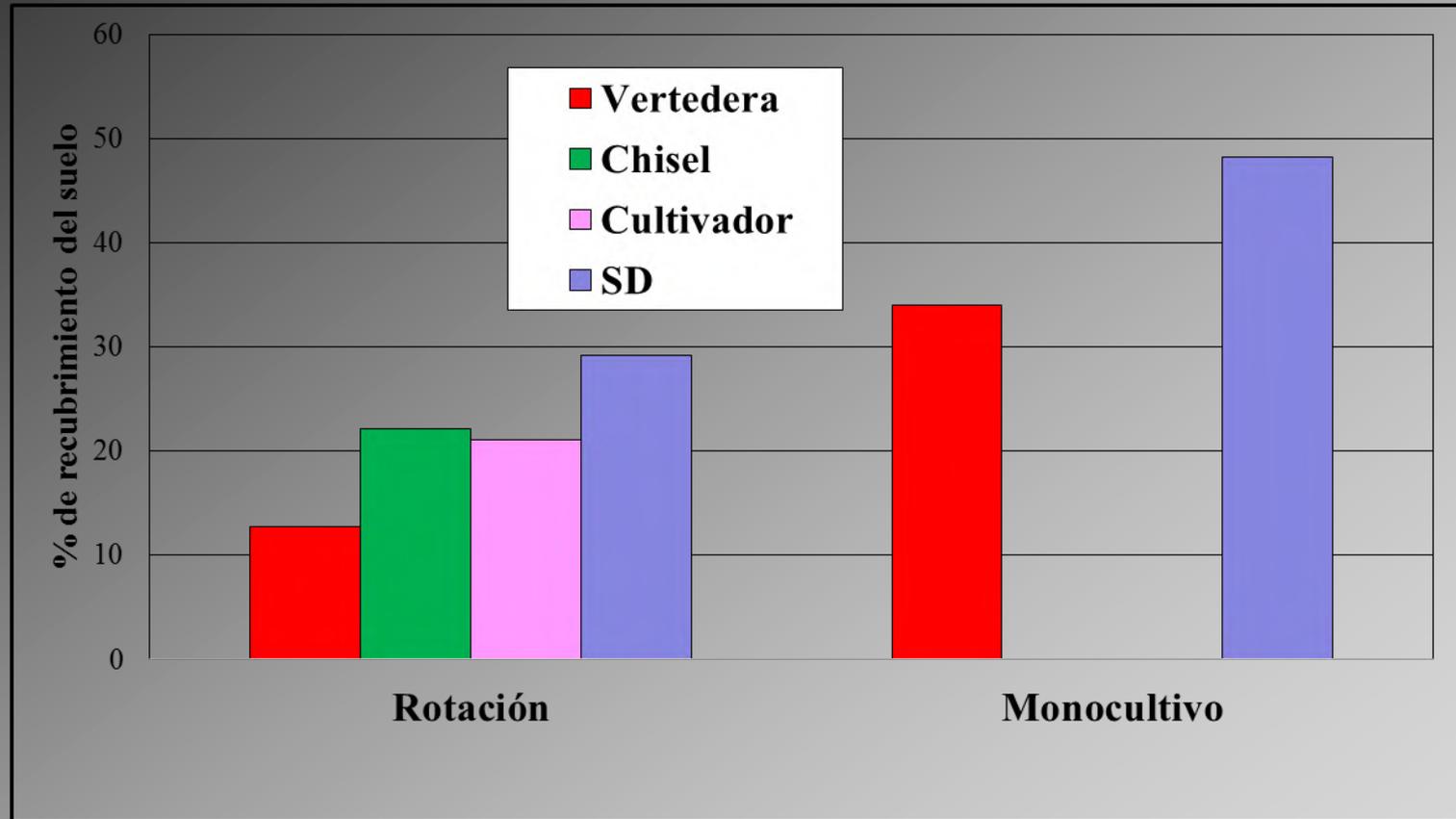
Agricultura convencional monocultivo

Agricultura ecológica rotación



(*) Indica el año que hubo diferencias significativas entre tratamientos

Recubrimiento medio de malas hierbas (15 años) en cultivo de cebada en rotación de cultivos y en monocultivo



Cuando el cereal está en rotación con otro cultivo de diferente ciclo biológico, tiene menos hierba que cuando el cereal se siembra en monocultivo. El no labrar el suelo también genera más hierba que cuando se labra y dentro de las labores la vertedera es la que mejor controla las hierbas

Problemas de malas hierbas



**Bromus
diandrus**



**Vulpia
myuros**



La utilización masiva y constante de los herbicidas en los sistemas agrarios se viene realizando durante décadas. El carácter selectivo de la mayoría de estos productos, ha tenido como consecuencia una inversión de la flora espontánea, una disminución del número de especies y resistencia a herbicidas.

Ridolfia segetum

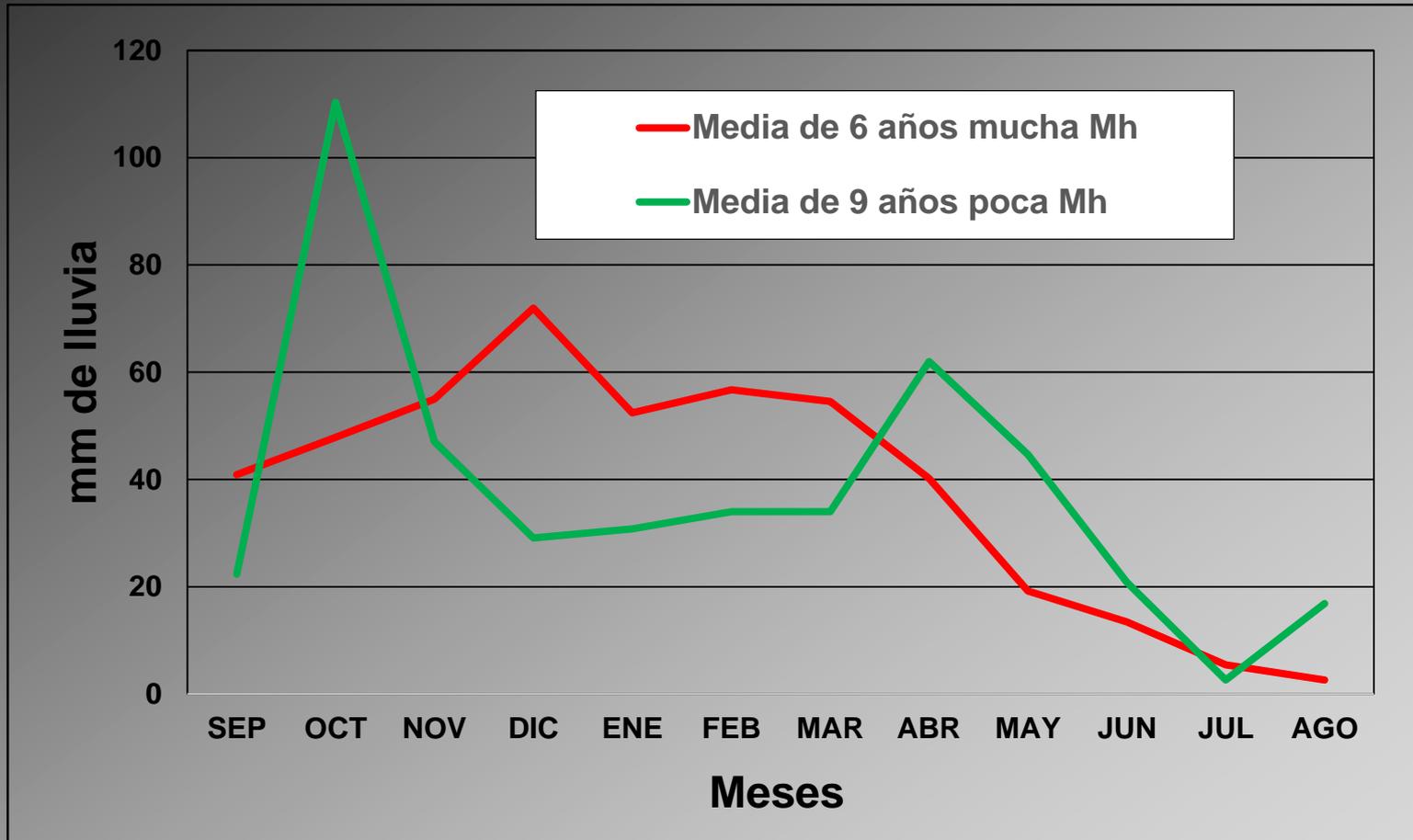


Hirschfeldia incana



Evolución de pluviometría a lo largo del año agrícola y abundancia de Mh

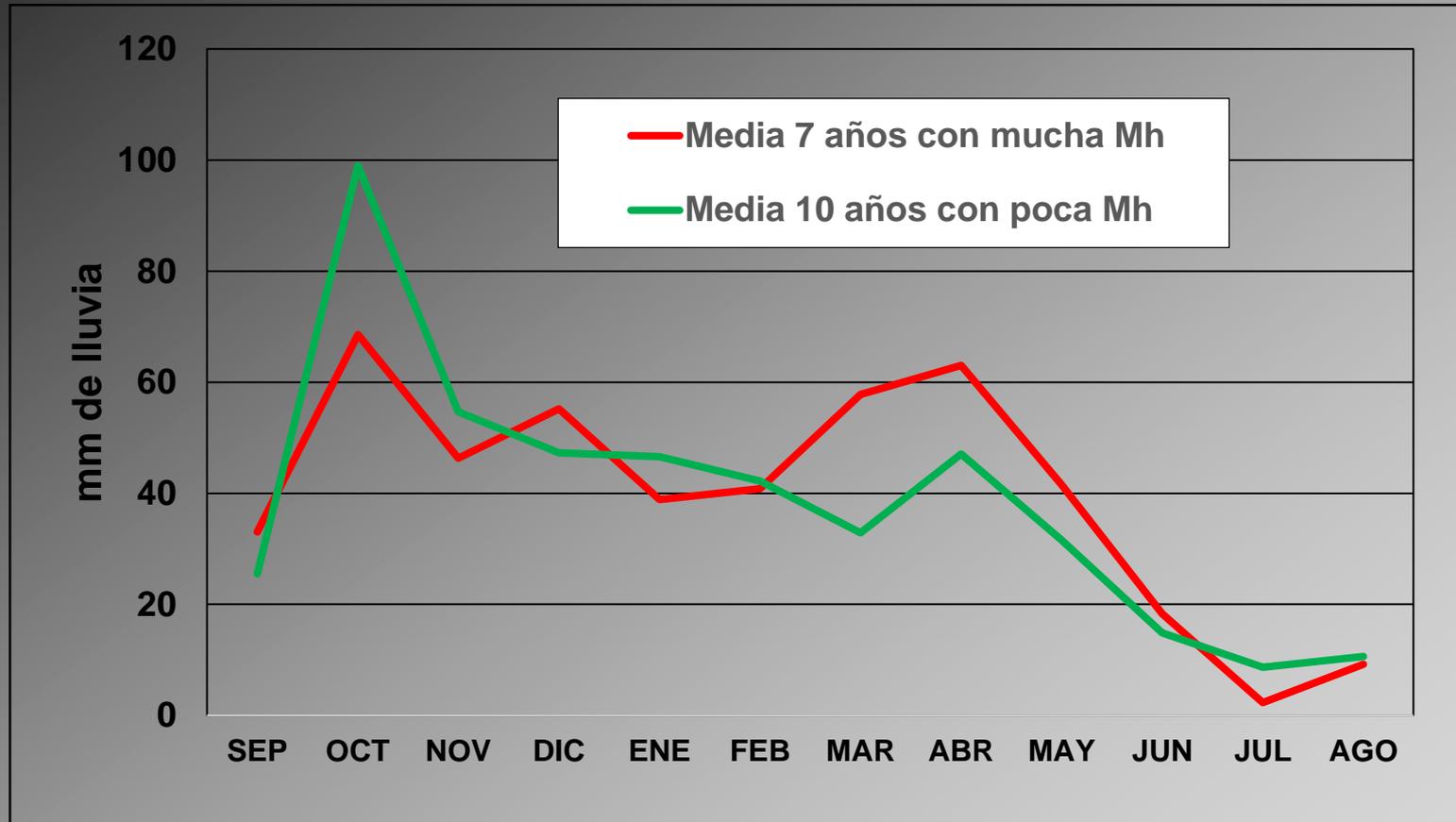
Agricultura convencional



En Agricultura Convencional los años de inviernos lluviosos y primaveras secas mucha probabilidad de tener problemas de Mh y en cambio los inviernos secos buen control de Mh

Evolución de pluviometría a lo largo del año agrícola y abundancia de Mh

Agricultura ecológica



En Agricultura ecológica la abundancia de malas hierbas está relacionada con las primaveras lluviosas. En agricultura convencional el problema Mh se debe a un problema de eficiencia del herbicida aplicado en un invierno lluvioso y a una disminución de la capacidad de competencia del cultivo en las primavera secas al no poder usar el fertilizante nitrogenado por déficit hídrico. En el caso de la agricultura ecológica la disminución de competencia del cultivo en las primavera húmedas, por falta de nutrientes, permite el desarrollo de las hierbas, pero esto no significa que no se obtengan cosechas aceptables. En los ambientes mediterráneos, las precipitaciones en primavera es el factor más importante de productividad de los ecosistemas



**La mejor estrategia
para gestionar la fertilización
y las malas hierbas
LAS ROTACIONES**



Cubiertas vegetales permanentes

Las cubiertas dependerán del suelo

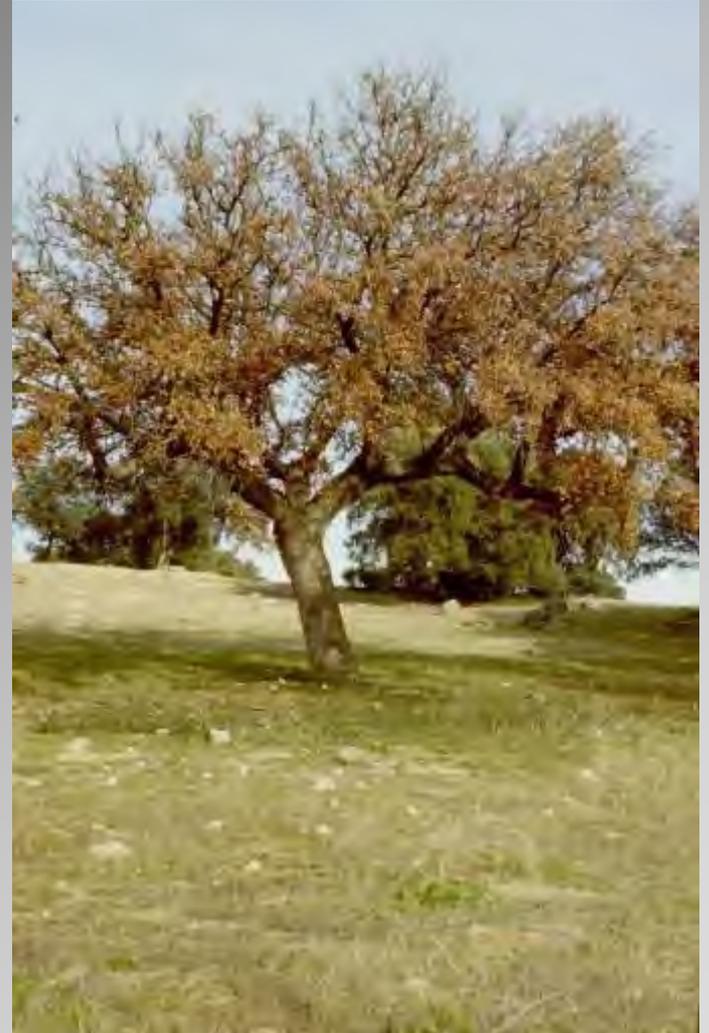


La incorporación de la ganadería en la gestión de la fertilización



La integración de la producción animal con cultivos mecanizables es la mayor revolución agrícola que tuvo lugar en el mundo. Abrió la posibilidad de cultivar más tierra y de intensificar la producción sin destruir el potencial del medio natural

Nuevas condiciones ambientales - plagas y enfermedades



Biodiversidad = autorregulación



Biodiversidad: cultivo asociado



Biodiversidad: cultivo asociado resiembra o SD



El conocimiento = mejor estrategia



Fortalezas

Las zonas áridas y semiáridas: Han sido el escenario más relevante donde se desarrolló y consolidó la cultura del hombre actual. Los condicionamientos para el desarrollo de civilizaciones en estos ambientes ecológicos están relacionados con el clima seco, favorable a la acumulación de nutrientes en el suelo, necesarios para el crecimiento de los cultivos

Todo sistema agrario necesita **energía para funcionar** y cuanto más tenga, más productividad, en los países húmedos para aumentar la productividad se necesita aportes externos bien sea en forma de compost o fertilizantes químicos, en cambio en los secos españoles se puede obtener esta energía del propio sistema

Resumen de medidas de adaptación al cambio climático

Retirar de cultivo las superficies degradadas y restaurarlas con vegetación natural

Laboreo superficial

Fertilización basada en residuos orgánicos y organismos simbiotes

Rotaciones de cultivo

Resumen de medidas de adaptación al cambio climático

Aumentar la biodiversidad: setos, lindes, asociación de cultivos.

No uso de agroquímicos en las zonas productivas de menos de 3.000 kg/ha

Mantener en los cultivos arbóreos, el suelo cubierto el máximo tiempo posible en el secano y en regadío cubierta vegetal permanente

Integrar, siempre que se pueda, la ganadería, el monte y la agricultura.

Medidas administrativas: Objetivos

El secano español no puede competir en rendimientos por hectárea con países con condiciones ambientales que propician la eficiencia de los agroquímicos.

El mantener el modelo de producción de la Europa húmeda nos aboca a la contaminación, degradación de los recursos y a una alta huella de carbono.

La agricultura ecológica, es el modelo de producción que mejor se adapta a las condiciones del cambio climático en el secano español.

Los principios de la agricultura ecológica son conservar el suelo, no contaminar, aumentar la biodiversidad, disminuir el coste energético, económico y la huella de carbono.

Medidas administrativas: Objetivos

Determinar la superficie agrícola que hay que retirar de cultivo y su posterior restauración. Valorar el secuestro de carbono.

Determinar la superficie con rendimientos menores de 3.000 kg/ha en cultivos herbáceos. Para conocer la superficie sobre la que se actuará.

El seguimiento se hará por las certificadoras de AE

El seguimiento de las cubiertas vegetales se hará por satélite

Considerar el suelo y agua recursos de bien común. El agricultor es usufructuario del recurso.

El cambio de modelo de producción debe ir dotado de una partida presupuestaria para técnicos que acompañen durante los primeros años al agricultor.

Valorar el total de secuestro de carbono



Gracias por su atención

Cambio climático

Evolución de las precipitaciones del mes de mayo (medias móviles de 3 años) a lo largo de los últimos 66 años (1949-2015). Donde se observa el aumento de años secos en los últimos años.

