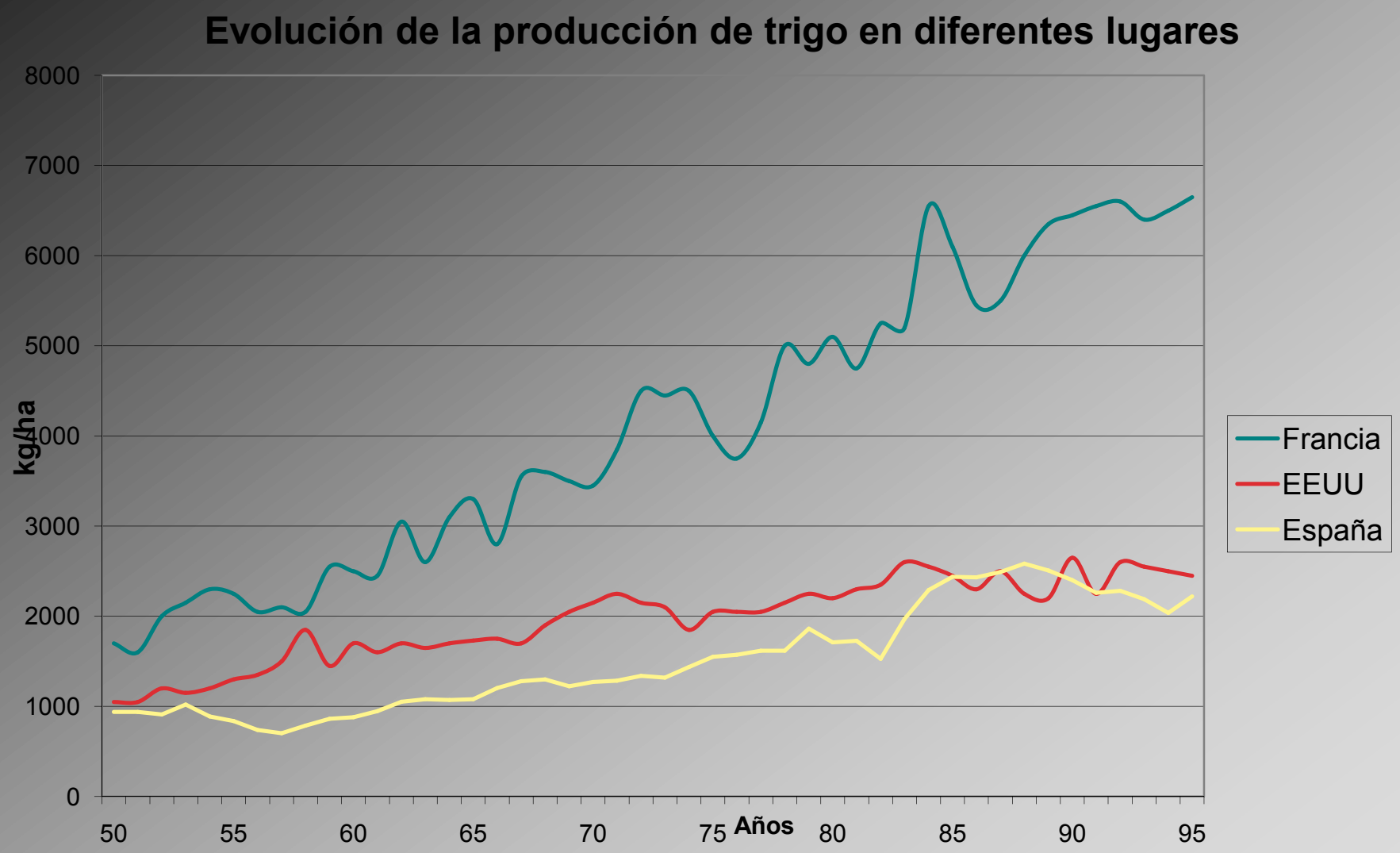
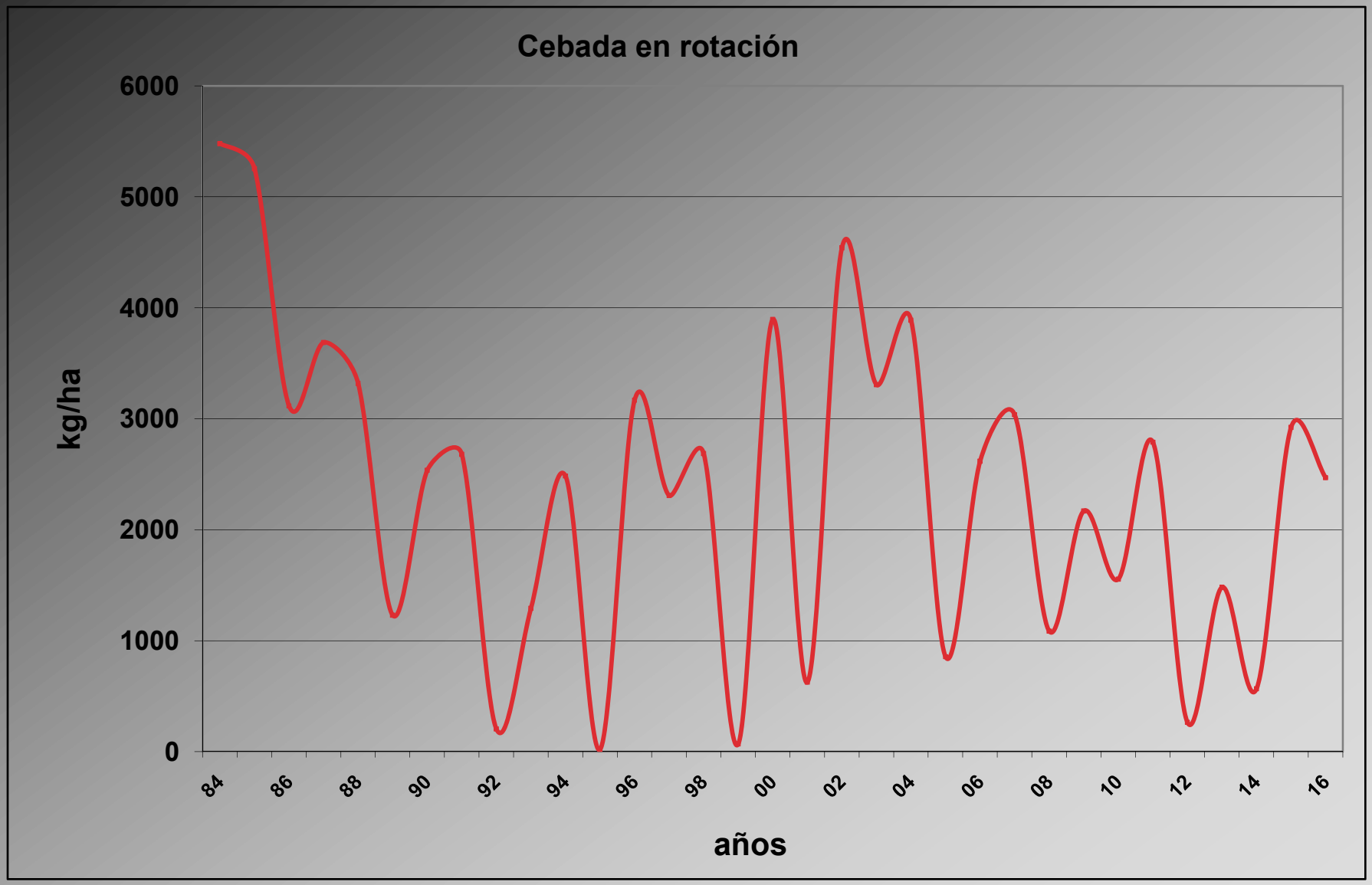
Manejo de los sistemas cerealísticos de ambiente semiárido

Carlos Lacasta Dutoit
CSIC- Museo Nacional de Ciencias Naturales
Finca experimental "La Higueruela"

Techo ambiental



Producciones en diente de sierra

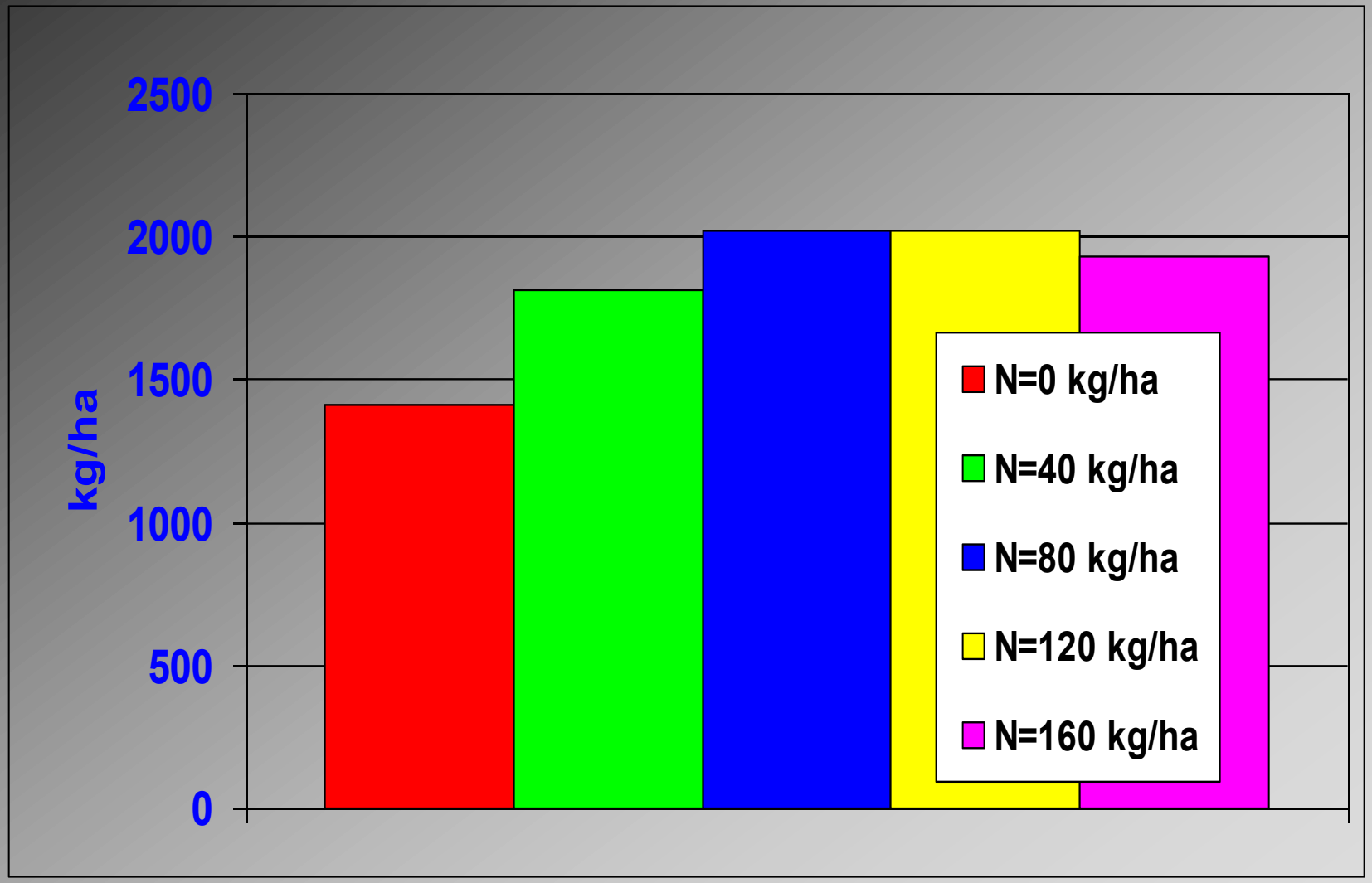


Definición: Eficiencia

Es conseguir un objetivo
con el mínimo de recursos posibles

No debe confundirse con eficacia
que es la capacidad de lograr el efecto que se desea

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



Cálculo de la eficiencia 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** €

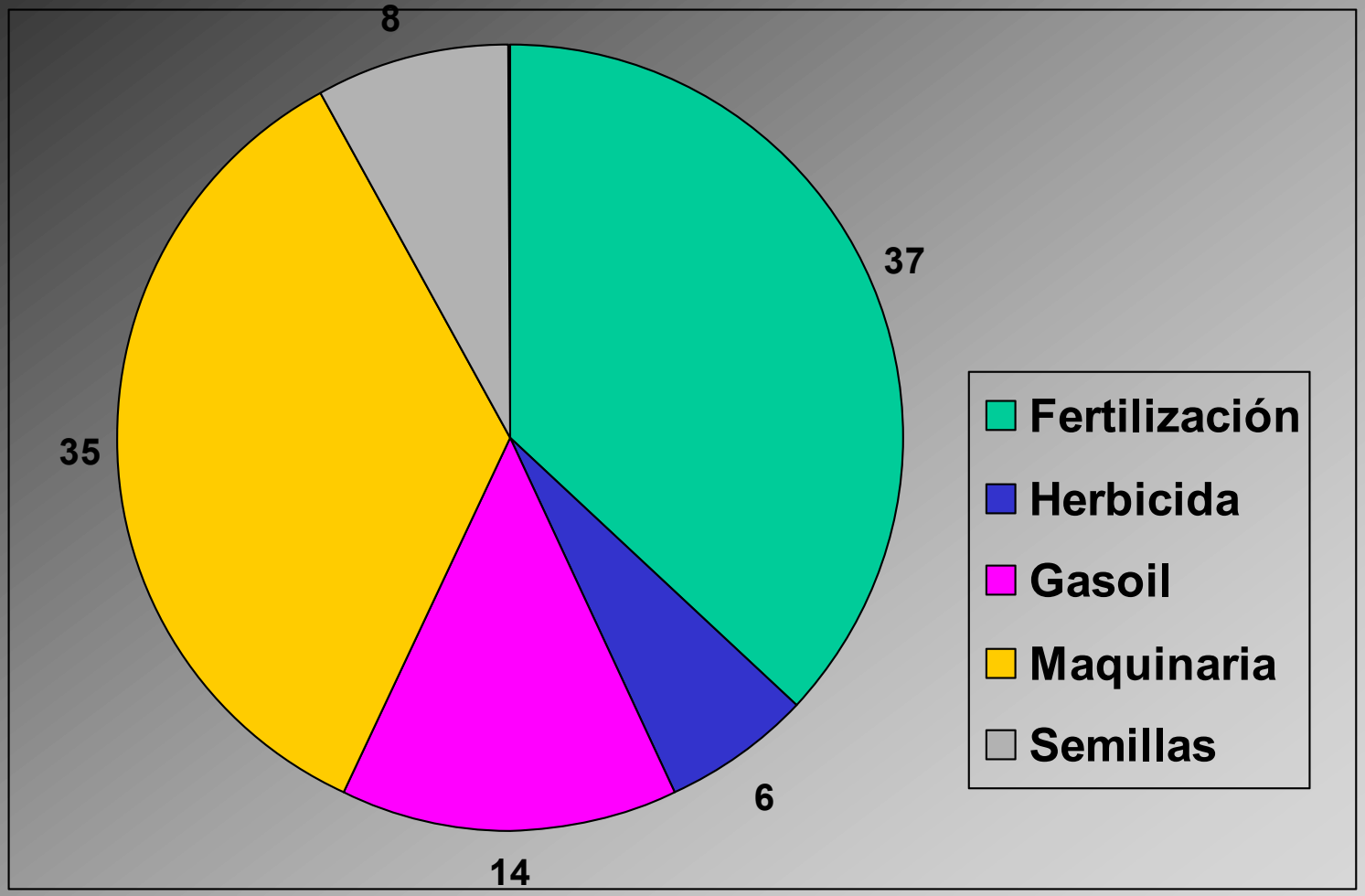
La diferencia de rendimiento medio de los 31 años entre abonar con 40 a 80 kg de nitrógeno ha sido de **203** kg/ha y de **381** entre no abonar nada y aplicar 40 kg de nitrógeno

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 €/kg x 203 = **28,42** €, en otras palabras se ha perdido 53,90 – 28,42 = **25,48 €.** El precio de la cebada para compensar los costes debería ser de 0,27 €/kg (44 pts)

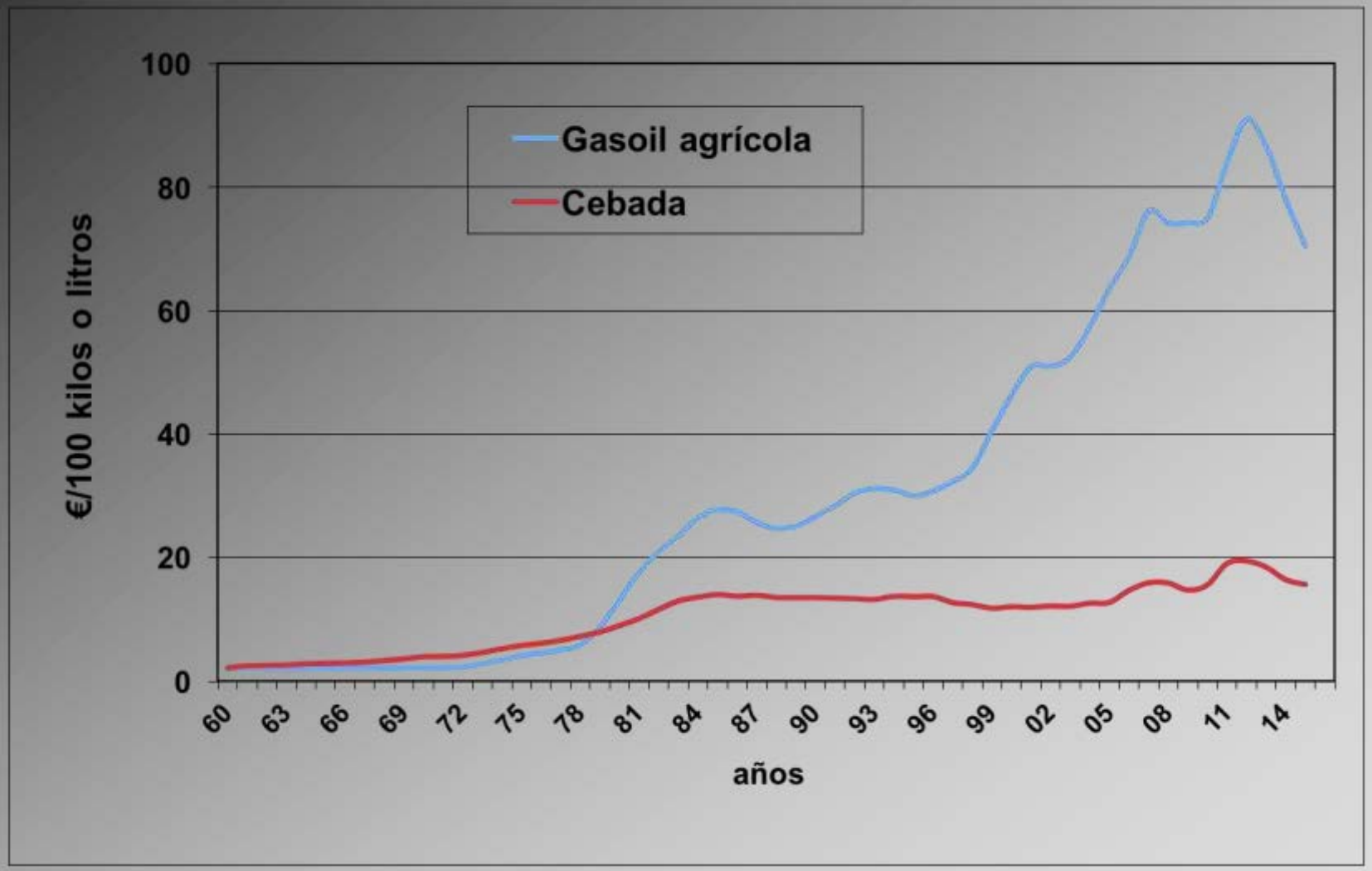
El aumento de rendimiento de abonar con 40 kg de N en vez de no abonar con N, ha supuesto un aumento de ingresos de 0,14 €/kg x 381 = **53,34** €, en otras palabras se ha perdido 53,90 – 53,34 = **0,56 €**

Distribución del gasto económico en los agrosistemas de cereales

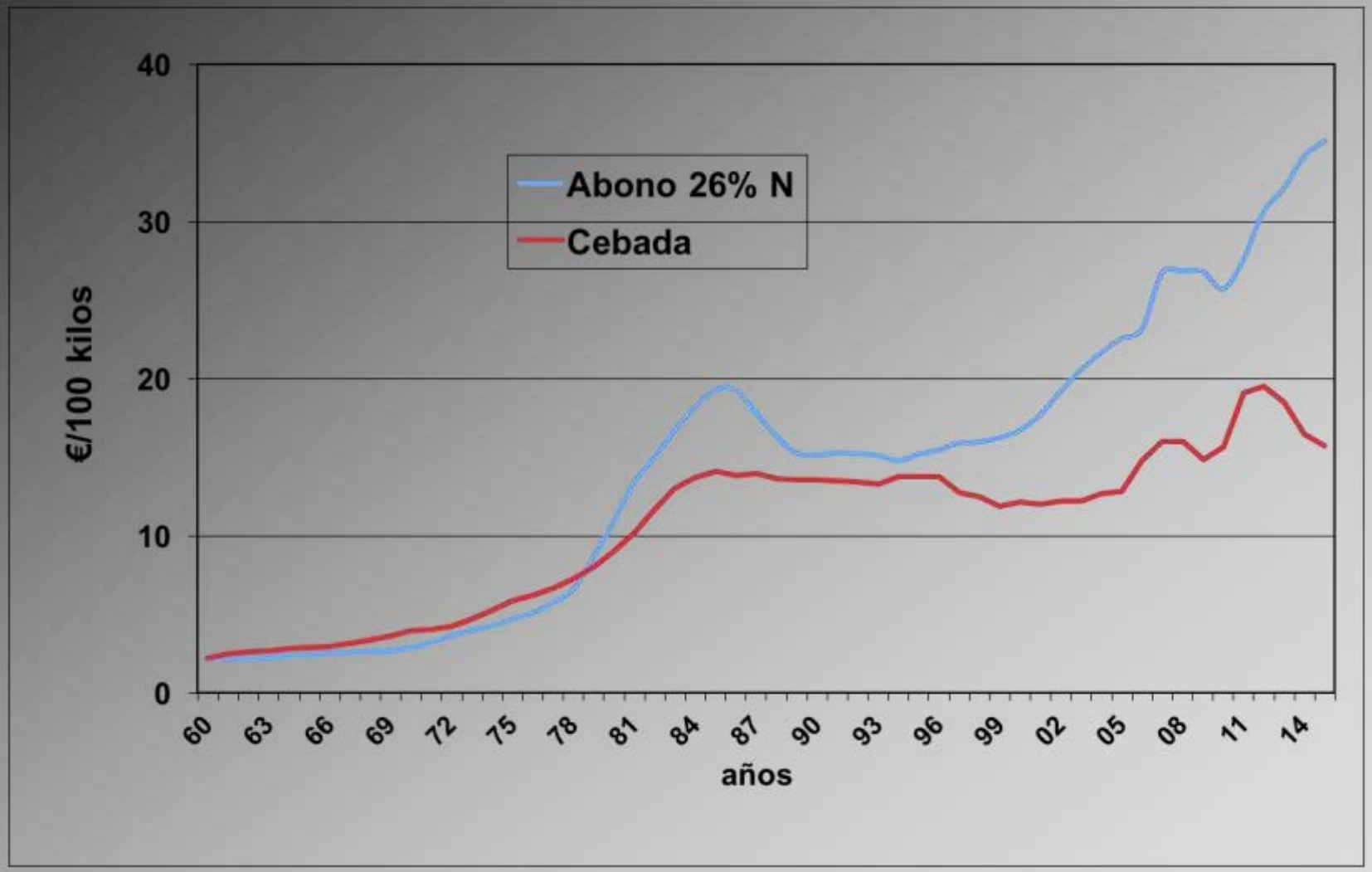


Los costes en agroquímicos son de 43% y en las labores un 49%.

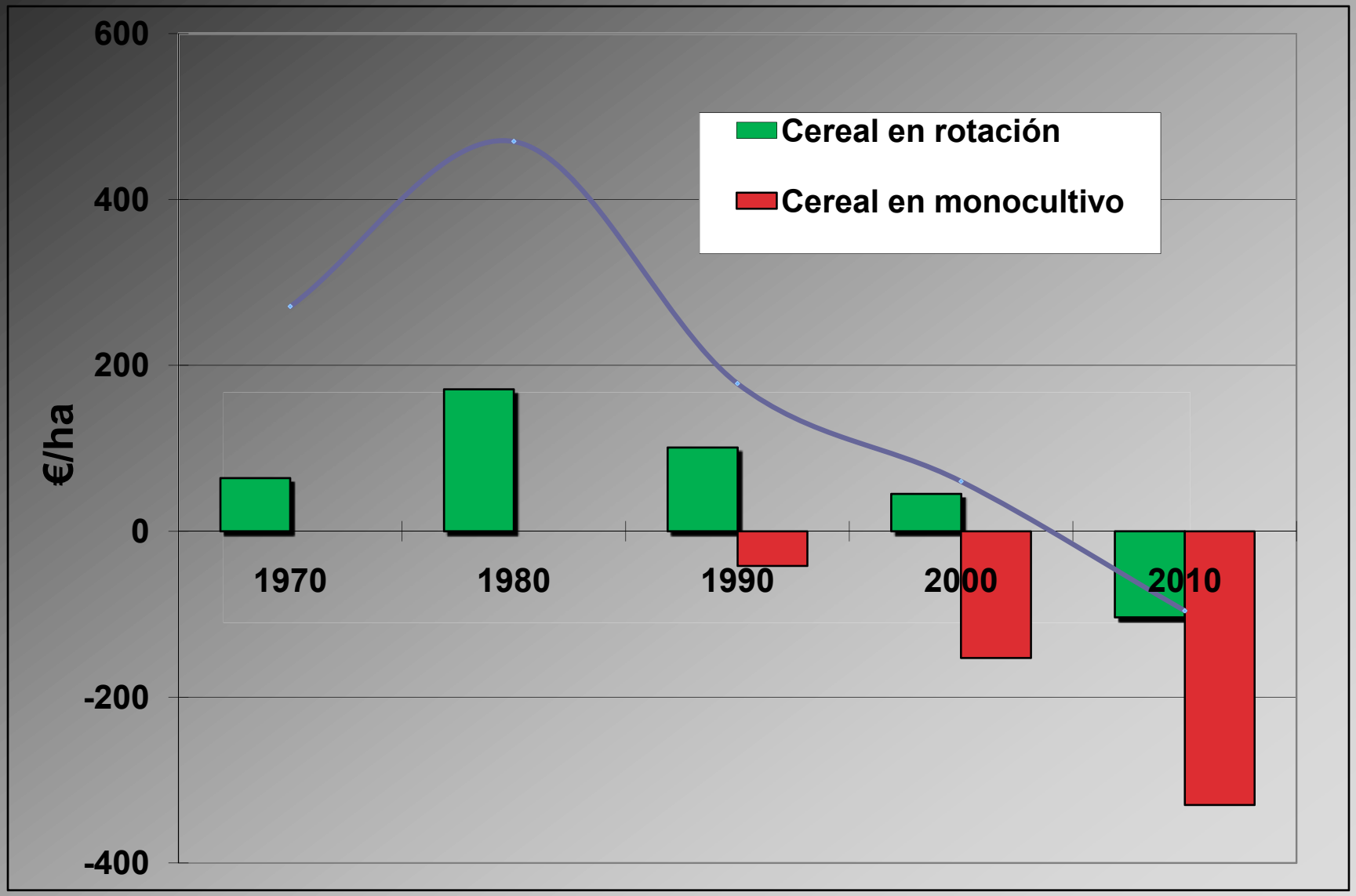
Evolución de los precios de gasoil y de grano de cebada (medias móviles de 3 años)



Evolución de los precios de un abono nitrogenado y de grano de cebada (medias móviles de 3 años)

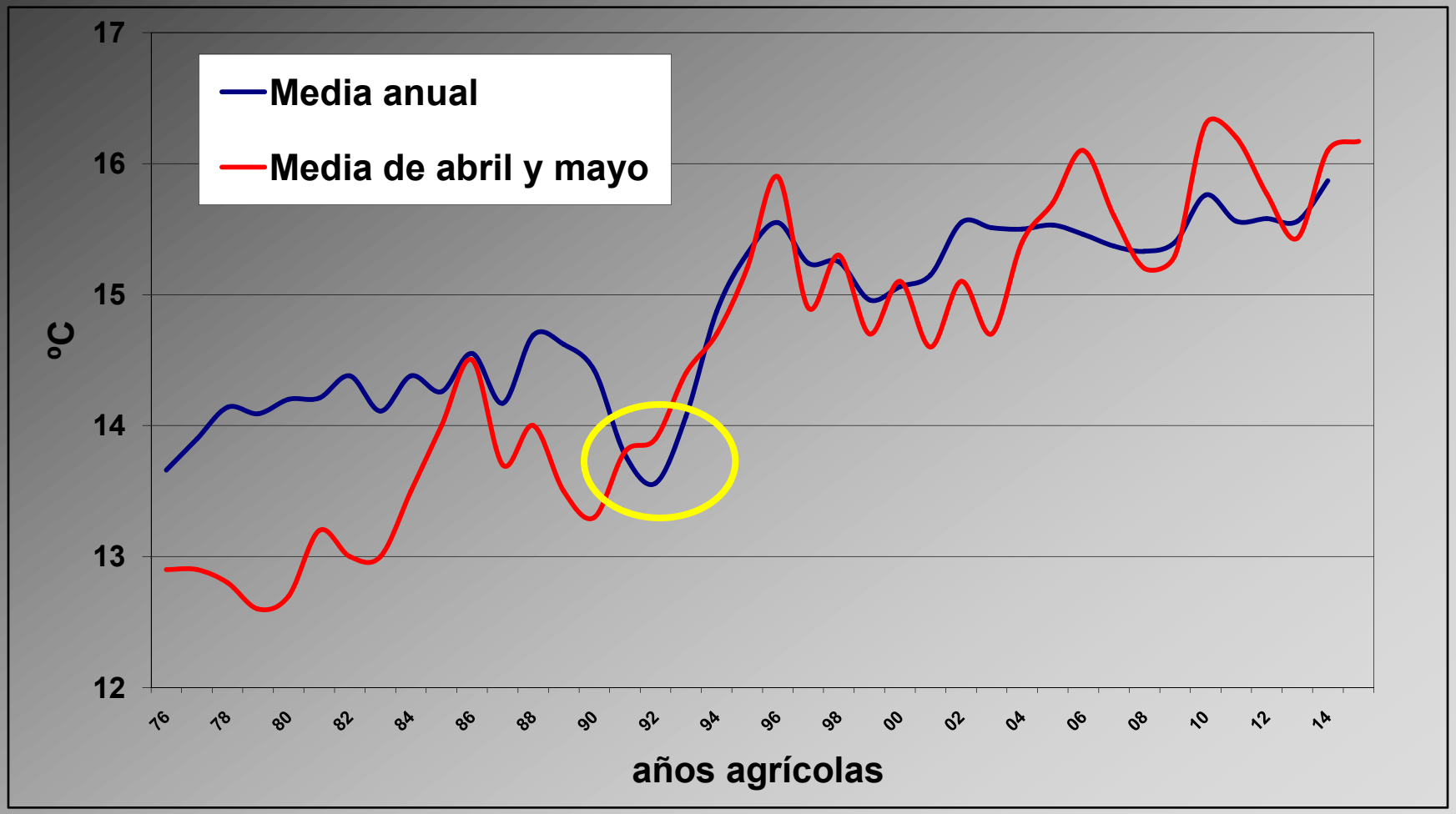


Balance económico de un cultivo de cebada por decadas y hectárea en dos manejos, rotación y monocultivo



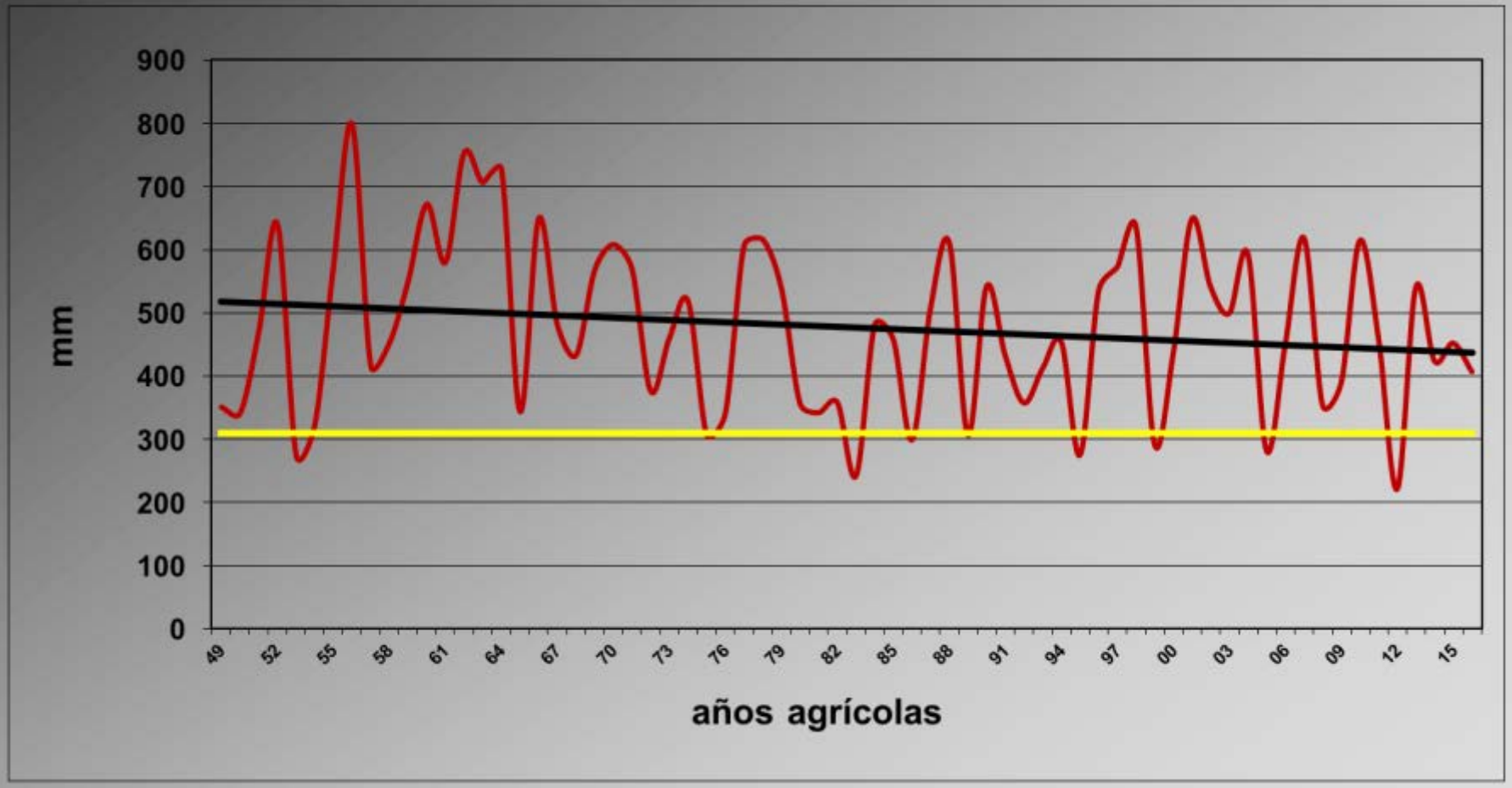
Cambio climático

Evolución de las temperaturas medias anuales y de los meses de primavera de 41 años (medias móviles de tres años). Donde se observa el aumento de la temperatura en los últimos años.



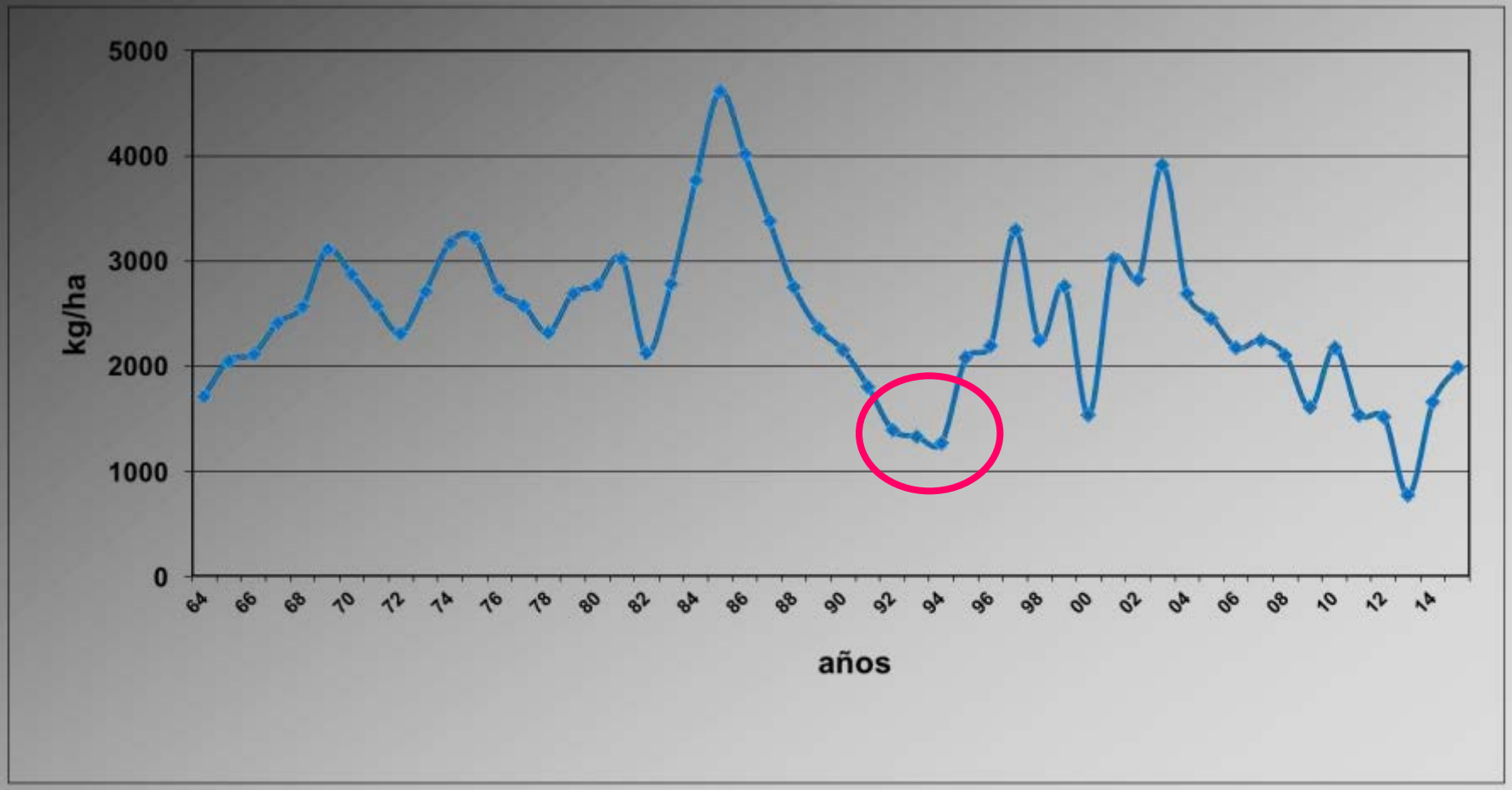
Cambio climático

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.



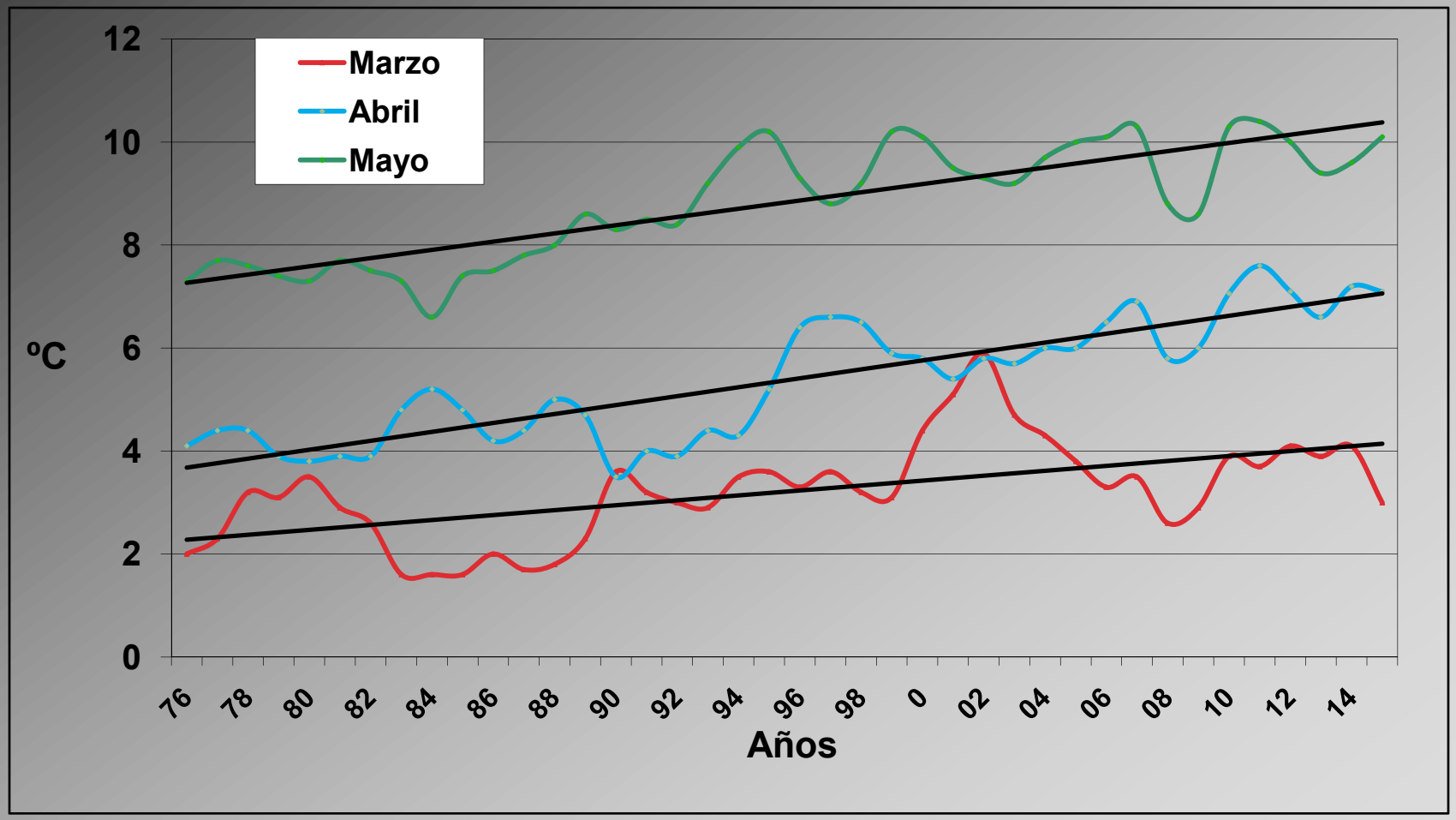
Cambio climático

Evolución de las producciones de cereal en rotación de 52 años (medias móviles de tres años), donde se observa una disminución y una menor estabilidad en las producciones en los últimos años.



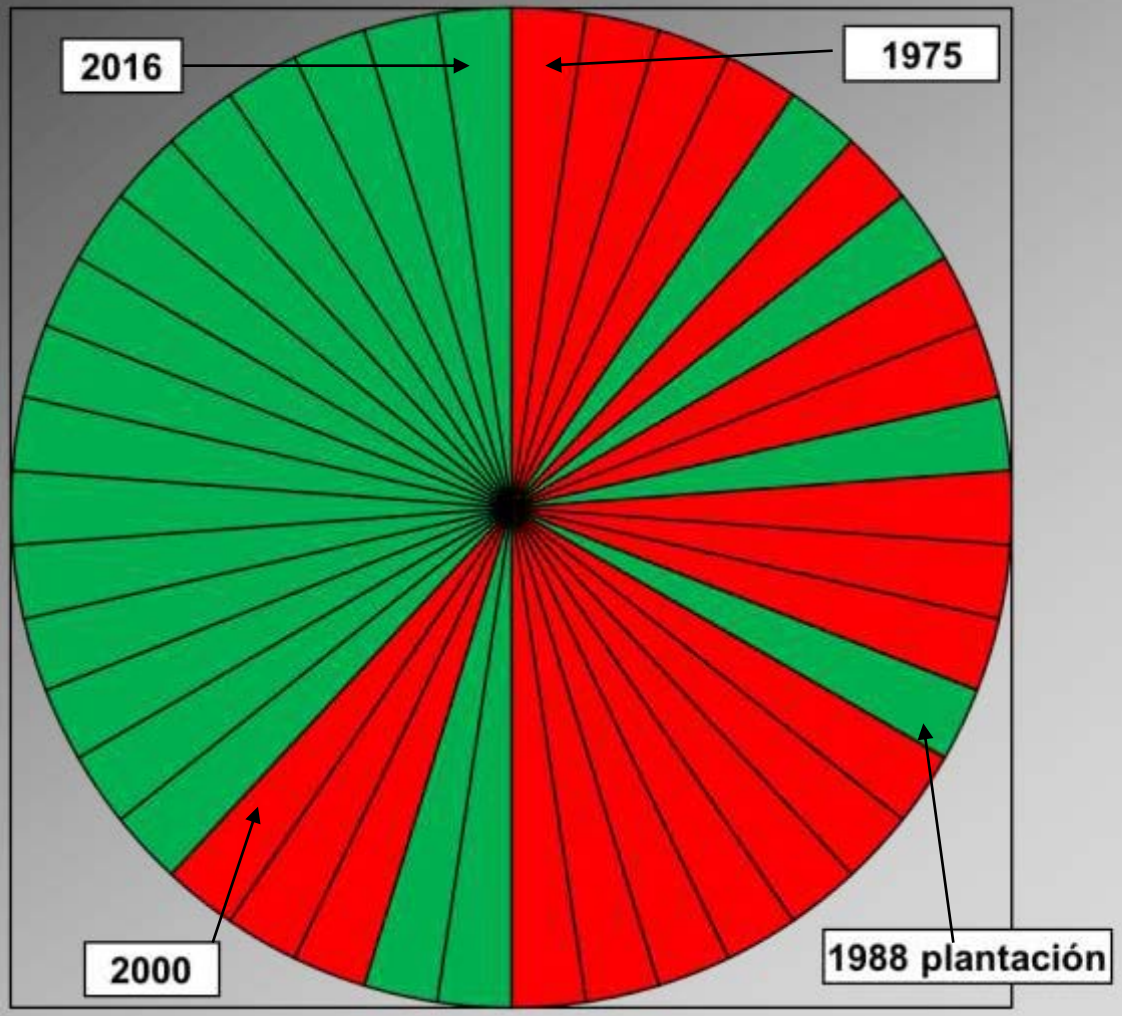
Cambio climático

Evolución de las temperaturas medias de las mínimas de los meses de primavera (medias móviles de tres años) de los últimos 41 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 3ºC.



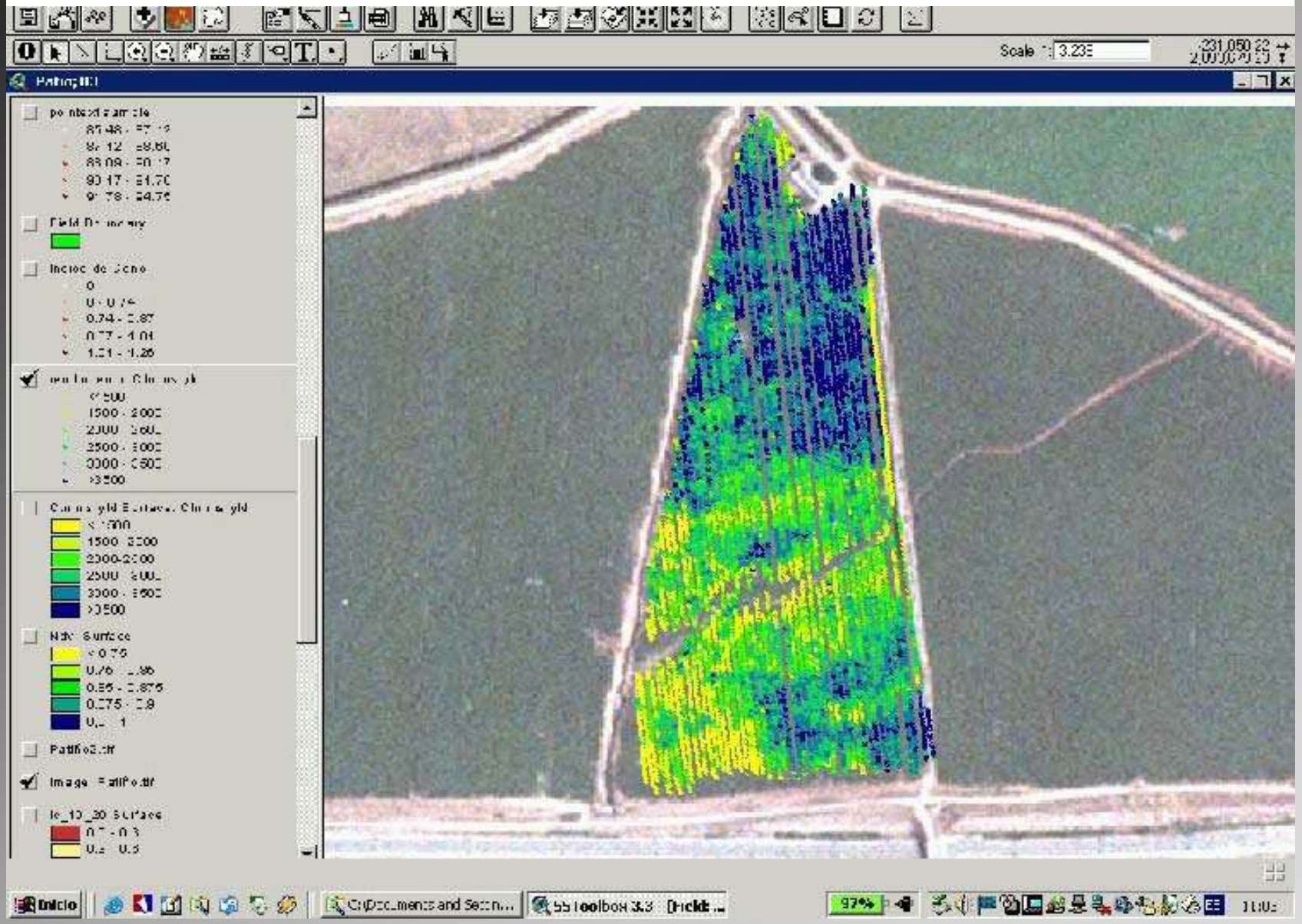
Cambio climático

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



Biotecnología

Mapas de producción



Método reduccionista

Degradación de los sistemas agrarios

Contaminación=Eutrofización

Hirschfeldia incana

Método holístico

El manejo modifica el ambiente

El manejo modifica el ambiente

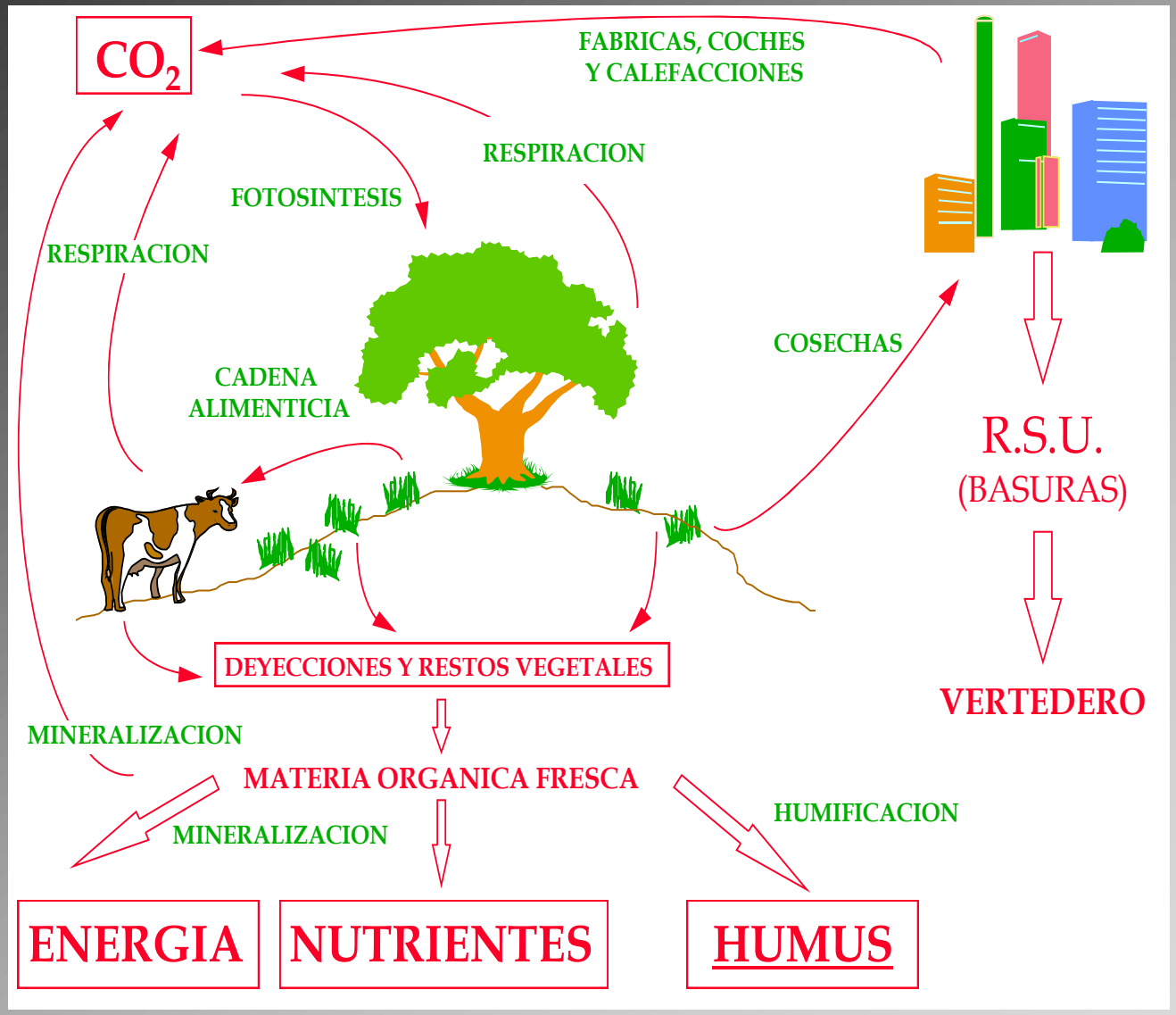
El manejo modifica el ambiente

El manejo modifica el ambiente

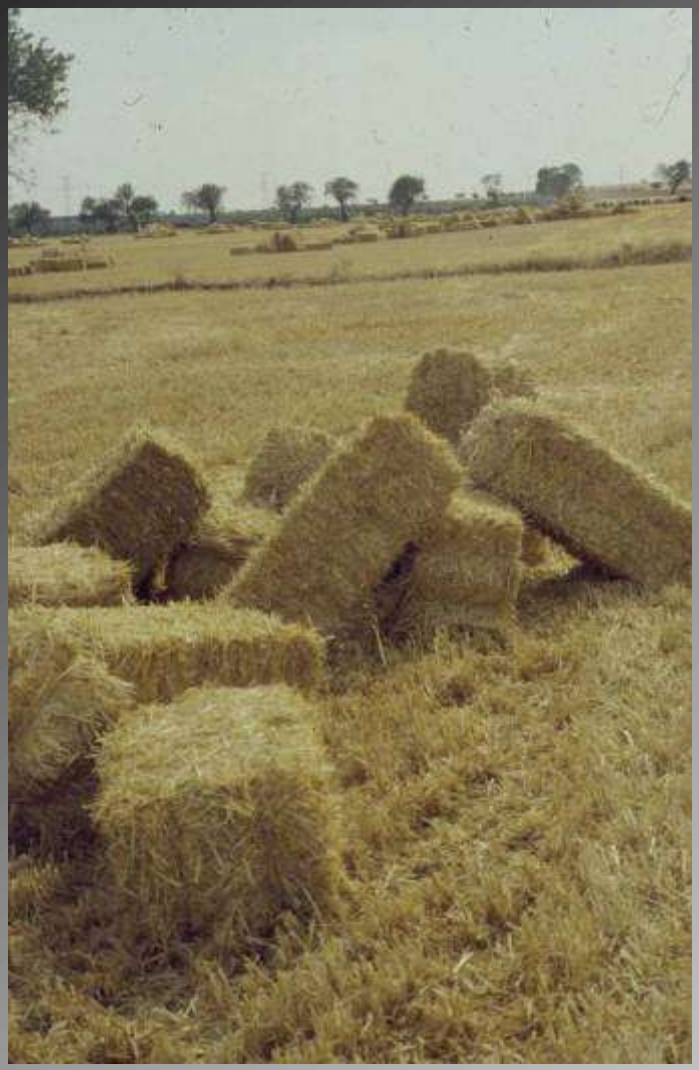
El manejo del suelo modifica el ambiente

El manejo del suelo modifica el ambiente

Ciclo del carbono

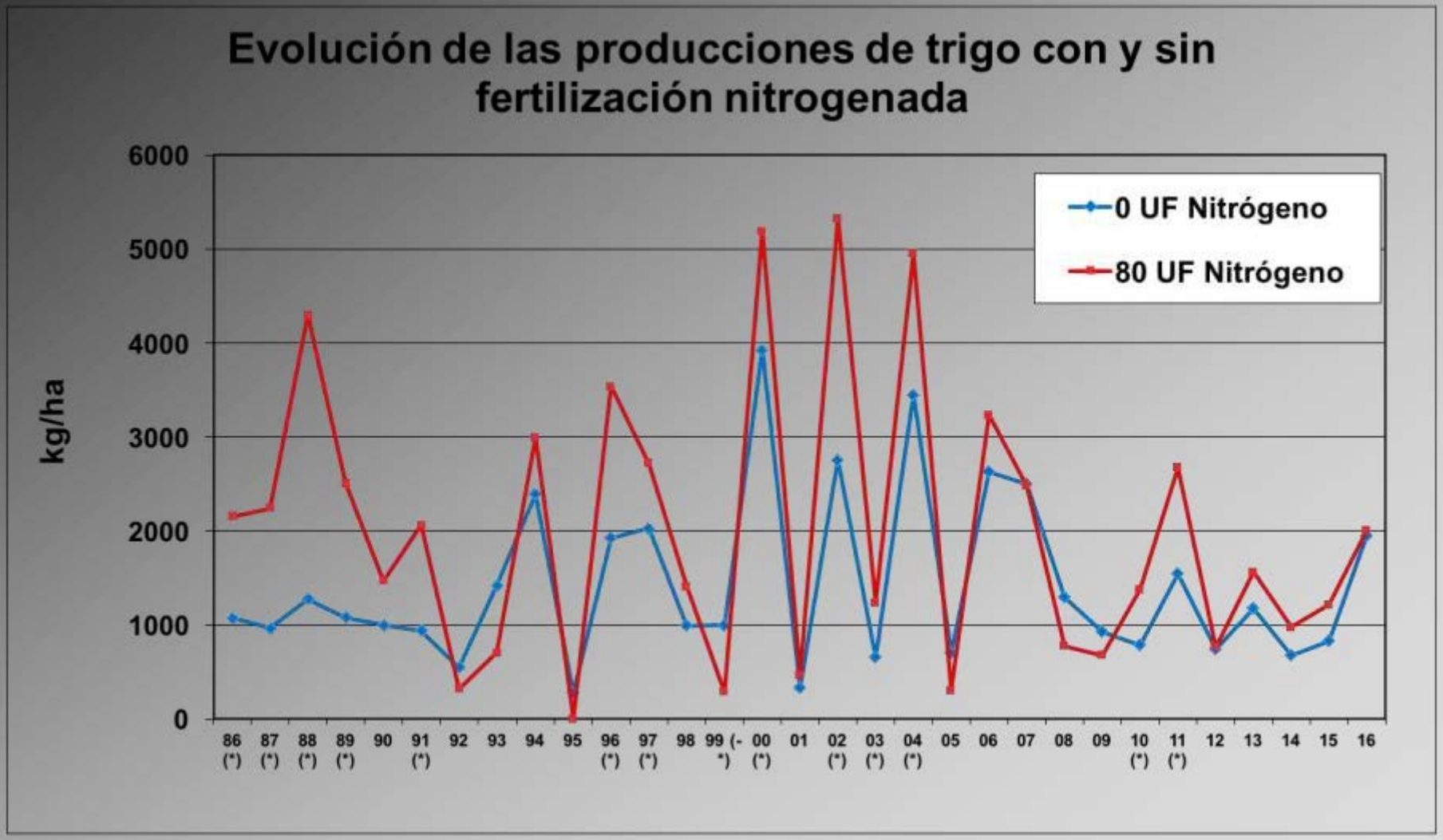


La gestión de los residuos vegetales

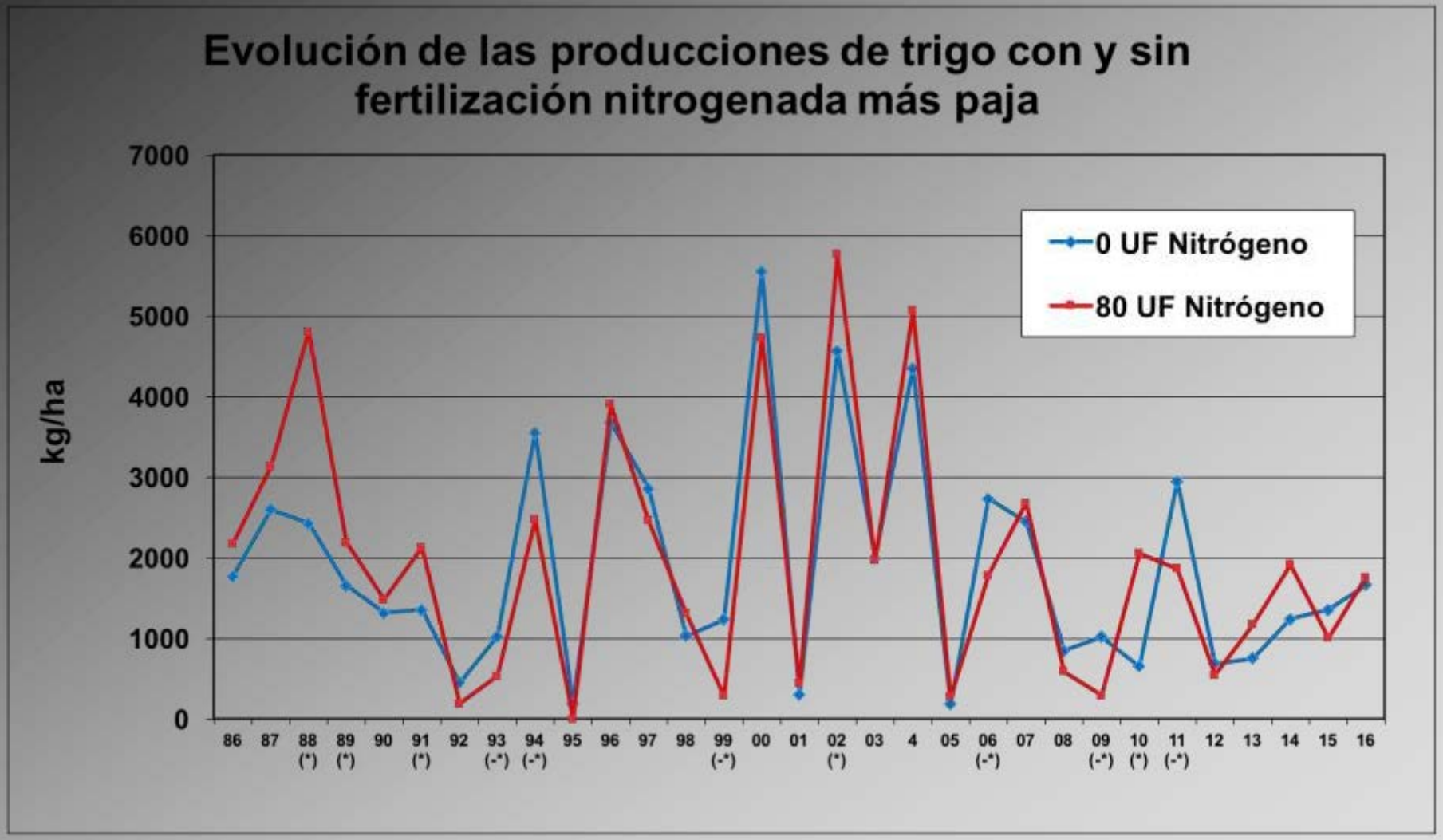


Midiendo la respiración del suelo en diferentes momentos

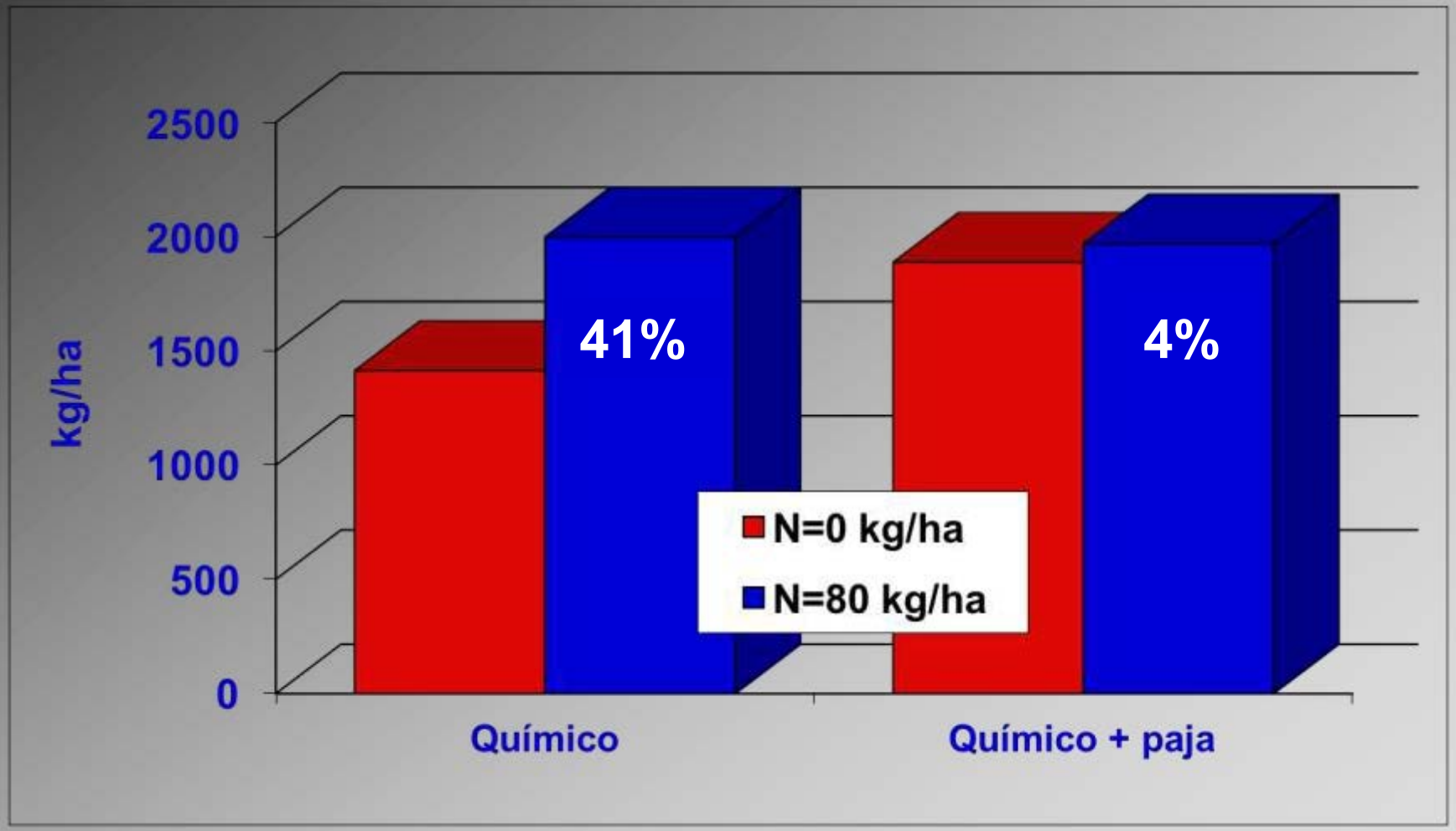
Nitrógeno


Evolución de las producciones de trigo con y sin fertilización nitrogenada
kg/ha
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
0 UF Nitrógeno
80 UF Nitrógeno
86 (*)
87 (*)
88 (*)
89 (*)
90
91 (*)
92
93
94
95
96 (*)
97 (*)
98
99 (-*)
00 (*)
01
02 (*)
03 (*)
04 (*)
05
06
07
08
09
10 (*)
11 (*)
12
13
14
15
16

Nitrógeno + paja



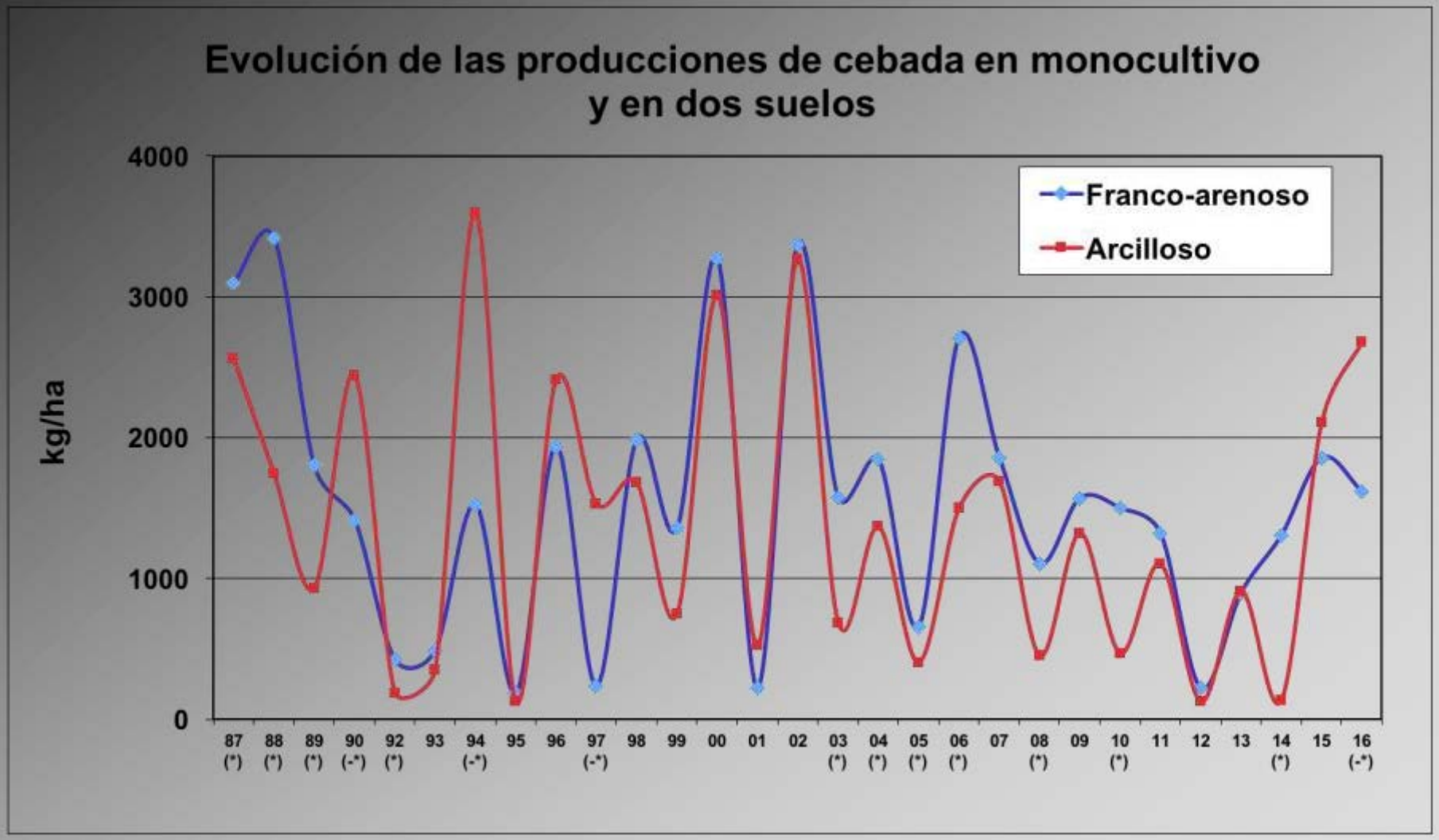
Producción de trigo en una rotación sorgo-trigo-cebada con diferentes fertilizaciones nitrognadas y manejos (media de 31 años)



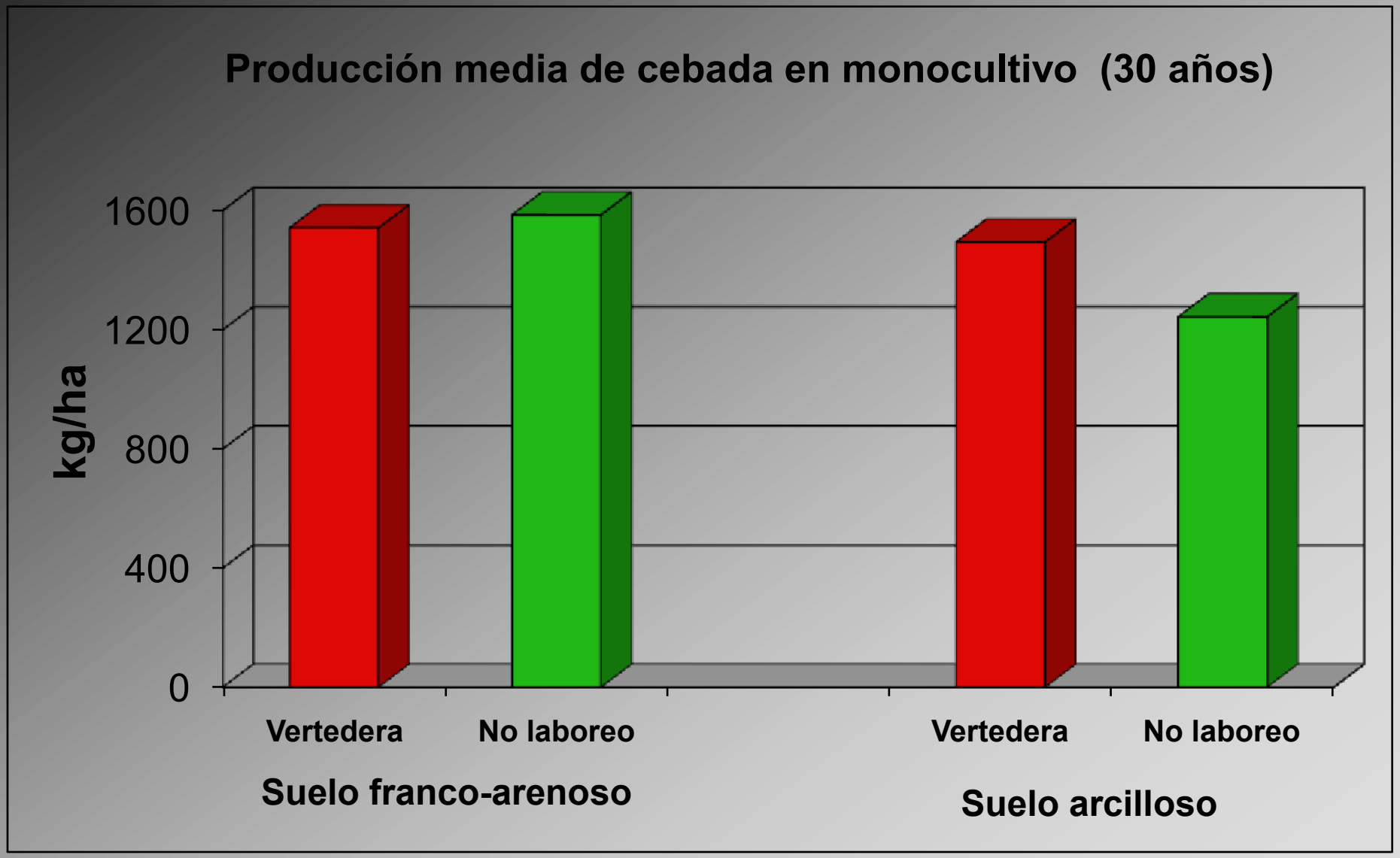
Suelos

Suelos

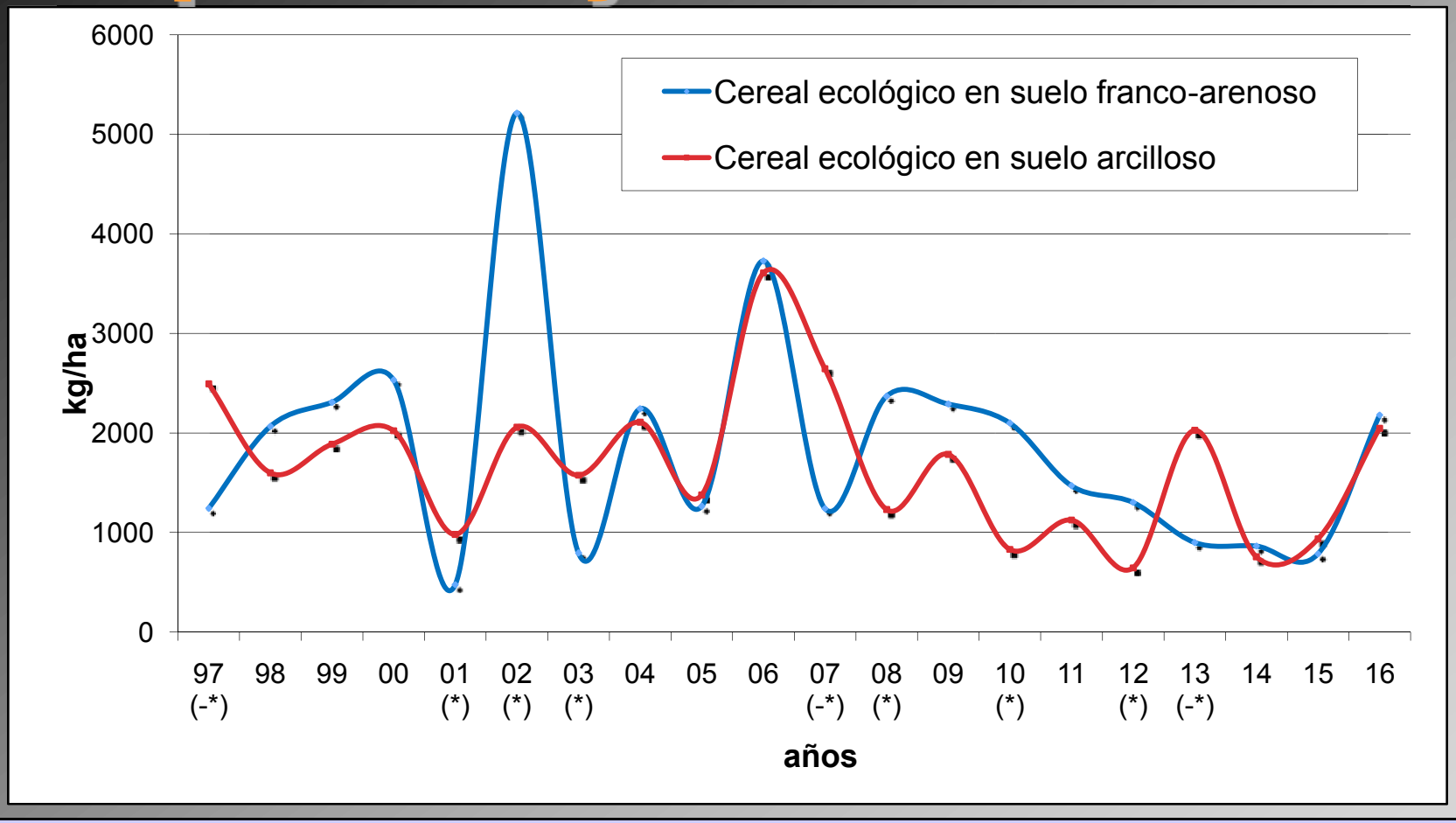
El suelo determina las diferencias anuales



Suelos: Producción



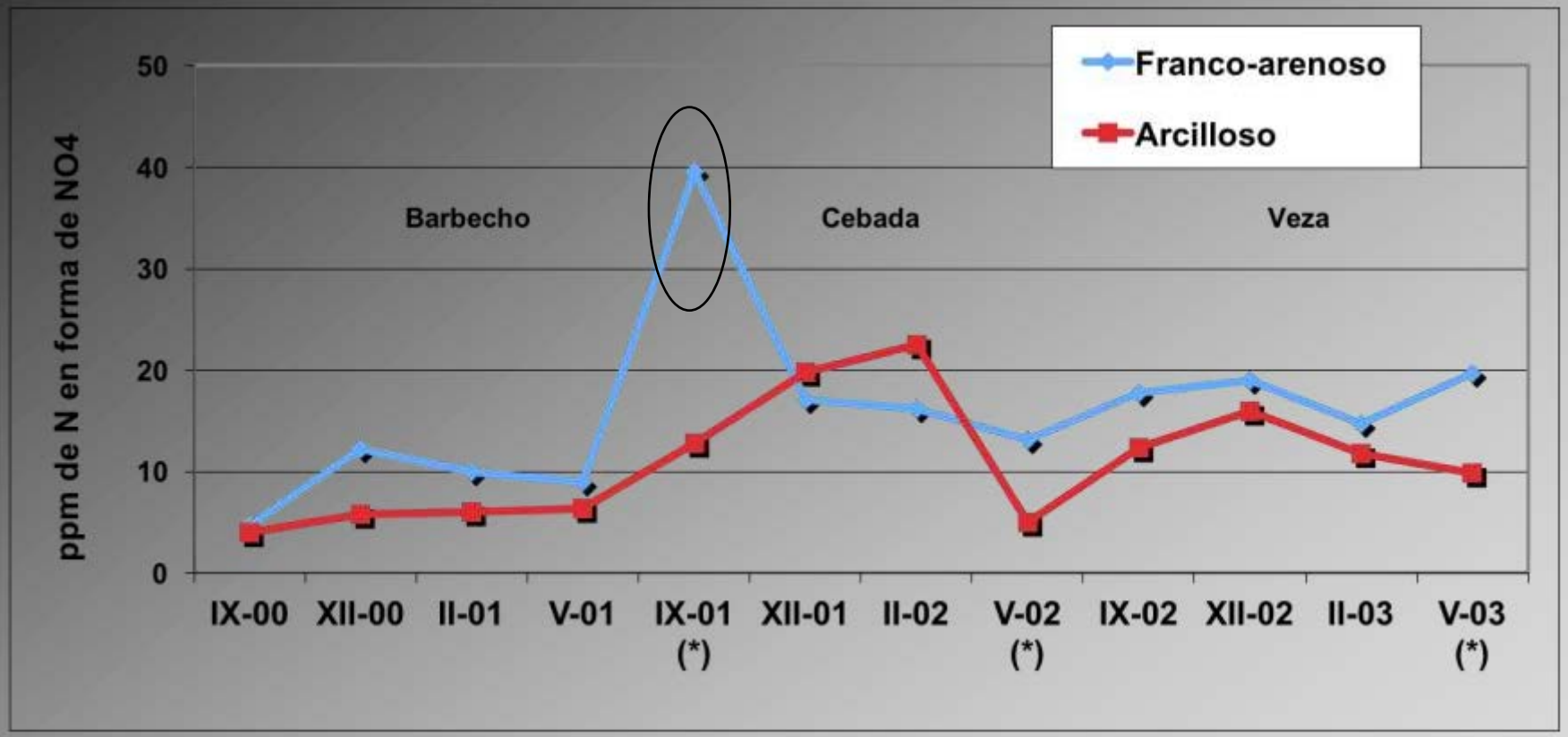
El tipo de suelo y rendimiento de cereal



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.

Suelo y fertilización

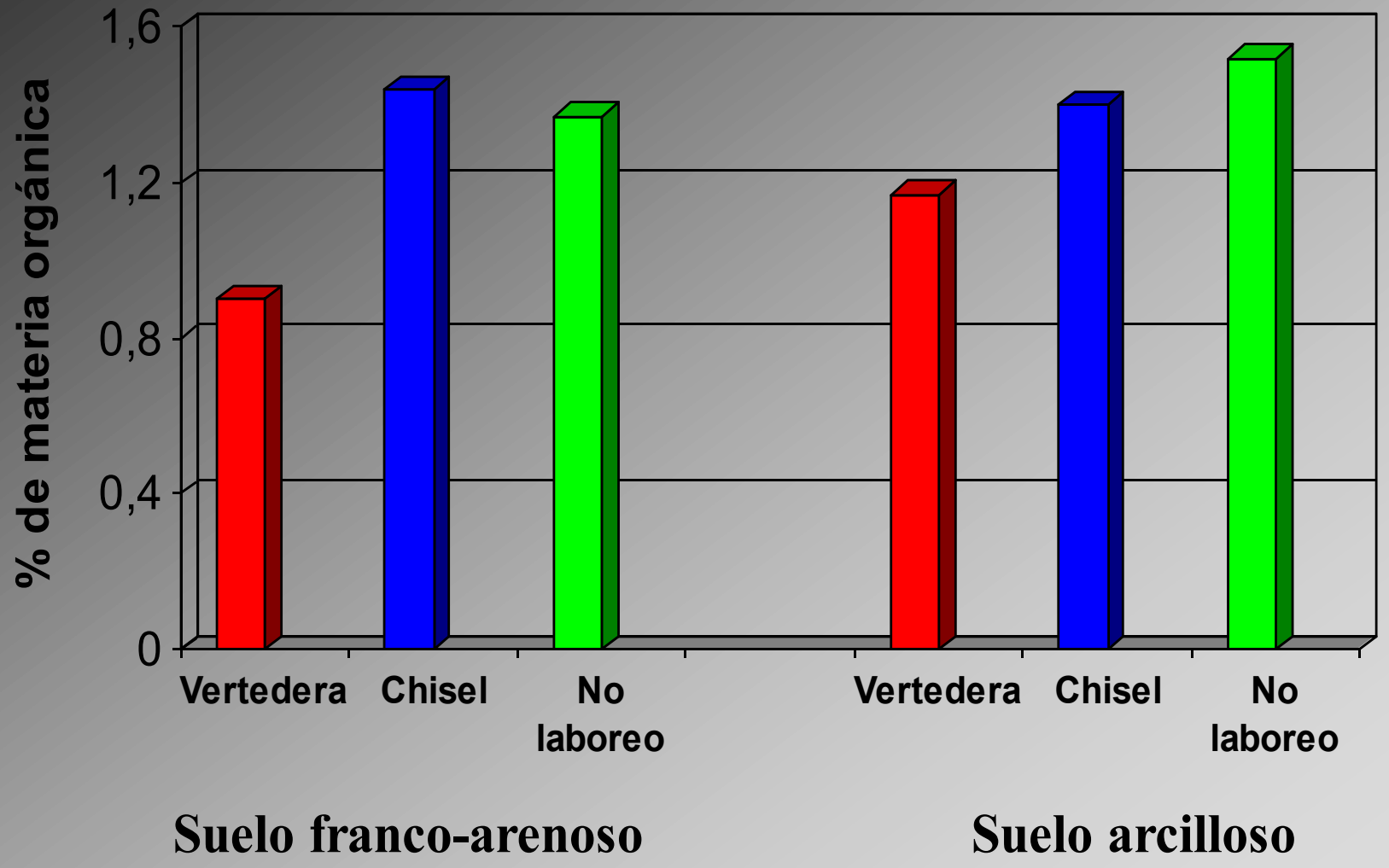
Evolución del nitrógeno en forma de nitratos que hay en el suelo



(*) Indica la fecha que hubo diferencias significativas entre manejos

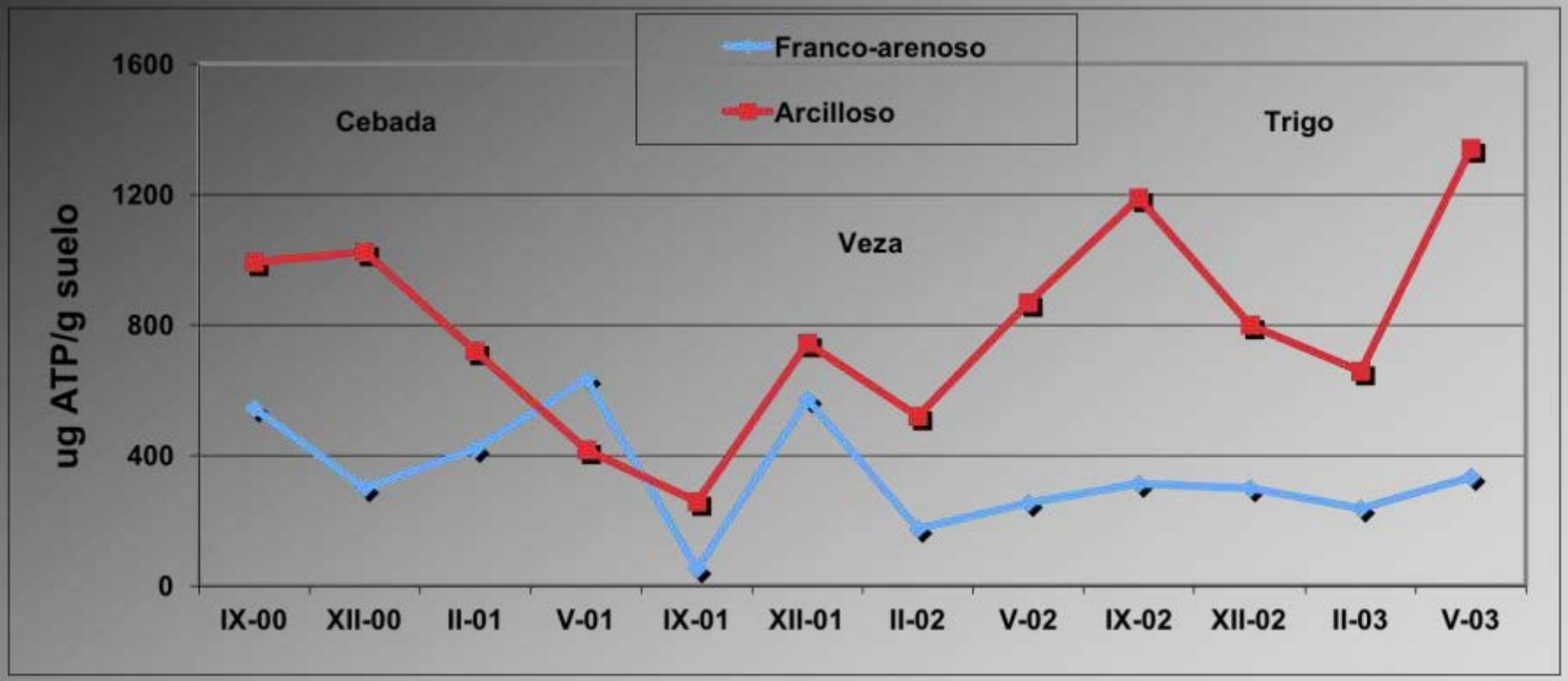
El suelo más arenoso por tener más aire, facilita la mineralización de los residuos y permite que el cultivo disponga de mayor cantidad de nutrientes

Suelos: Materia orgánica



Suelo y fertilización

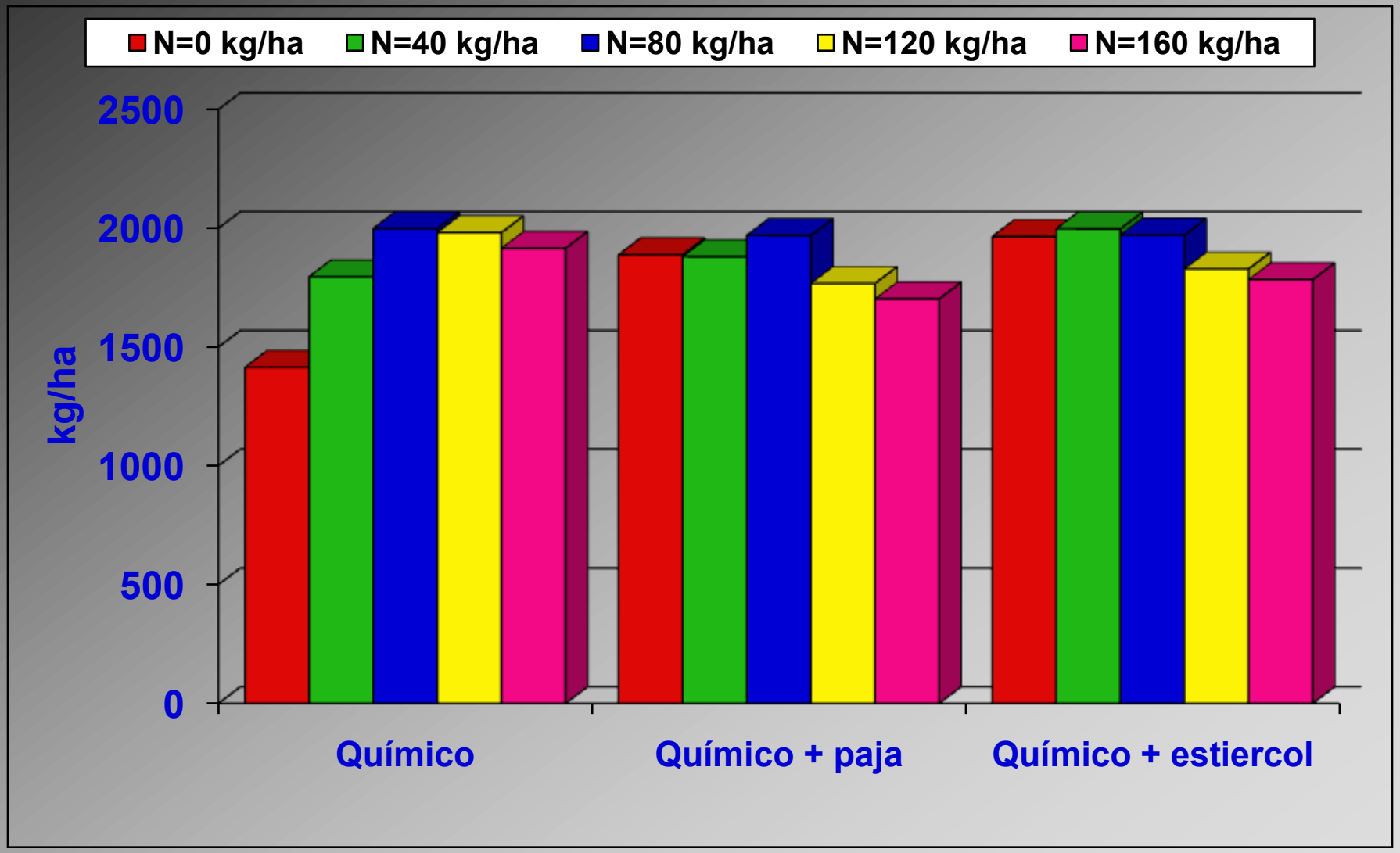
Evolución de la biomasa microbiana que hay en el suelo



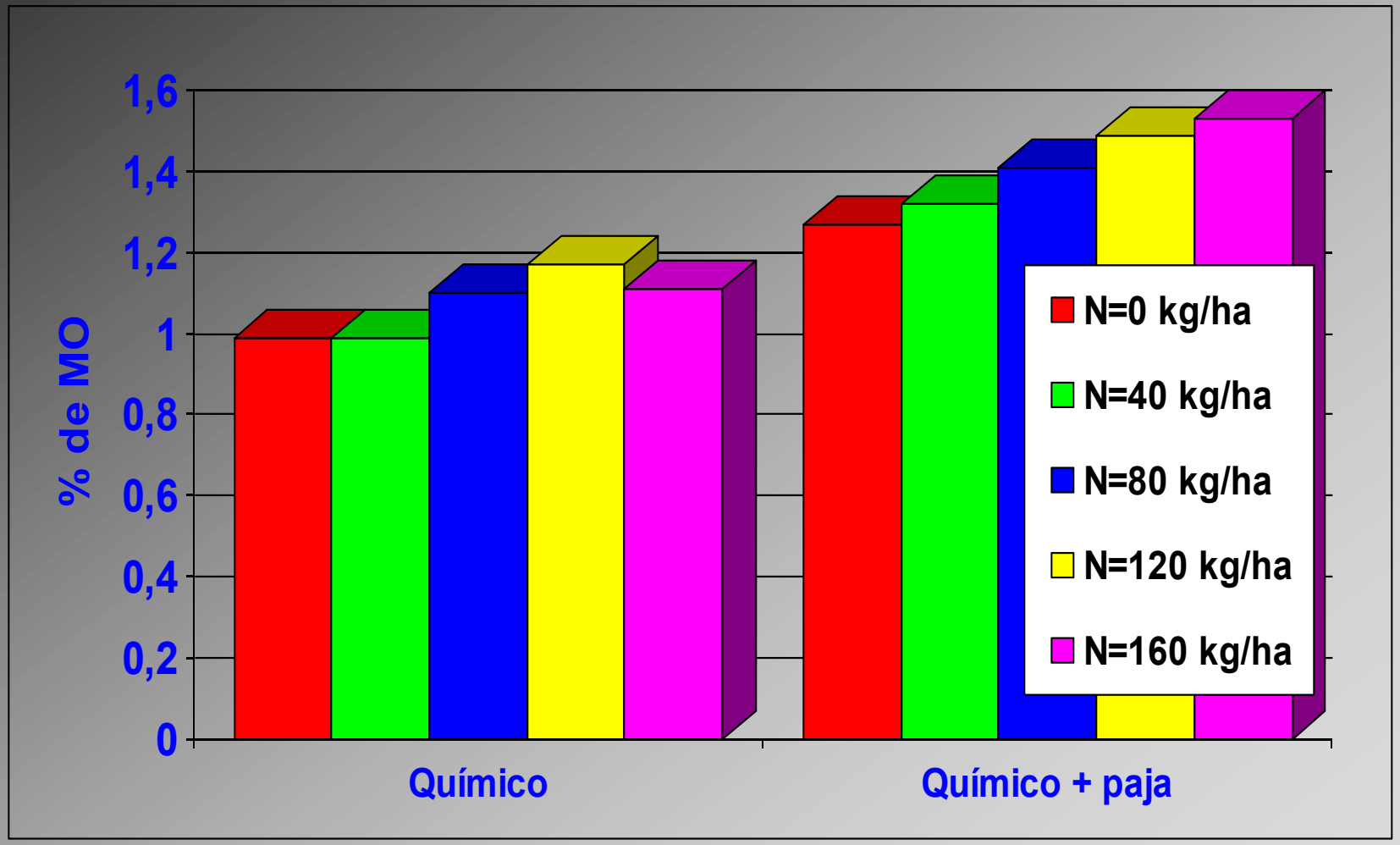
El suelo arcilloso sostiene mayor cantidad de vida y compite por tanto con el desarrollo del cultivo, igual que ocurre con el abono verde

Fertilidad

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

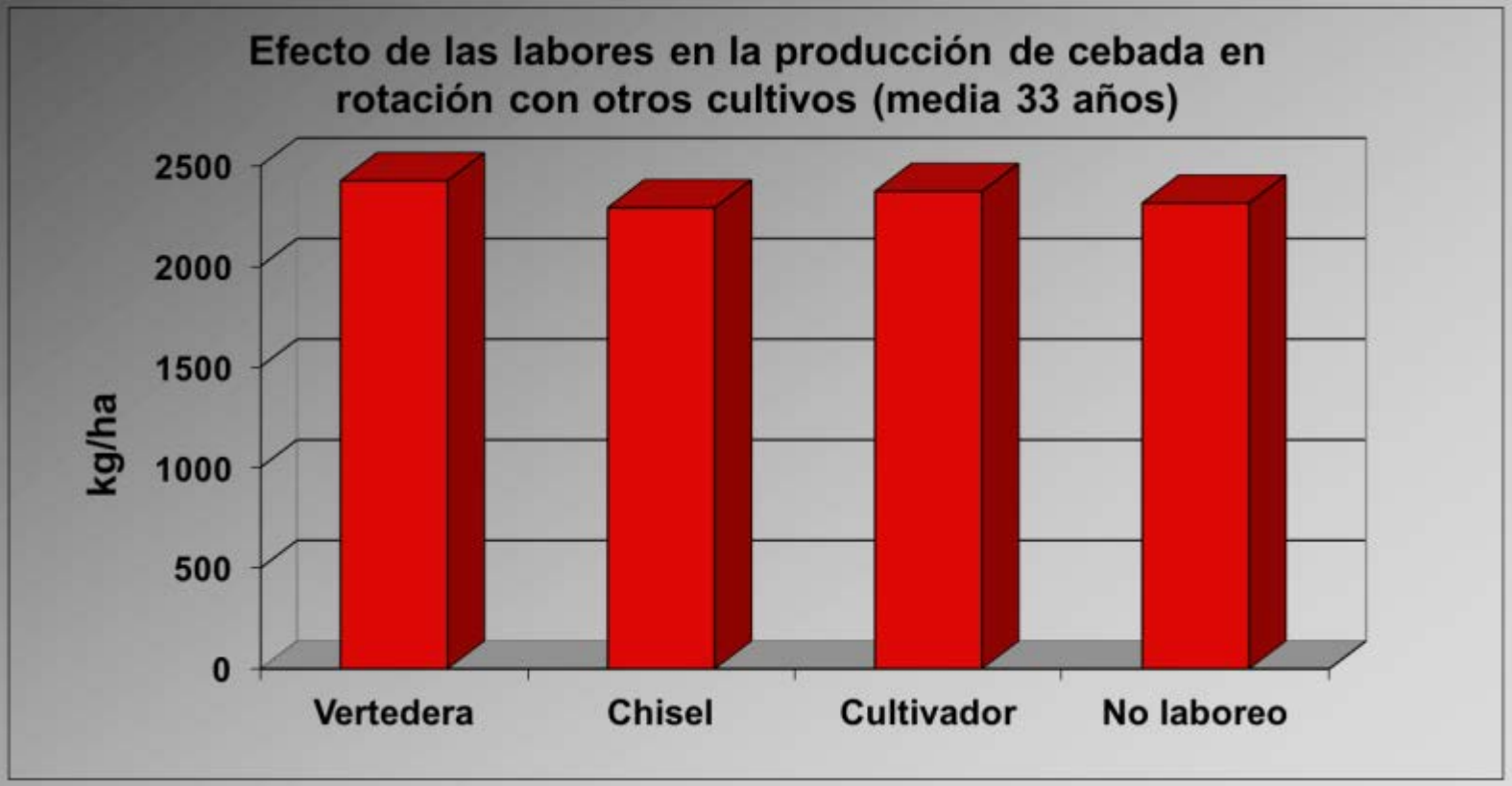


Evolución de la materia orgánica en diferentes fertilizaciones y manejos

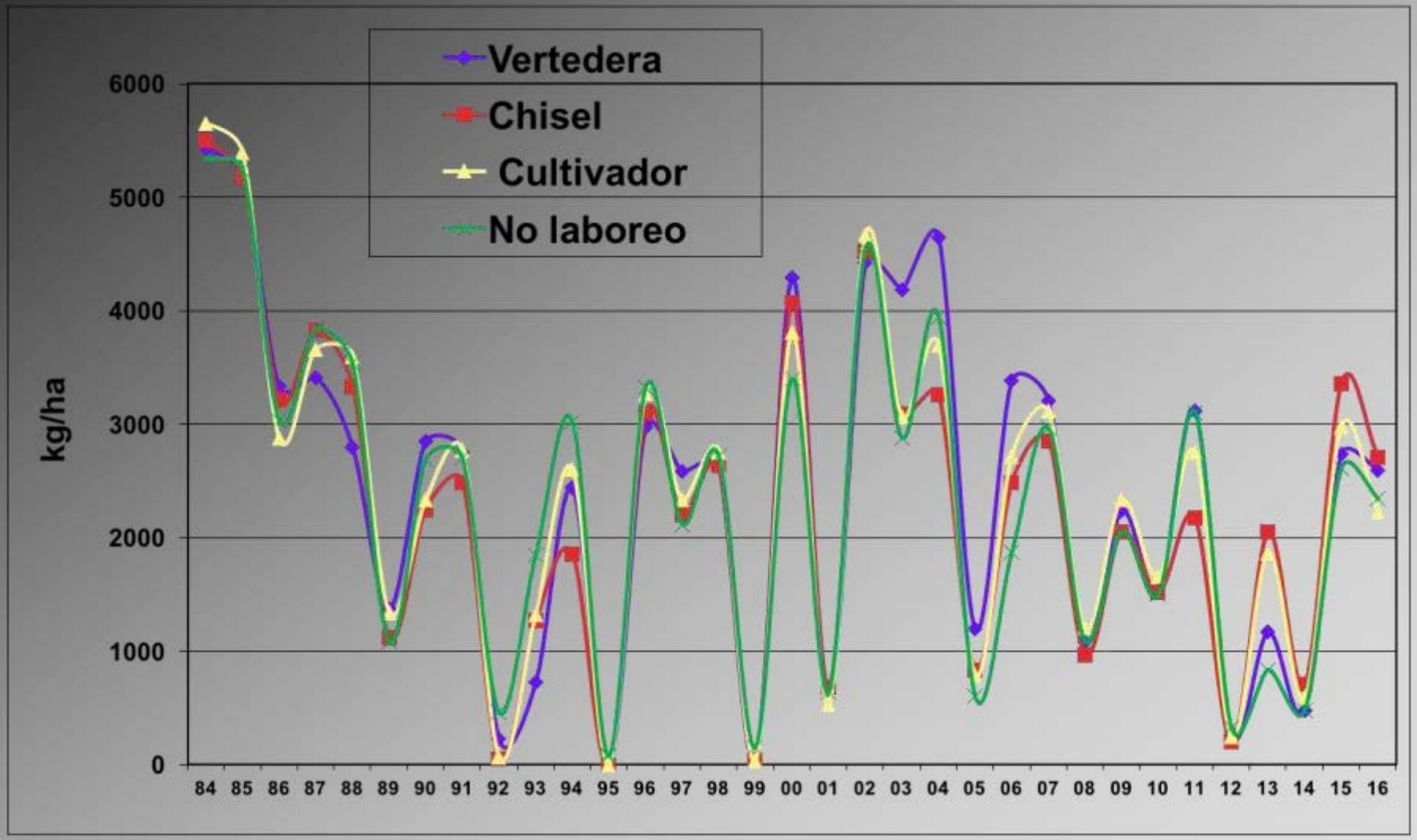


Labores

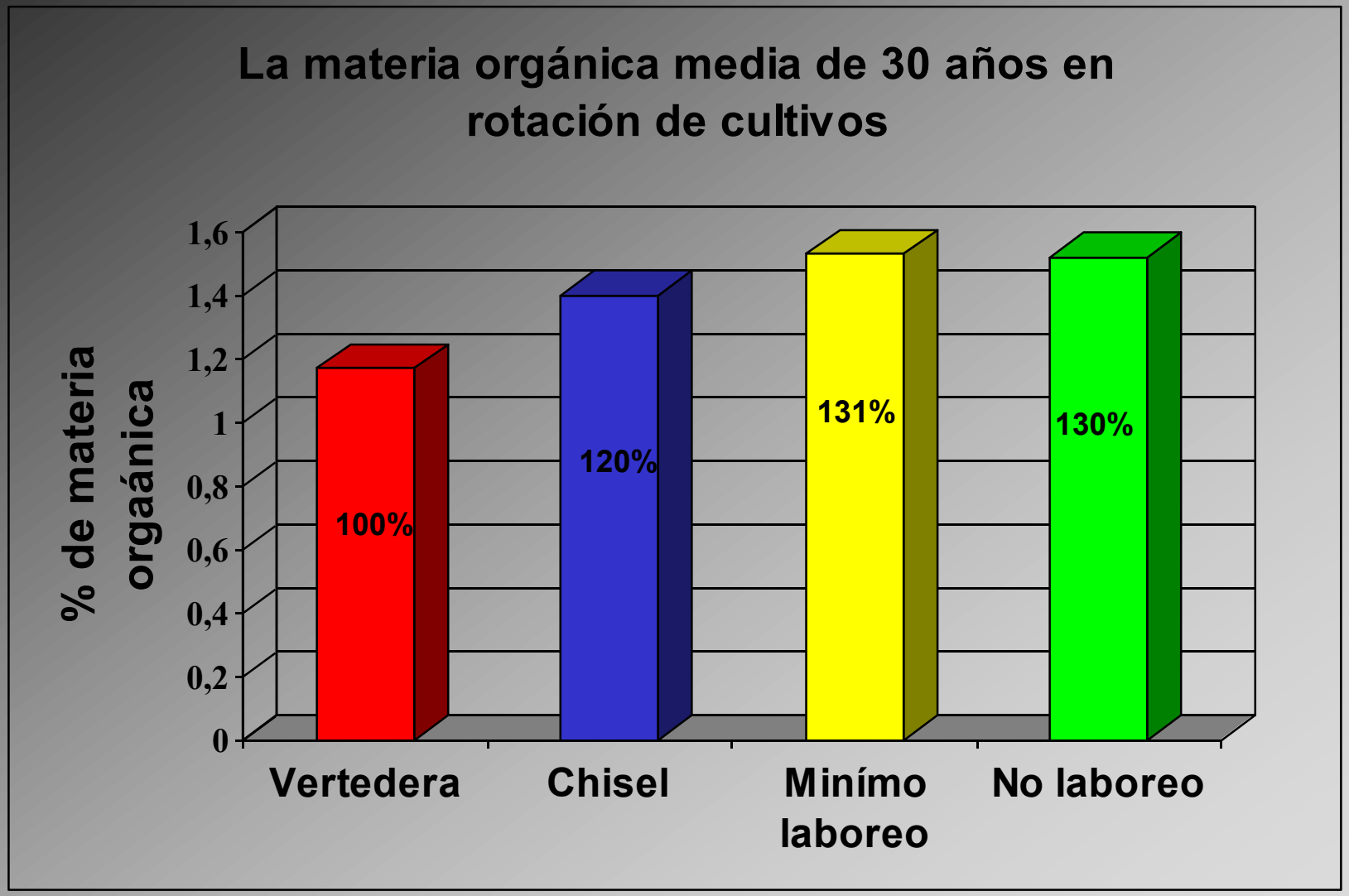
Más labor no es igual a mayor producción



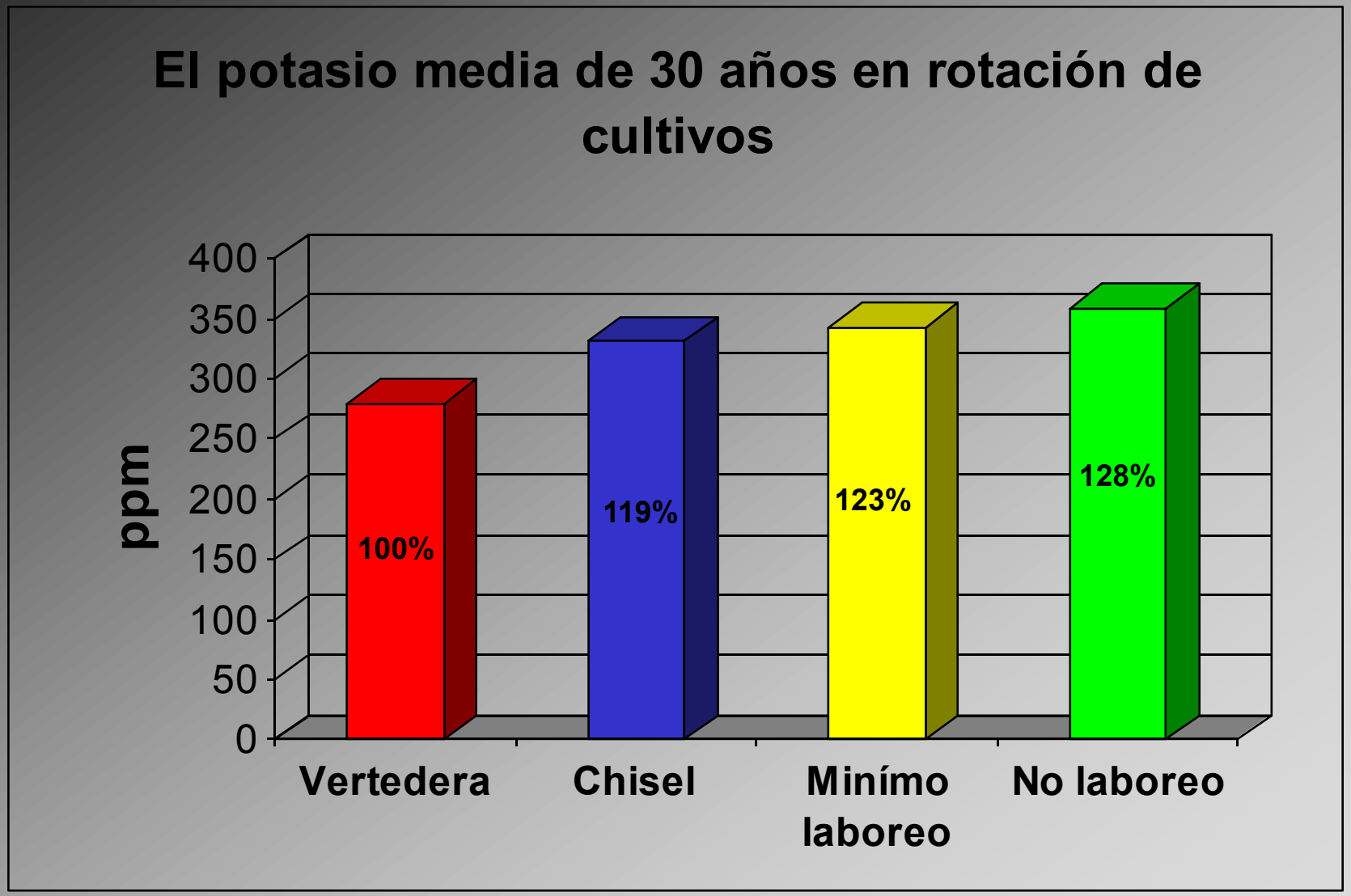
Rendimiento de cereal con diferentes laboreos



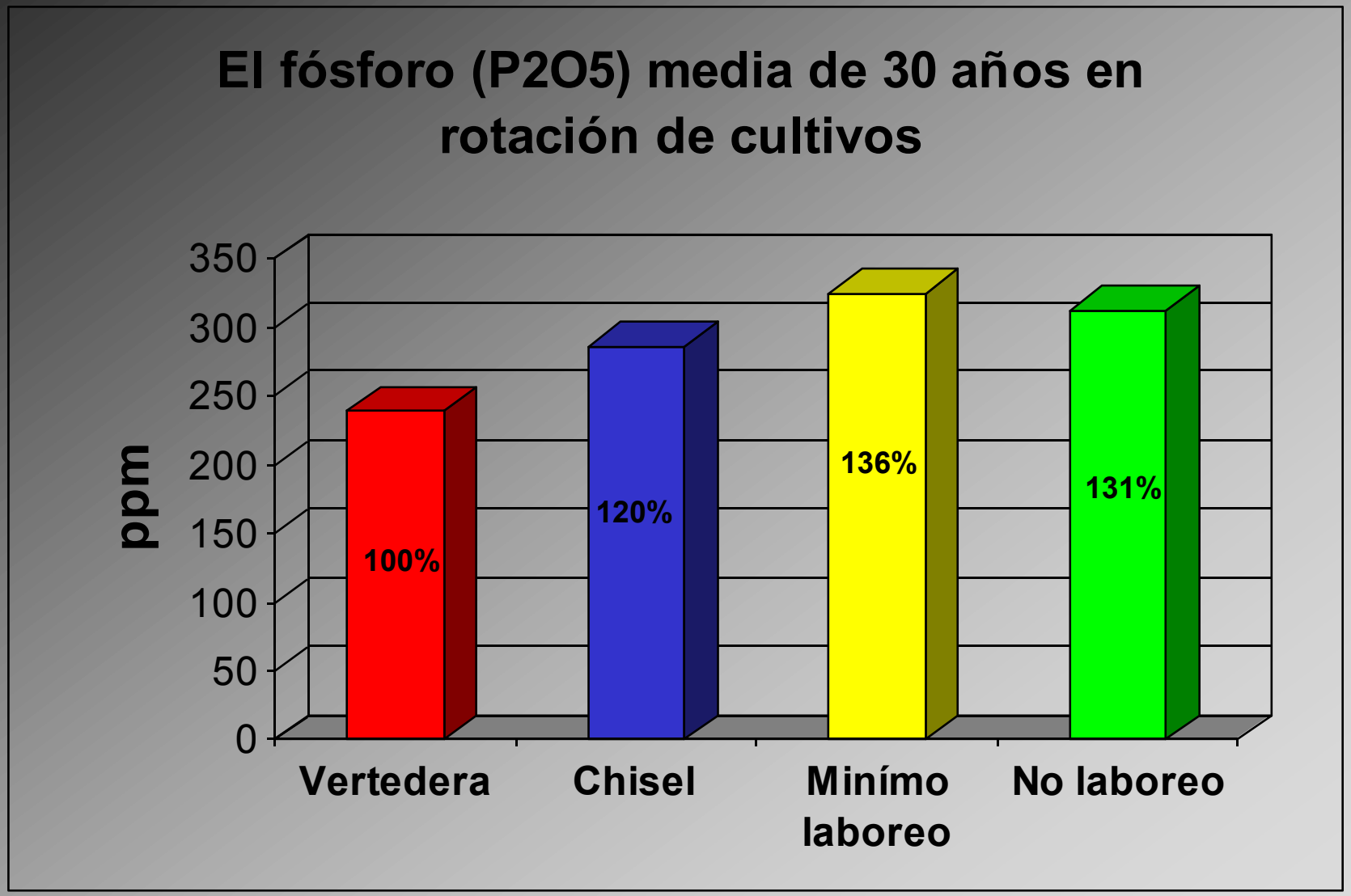
Vertedera = degradación



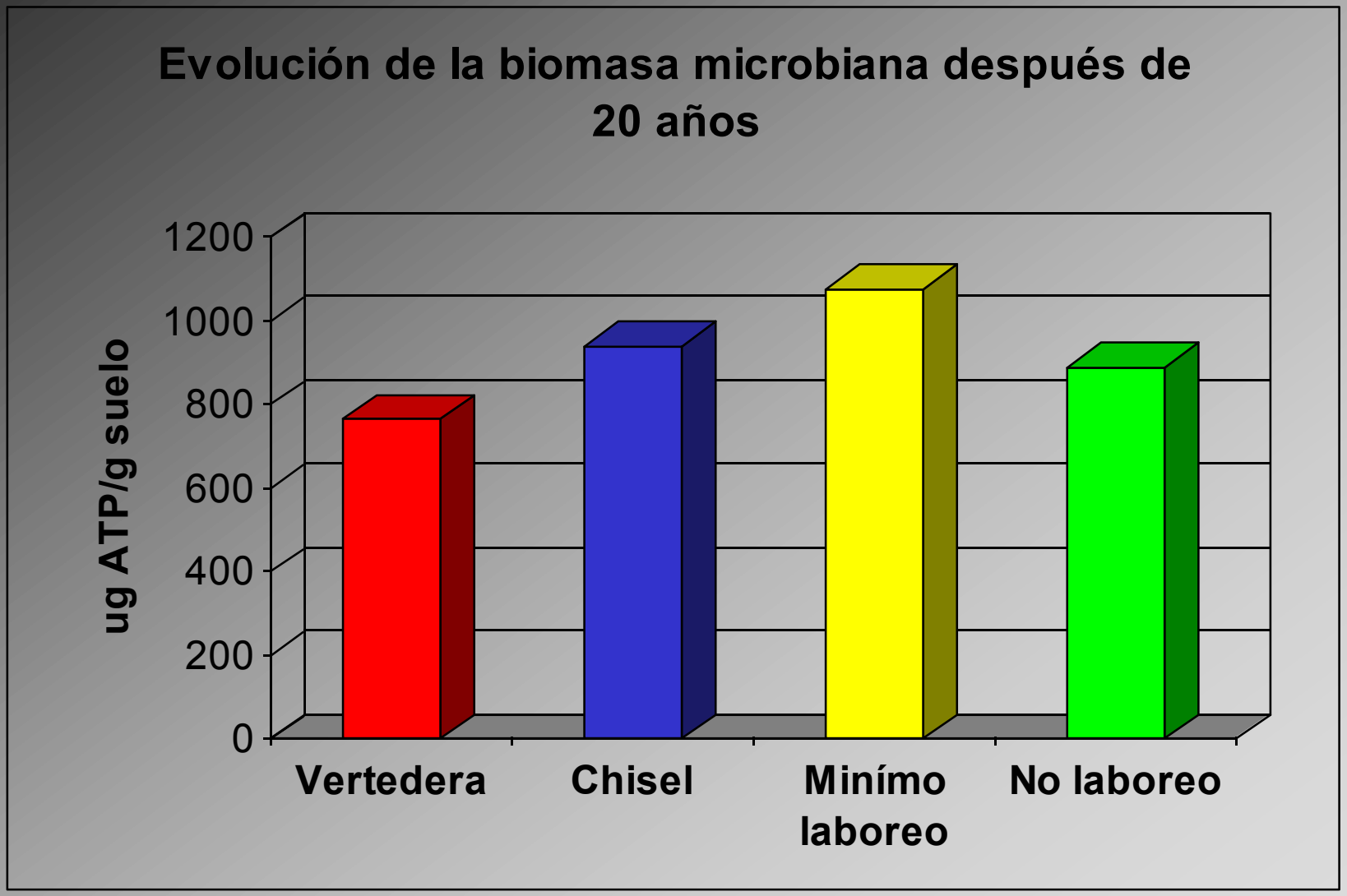
Vertedera = degradación



Vertedera = degradación

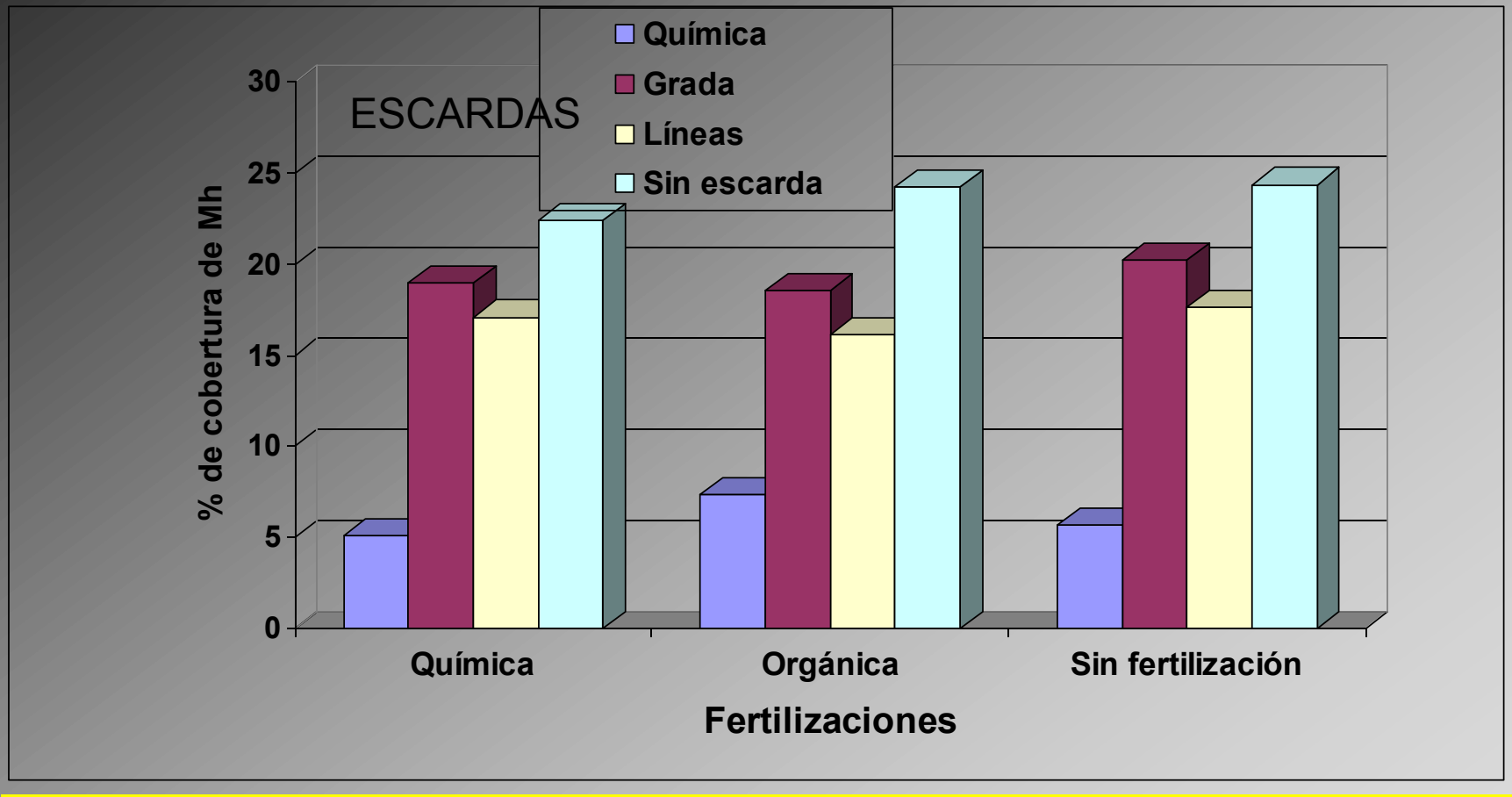


Vertedera = degradación



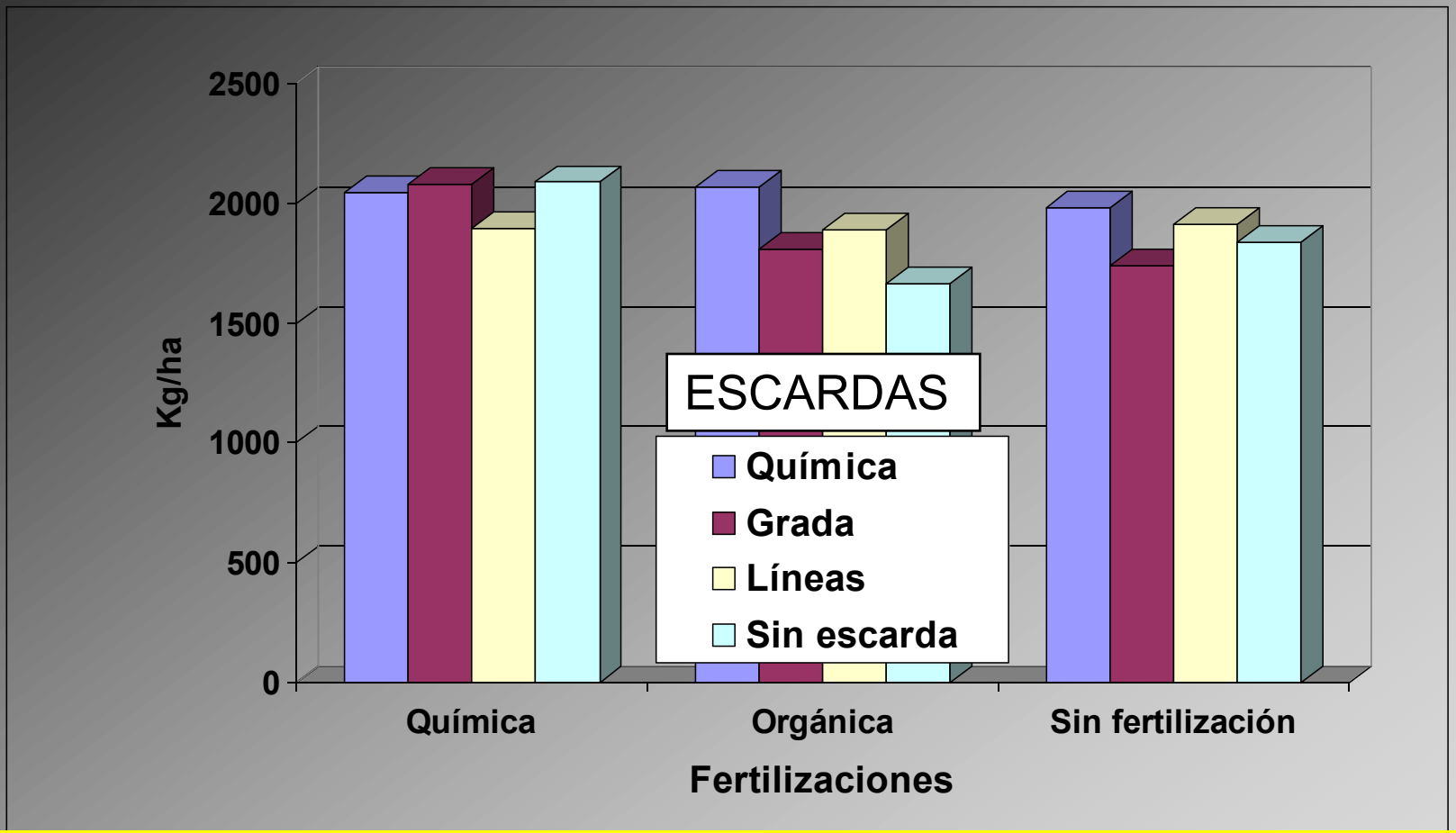
Las hierbas

Efecto del tipo de fertilización y escarda sobre el recubrimiento en % de flora arvense (media 20 años)



El control de la hierba es independiente de la fertilización, es la misma imagen en todas los tipos de fertilización. La escarda química es la más eficiente y el testigo sin escarda la peor, como era de suponer

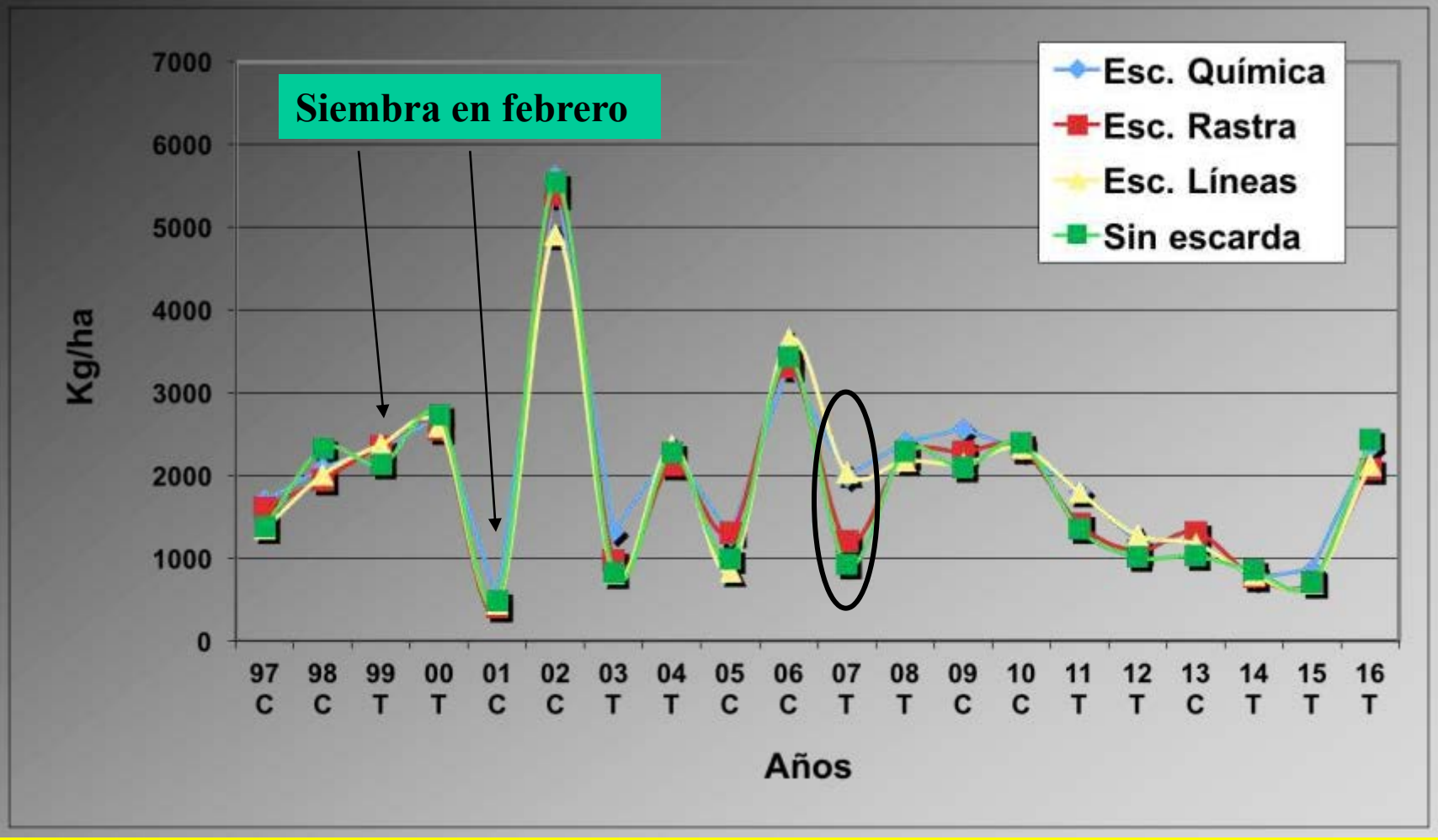
Efecto del tipo de fertilización y escarda sobre la producción del cereal (media 20 años)



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

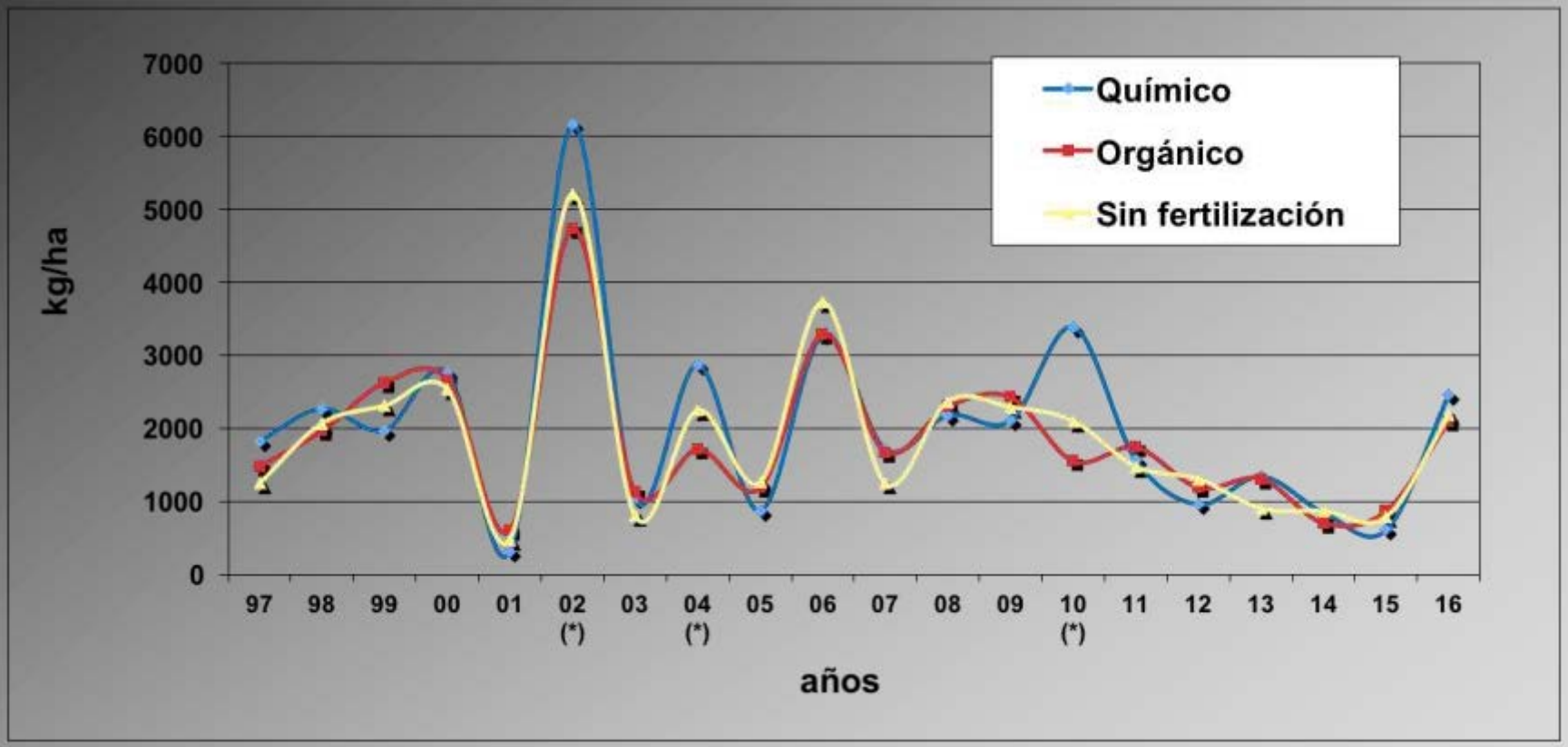
Evolución de las producciones con diferentes escardas



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.

La mejor estrategia para gestionar la fertilización y las malas hierbas

LAS ROTACIONES

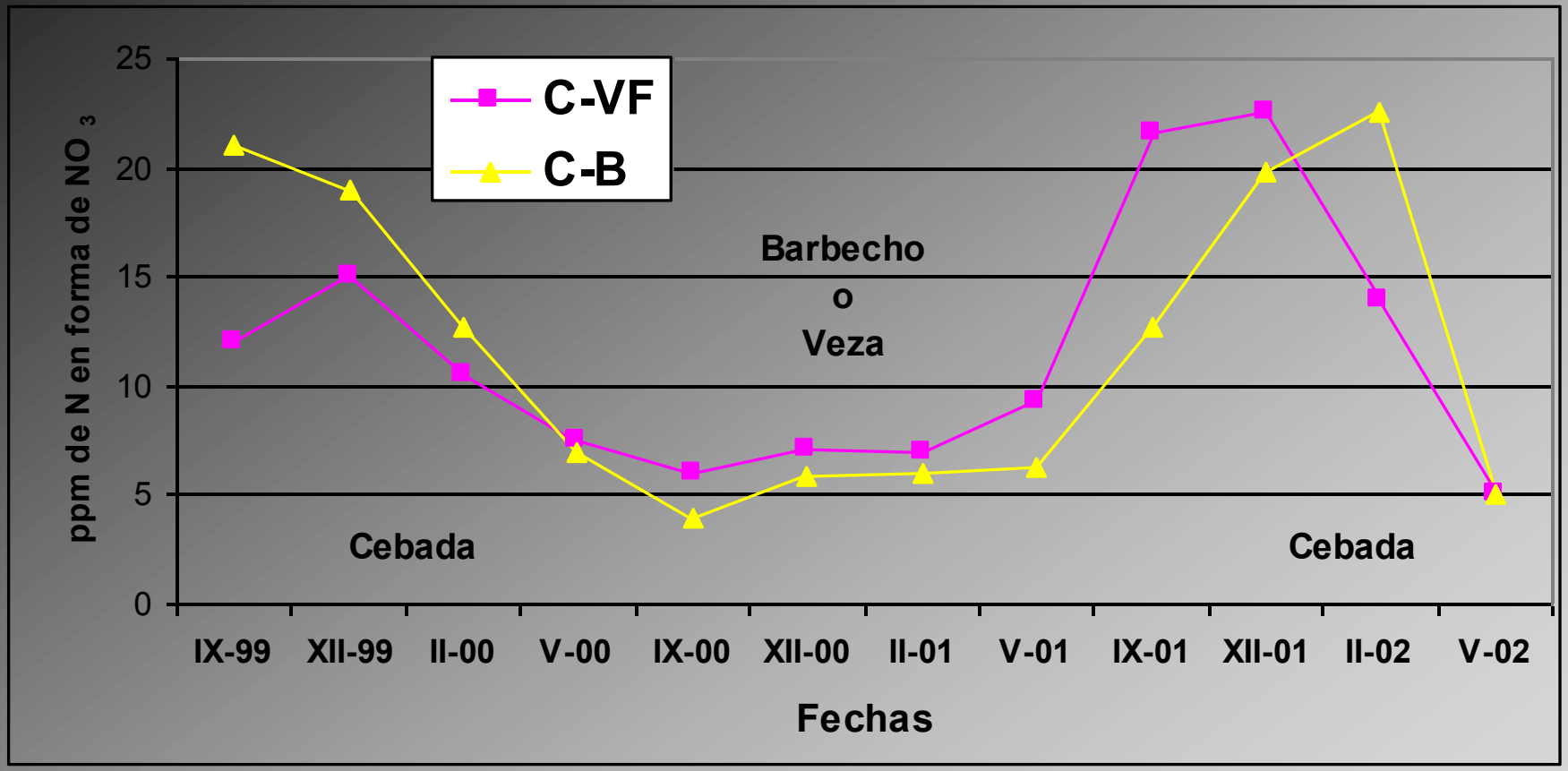
Conceptos generales de la fertilización

A partir de la demostración a finales del siglo pasado de que las leguminosas intervienen en la fijación de nitrógeno, se generaliza su uso en rotación con cereales hasta nuestros días

Leguminosas y fertilización nitrogenada

En la planta de la izquierda se produce fijación de nitrógeno atmosférico, hay nódulos y muchas raíces, porque en el suelo no hay nitrógeno (Agricultura ecológica). La planta de la derecha se desarrolla en un medio con nitrógeno (Agricultura convencional), y no se produce fijación de nitrógeno atmosférico, ausencia de nódulos

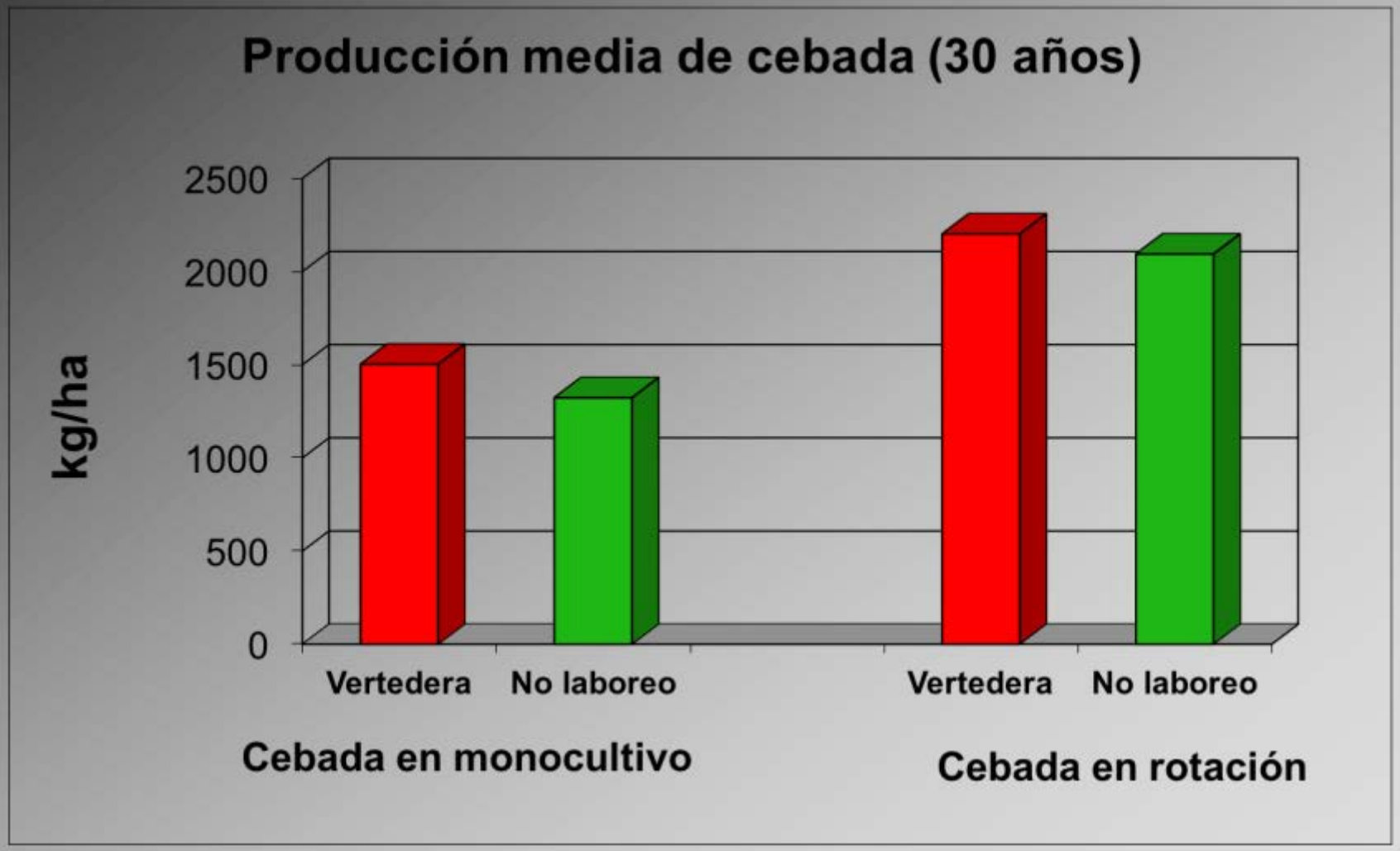
Las rotaciones y la fertilización



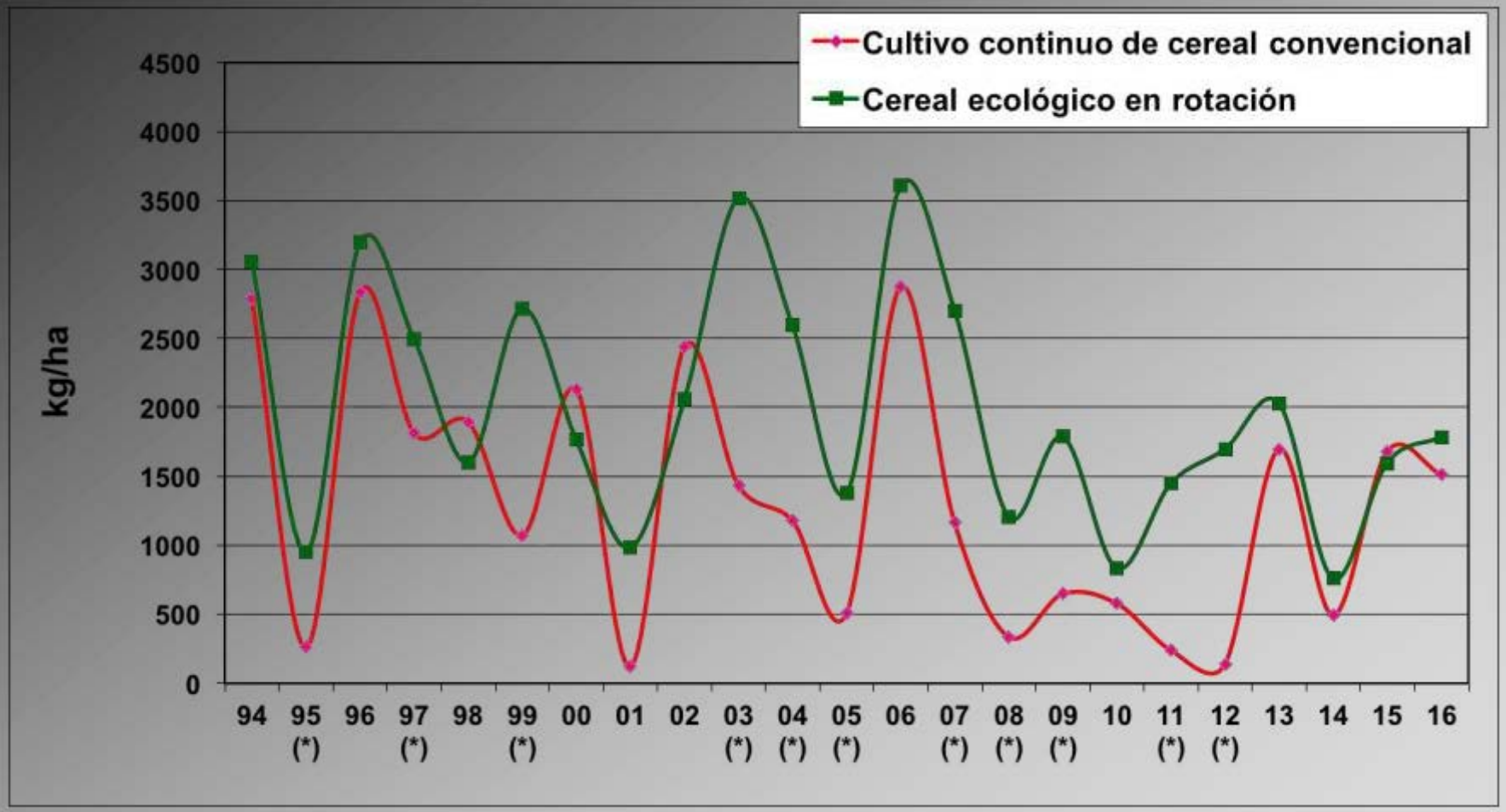
Evolución del nitrógeno mineral del suelo en dos rotaciones ecológicas, cebada-veza forraje y cebada-barbecho, donde se observa: La mineralización de la materia orgánica al final del barbecho (otoño), y la liberación del nitrógeno acumulado en los nódulos de la leguminosa (otoño). Este nitrógeno es consumido por el cereal

ROTACIONES

La cebada en rotación produce un 53% más que la cebada en monocultivo

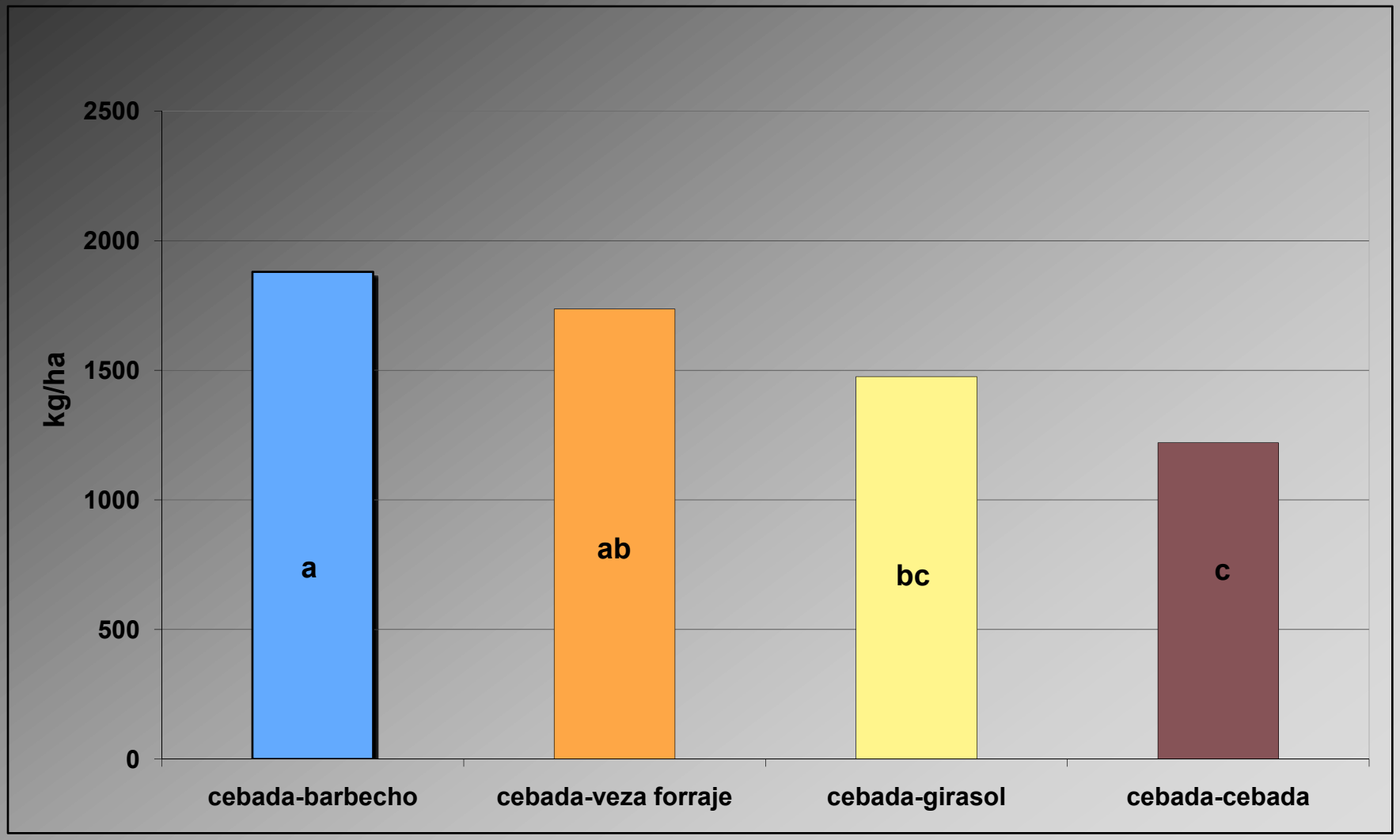


Agricultura convencional monocultivo
Agricultura ecológica rotación



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

Cereral ecológico en rotación y cereal convencional en monocultivo con herbicida y fertilización química (media 24 años)



Biodiversidad = autorregulación

El conocimiento = mejor estrategia

La integración de rotaciones, lindes y setos
= Biodiversidad = autorregulación

El futuro de la Agricultura de ambientes semiáridos

Está en diferenciar la producción con respecto a zonas más húmedas donde el paquete tecnológico es eficiente.

Esta diferenciación de la producción pasa por conservar el suelo, no contaminar, aumentar la biodiversidad, disminuir el coste energético y económico y conseguir un producto de calidad con reconocimiento internacional.

En otras palabras, el futuro de la agricultura de ambientes semiáridos está en la Agricultura Ecológica.

Gracias por su atención