

# EFFECTOS DEL MANEJO DE LOS RESTOS DE CULTIVOS HORTICOLAS EN LA PRODUCCIÓN Y PROPIEDADES DEL SUELO

---

FUNDACIÓN RURALCAJA GRUPO CRM - 2011

ALBIACH M. R., AGUILAR J. M., BAIXAULI C., GUARÍN E. G., POMARES F.

## 1.- JUSTIFICACIÓN

Los restos de cosecha de los cultivos hortícolas contienen una cantidad considerable de materia orgánica y nutrientes esenciales, cuya recogida y posterior retirada de la parcela constituye una pérdida sustancial tanto de materia orgánica como de elementos fertilizantes en el agroecosistema. Y en los casos en que los restos de cosecha, tras su recogida, sufren una incineración o quema, se genera, además, una gran cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub>, gas de efecto invernadero, con la subsiguiente repercusión en el fenómeno del cambio climático y los efectos inherentes al mismo.

## 2.- OBJETIVOS

La finalidad de este estudio fue comparar los efectos de tres modalidades de gestión de los restos de cultivo en una rotación de hortalizas, tanto en los parámetros productivos y cualitativos de las cosechas como en las propiedades del suelo.

## 3.- LUGAR

Centro de Fundación Ruralcaja en Paiporta (Valencia).

## 4.- DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

El trabajo experimental de campo se viene realizando en el Centro de Formación de la Fundación Ruralcaja en Paiporta (Valencia) desde el año 2003, aprovechando la parcela en la que se realiza el estudio comparativo entre la producción ecológica y la producción integrada. Las modalidades de gestión de los restos de cultivo que se han comparado son: RC1, incorporación diferida (los restos se dejan en la superficie del suelo un cierto tiempo y posteriormente se incorporan); RC2, los restos se retiran de la parcela; y RC3, incorporación inmediata de los restos después de la recolección. Y los cultivos implantados durante las campañas 2010/11 han sido los siguientes: parcela A, patata (cv. **Agria**) e hinojo (cv. **Marzio**); parcela B, sandía (cvs. **Romalinda** 75% + cv. **Pata negra** 25%), coliflor (cv. **Santa María**) y patata (cv. **Agria**); parcela C, hinojo (cv. **Brando**), col china (cv. **Manoko**) y sandía (cvs. **Romalinda** 75% + cv. **Pata negra** 25%); parcela D, alcachofa de segundo año (cv. **Blanca de Tudela**).

## 5.- RESULTADOS

### Rendimiento y calidad de los cultivos

En las Tablas 1-9 se muestran los resultados del rendimiento comercial, peso medio de las piezas cosechadas y producción no comercial (destrío) en los cultivos de la alternativa/rotación en función del tipo de gestión de los restos de cultivo, y en la Figura 1 se indica gráficamente los resultados del rendimiento comercial de los respectivos cultivos. En relación al rendimiento comercial se constató que de los ocho cultivos implantados durante la campaña 2010/11, se obtuvieron diferencias significativas (con distintos grados de significación estadística:  $p < 0,10$ ,  $p < 0,05$  y  $p < 0,01$ ) en: patata 2010, patata 2011, coliflor 2010 e hinojo 2009/2010. Y en los cuatro casos, las dos modalidades de incorporación de los restos de cosecha (RC1 y RC3) produjeron rendimientos más altos que el tratamiento de recogida y retirada de los restos de cosecha (RC2). Asimismo al igual que sucedió en las campañas anteriores, resultó muy destacada respuesta manifestada por el cultivo del hinojo a la incorporación de los restos del cultivo precedente, patata, que en el tratamiento de incorporación inmediata de los restos tras la recolección (RC3) alcanzó un incremento de rendimiento del 44% con respecto al tratamiento de recogida de los restos de cultivo (RC2), como puede observarse en la Figura 2. También resultó destacada la respuesta manifestada por el cultivo de patata a la incorporación de los restos del cultivo precedente: coliflor, que registró aumentos en el rendimiento relativo de 28 y 29% en la campaña 2010 y 13 y 31% en la campaña 2011. Y en el computo global de los ocho cultivos de las campañas 2010/211, se constató que con la incorporación de los restos de cosecha (tratamientos RC1 y RC3-) se logró un aumento de rendimiento del 9 y 20%, respecto al obtenido con el tratamiento RC2 (recogida de los restos de cosecha).

En cuanto al efecto de la gestión de los restos de cosecha sobre el calibre de las piezas producidas por los diferentes cultivos, resultó poco relevante, únicamente se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en

dos cultivos: hinojo 2009/10 (bulbos 1ª clase) y sandía 2011 (frutos sin semillas), y en ambos casos los dos tratamientos de incorporación de los restos de cultivo (RC1 y RC3) presentaron los valores más altos de peso medio de las piezas cosechadas.

Respecto a los resultados de producción no comercial (destrío), cabe indicar que la modalidad de gestión de los restos de cosecha tuvo poca repercusión sobre la cantidad de destrío generada, ya que se obtuvieron diferencias con significación estadística únicamente en dos cultivos: patata 2010 (tubérculos de verdeo) y alcachofa de segundo año (capítulos de destrío y destrío total), registrándose en ambos casos las cifras de destrío más altas en los dos tratamientos de incorporación (RC1 y RC3).

## Propiedades del suelo

En la Tabla 10 se muestran los resultados obtenidos en algunas de las características físico-químicas del suelo (profundidades 0-15 cm, 16-30 cm y 31-60 cm) en un muestreo efectuado el año 2011. Y en la Tabla 11 se indican los resultados correspondientes a tres parámetros de actividad biológica del suelo (profundidad 0-15 cm). A partir de los referidos resultados, puede observarse que la incorporación de los restos de cultivo (tratamientos RC1 y RC3) dio lugar a valores más altos que la recogida de los restos de cultivo en todas las características edáficas estudiadas, registrándose significación estadística ( $p < 0,05$  y  $p < 0,01$ ) en la mayoría de los indicadores analizados: nitrógeno orgánico, fósforo asimilable, potasio soluble, carbono de la biomasa microbiana y actividad deshidrogenasa.

## 6.- CONCLUSIONES

A tenor de los resultados obtenidos durante las campañas 2010/11, se infiere que la incorporación de los restos de cultivo, en la dos modalidades ensayadas, fue muy eficaz para aumentar el rendimiento comercial de varios cultivos de la alternativa/rotación (hinojo 2009/10, patata 2010 y 2011, y coliflor 2010), siendo destacable la marcada respuesta lograda en los cultivos de hinojo y patata.

La repercusión de la incorporación de los restos de cultivo sobre el calibre de las piezas cosechadas y el destrío fue relativamente bajo. Sobre el calibre, se manifestó de forma significativa en los cultivos de hinojo 2009/2010 y sandía 2011, y sobre el destrío afectó a los cultivos de patata 2010 y alcachofa de segundo año.

La incorporación de la biomasa generada por los restos de cultivo, resultó muy eficaz para mejorar la calidad del suelo, generando aumentos considerables en los niveles de nutrientes asimilables (nitrógeno, fósforo y potasio) e indicadores biológicos del suelo.

## 7.- TABLAS

|        | Rendimiento patata (Kg/m <sup>2</sup> ) | Peso medio (Kg) | DESTRÍO                              |                              |                                |                               |                             |                            |
|--------|---|-----------------|--------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
|        |   |                 | Pequeño calibre (Kg/m <sup>2</sup> ) | Deforme (Kg/m <sup>2</sup> ) | Barreneta (Kg/m <sup>2</sup> ) | Cortadas (Kg/m <sup>2</sup> ) | Verdeo (Kg/m <sup>2</sup> ) | Total (Kg/m <sup>2</sup> ) |
| RC1    | 5,07 b                                  | 0,203           | 0,05                                 | 0,04                         | 0,24                           | 0,03                          | 0,07 b                      | 0,44                       |
| RC2    | 3,94 a                                  | 0,202           | 0,03                                 | 0,01                         | 0,43                           | 0,00                          | 0,00 a                      | 0,48                       |
| RC3    | 5,03 b                                  | 0,212           | 0,03                                 | 0,02                         | 0,14                           | 0,04                          | 0,06 b                      | 0,29                       |
| Signif | 99%                                     | n.s.            | n.s.                                 | n.s.                         | n.s.                           | n.s.                          | 90%                         | n.s.                       |

RC1: predescomposición en superficie e incorporación; RC2: recogida y retirada; RC3: incorporación inmediata

**Tabla 1.** Rendimiento y destrío del cultivo de patata en 2010 en función de la modalidad de gestión de los restos de cultivo

|        | Rendimiento sin semillas (Kg/m <sup>2</sup> ) | Rendimiento o con semillas (Kg/m <sup>2</sup> ) | Rendimiento o total (Kg/m <sup>2</sup> ) | Peso medio sin semillas (Kg) | Peso medio con semillas (Kg) | DESTRÍO                        |                           |                              |                            |
|--------|---|---|--|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------|
|        |   |   |  |                              |                              | Planchado (Kg/m <sup>2</sup> ) | Goma (Kg/m <sup>2</sup> ) | Deforme (Kg/m <sup>2</sup> ) | Total (Kg/m <sup>2</sup> ) |
| RC1    | 7,80  | 2,16  | 9,96                                     | 4,89                         | 7,63                         | 0,17                           | 0,07                      | 0,09                         | 0,33                       |
| RC2    | 7,41  | 2,02  | 9,43                                     | 4,87                         | 8,38                         | 0,28                           | 0,09                      | 0,11                         | 0,48                       |
| RC3    | 7,84  | 2,03  | 9,86                                     | 5,17                         | 7,47                         | 0,23                           | 0,08                      | 0,06                         | 0,37                       |
| Signif | n.s.  | n.s.  | n.s.                                     | n.s.                         | n.s.                         | n.s.                           | n.s.                      | n.s.                         | n.s.                       |

RC1: predescomposición en superficie e incorporación; RC2: recogida y retirada; RC3: incorporación inmediata

**Tabla 2.** Rendimiento comercial y calidad del cultivo de sandía en 2010 en función de la modalidad de gestión de los restos de cultivo

|        | Rendimiento 6 pzs/caja (Kg/ m <sup>2</sup> ) | Rendimiento 8 pzs/caja (Kg/ m <sup>2</sup> ) | Rendimiento total (Kg/ m <sup>2</sup> ) | Peso medio 6 pzs/caja (Kg) | Peso medio 8 pzs/caja (Kg) | Peso medio total (Kg) | DESTRÍO                            |                              |                            |
|--------|--|--|---|----------------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------------------|------------------------------|----------------------------|
|        |  |  |   |                            |                            |                       | Bajo calibre (Kg/ m <sup>2</sup> ) | Helado (Kg/ m <sup>2</sup> ) | Total (Kg/m <sup>2</sup> ) |
| RC1    | 2,34 a                                       | 0,31   | 2,65 a                                  | 1,28                       | 0,89                       | 1,23                  | 0,12                               | 0,20                         | 0,32                       |
| RC2    | 2,44 a                                       | 0,32   | 2,75 a                                  | 1,28                       | 0,85                       | 1,22                  | 0,05                               | 0,24                         | 0,29                       |
| RC3    | 3,00 b                                       | 0,30   | 3,30 b                                  | 1,27                       | 0,87                       | 1,25                  | 0,08                               | 0,17                         | 0,25                       |
| Signif | 95%  | n.s.   | 99%                                     | n.s.                       | n.s.                       | n.s.                  | n.s.                               | n.s.                         | n.s.                       |

RC1: predescomposición en superficie e incorporación; RC2: recogida y retirada; RC3: incorporación inmediata

**Tabla 3.** Rendimiento comercial y calidad del cultivo de coliflor en 2010 en función de la modalidad de gestión de los restos de cultivo

|        | Rendimiento (Kg/m <sup>2</sup> ) | Peso medio (Kg) | DESTRÍO                              |                              |                                |                               |                             | Total (Kg/m <sup>2</sup> ) |
|--------|----------------------------------|-----------------|--------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
|        |                                  |                 | Pequeño calibre (Kg/m <sup>2</sup> ) | Deforme (Kg/m <sup>2</sup> ) | Barreneta (Kg/m <sup>2</sup> ) | Cortadas (Kg/m <sup>2</sup> ) | Verdeo (Kg/m <sup>2</sup> ) |                            |
| RC1    | 4,36 ab                          | 0,236           | 0,15                                 | 0,26                         | 0,54                           | 0,00                          | 0,00                        | 0,86                       |
| RC2    | 3,86 a                           | 0,221           | 0,18                                 | 0,50                         | 0,40                           | 0,01                          | 0,01                        | 1,09                       |
| RC3    | 5,04 b                           | 0,226           | 0,19                                 | 0,42                         | 0,68                           | 0,01                          | 0,03                        | 1,24                       |
| Signif | 99%                              | n.s.            | n.s.                                 | n.s.                         | n.s.                           | n.s.                          | n.s.                        | n.s.                       |

RC1: predescomposición en superficie e incorporación; RC2: recogida y retirada; RC3: incorporación inmediata

**Tabla 4.** Rendimiento comercial y calidad del cultivo de patata en 2011 en función de la modalidad de gestión de los restos de cultivo

|        | Rendimiento 1ª (Kg/m²) | Peso medio 1ª (Kg) | Rendimiento 2ª (Kg/m²) | Peso medio 2ª (Kg) | Rendimiento 3ª (Kg/m²) | Peso medio 3ª (Kg) | Rendimiento total (Kg/m²) | DESTRÍO        |                   |               |
|--------|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|---------------------------|----------------|-------------------|---------------|
|        |                        |                    |                        |                    |                        |                    |                           | Paleta (Kg/m²) | Reventado (Kg/m²) | Total (Kg/m²) |
| RC1    | 2,95 b                 | 0,571 b            | 0,24 a                 | 0,327              | 0,31 ab                | 0,272              | 3,50 ab                   | 0,33           | 0,12              | 0,44          |
| RC2    | 1,83 a                 | 0,498 a            | 0,63 b                 | 0,355              | 0,60 b                 | 0,266              | 3,06 a                    | 0,32           | 0,08              | 0,40          |
| RC3    | 3,65 b                 | 0,554 b            | 0,64 b                 | 0,394              | 0,12 a                 | 0,267              | 4,41 b                    | 0,12           | 0,04              | 0,17          |
| Signif | 99%                    | 95%                | 95%                    | n.s.               | 99%                    | n.s.               | 99%                       | n.s.           | n.s.              | n.s.          |

RC1: predescomposición en superficie e incorporación; RC2: recogida y retirada; RC3: incorporación inmediata

**Tabla 5.** Rendimiento comercial y calidad del cultivo de hinojo en 2010/11 en función de la modalidad de gestión de los restos de cultivo

|        | Rendimiento (Kg/m²) | Peso medio (Kg) | DESTRÍO                  |                        |                  | Nivel espigado (0-5) |
|--------|---------------------|-----------------|--------------------------|------------------------|------------------|----------------------|
|        |                     |                 | Sin acogollar (% piezas) | Poco hechas (% piezas) | TOTAL (% piezas) |                      |
| RC1    | 5,58                | 1,01            | 0,83                     | 10,8                   | 11,7             | 2,70                 |
| RC2    | 5,75                | 1,02            | 0,83                     | 9,17                   | 10,0             | 2,53                 |
| RC3    | 5,34                | 1,00            | 2,50                     | 12,5                   | 15,0             | 2,70                 |
| Signif | n.s.                | n.s.            | n.s.                     | n.s.                   | n.s.             | n.s.                 |

RC1: predescomposición en superficie e incorporación; RC2: recogida y retirada; RC3: incorporación inmediata

**Tabla 6.** Rendimiento comercial y calidad del cultivo de col china en 2010/11 en función de la modalidad de gestión de los restos de cultivo

|        | Rendimiento sin semillas (Kg/m²) | Rendimiento con semillas (Kg/m²) | Rendimiento total (Kg/m²) | Peso medio sin semillas (Kg) | Peso medio con semillas (Kg) | DESTRÍO Deforme (Kg/m²) |
|--------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| RC1    | 3,64                             | 1,03                             | 4,67                      | 5,12 b                       | 6,88                         | 0,10                    |
| RC2    | 4,11                             | 0,94                             | 5,05                      | 4,56 a                       | 6,98                         | 0,00                    |
| RC3    | 4,32                             | 1,13                             | 5,45                      | 4,74 a                       | 6,74                         | 0,03                    |
| Signif | n.s.                             | n.s.                             | n.s.                      | 95%                          | n.s.                         | n.s.                    |

RC1: predescomposición en superficie e incorporación; RC2: recogida y retirada; RC3: incorporación inmediata

**Tabla 7.** Rendimiento comercial y calidad del cultivo de sandía en 2011 en función de la modalidad de gestión de los restos de cultivo

|         | Rendimiento (Kg/m <sup>2</sup> ) | Peso medio (Kg) | DESTRÍO                      |                              |                             |                            |
|---------|----------------------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
|         |                                  |                 | Destrío (Kg/m <sup>2</sup> ) | Abierto (Kg/m <sup>2</sup> ) | Helado (Kg/m <sup>2</sup> ) | Total (Kg/m <sup>2</sup> ) |
| RC1     | 0,18                             | 0,117           | 0,00                         | 0,00                         | 0,20                        | 0,20                       |
| RC2     | 0,15                             | 0,113           | 0,01                         | 0,00                         | 0,15                        | 0,16                       |
| RC3     | 0,18                             | 0,115           | 0,00                         | 0,01                         | 0,18                        | 0,20                       |
| Signif. | n.s.                             | n.s.            | n.s.                         | n.s.                         | n.s.                        | n.s.                       |

RC1: predescomposición en superficie e incorporación; RC2: recogida y retirada; RC3: incorporación inmediata

**Tabla 8.** Rendimiento comercial y calidad del cultivo de alcachofa 2º año en 2010/11 (producción precoz 18/1/11) en función de la modalidad de gestión de los restos de cultivo

|         | Rendimiento (Kg/m <sup>2</sup> ) | Peso medio (Kg) | DESTRÍO                      |                              |                             |                            |
|---------|----------------------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
|         |                                  |                 | Destrío (Kg/m <sup>2</sup> ) | Abierto (Kg/m <sup>2</sup> ) | Helado (Kg/m <sup>2</sup> ) | Total (Kg/m <sup>2</sup> ) |
| RC1     | 0,60                             | 0,130           | 0,22 b                       | 0,03                         | 0,33                        | 0,57 b                     |
| RC2     | 0,48                             | 0,126           | 0,13 a                       | 0,02                         | 0,26                        | 0,41 a                     |
| RC3     | 0,65                             | 0,131           | 0,15 a                       | 0,03                         | 0,34                        | 0,53 a                     |
| Signif. | n.s.                             | n.s.            | 95%                          | n.s.                         | n.s.                        | 95%                        |

RC1: predescomposición en superficie e incorporación; RC2: recogida y retirada; RC3: incorporación inmediata

**Tabla 9.** Rendimiento comercial y calidad del cultivo de alcachofa 2º año en 2010/11 (producción final) en función de la modalidad de gestión de los restos de cultivo

|           | Materia orgánica (%) |         |         | Nitrógeno orgánico (%) |          |          | Fósforo asimilable (mg/Kg) |         |         | Potasio soluble (meq/l) |         |         |
|-----------|----------------------|---------|---------|------------------------|----------|----------|----------------------------|---------|---------|-------------------------|---------|---------|
|           | (0-15)               | (15-30) | (30-60) | (0-15)                 | (15-30)  | (30-60)  | (0-15)                     | (15-30) | (30-60) | (0-15)                  | (15-30) | (30-60) |
| Prof (cm) |                      |         |         |                        |          |          |                            |         |         |                         |         |         |
| RC1       | 1,97                 | 1,79    | 1,34    | 0,123 b                | 0,110 b  | 0,083 b  | 33 b                       | 28 b    | 19 b    | 0,478 b                 | 0,303 c | 0,208 c |
| RC2       | 1,77                 | 1,62    | 1,16    | 0,108 a                | 0,095 a  | 0,068 a  | 28 a                       | 23 a    | 14 a    | 0,093 a                 | 0,071 a | 0,080 a |
| RC3       | 1,99                 | 1,68    | 1,24    | 0,120 b                | 0,103 ab | 0,073 ab | 30 ab                      | 26 ab   | 16 ab   | 0,307 ab                | 0,222 b | 0,145 b |
| Signif    | n.s.                 | n.s.    | n.s.    | 95%                    | 95%      | 95%      | 95%                        | 95%     | 95%     | 99%                     | 99,9%   | 99,9%   |

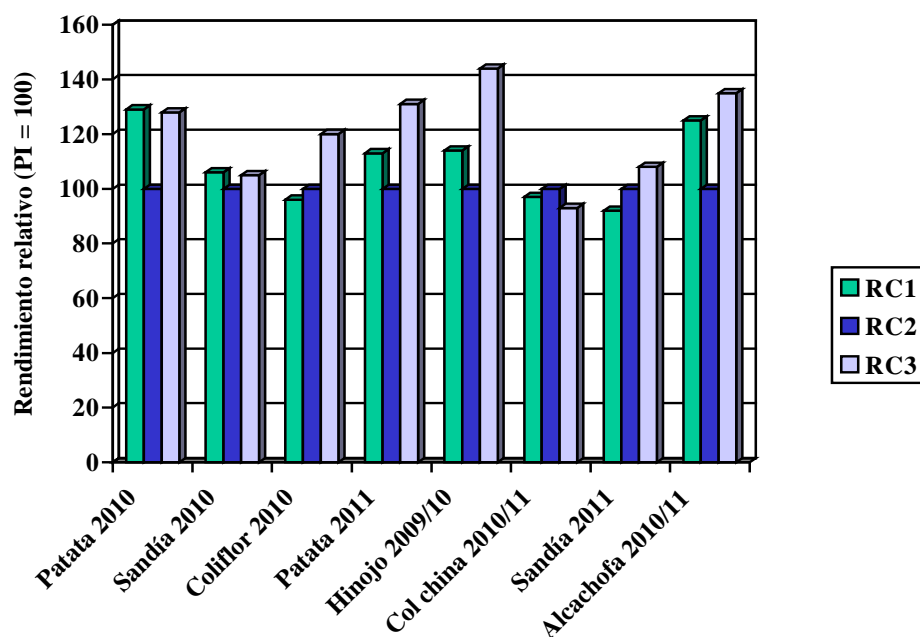
RC1: predescomposición en superficie e incorporación; RC2: recogida y retirada; RC3: incorporación inmediata

**Tabla 10.** Propiedades físico-químicas del suelo en función de la modalidad de gestión de los restos de cultivo

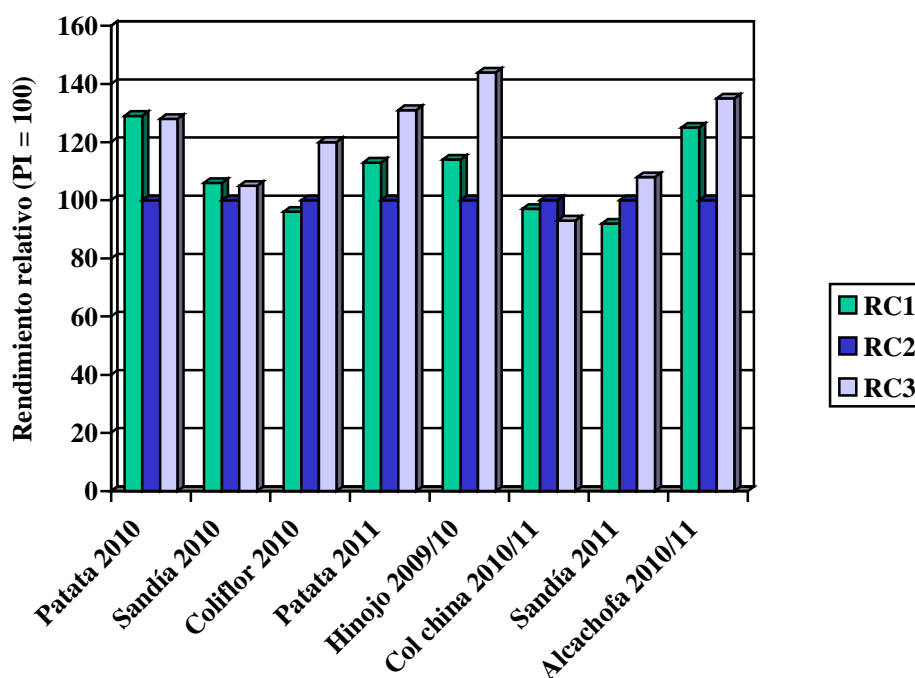
|               | Biomasa-C<br>( $\mu\text{g C/g}$ suelo) | Act. Deshidrogenasa<br>( $\mu\text{g /g.h}$ ) | Act. Fosfatasa<br>( $\mu\text{moles /g.h}$ ) |
|---------------|---|---|--|
| RC1           | 281 b                                   | 5,68 b  | 1,33   |
| RC2           | 149 a                                   | 3,65 a  | 0,94   |
| RC3           | 267 b                                   | 5,41 b  | 1,30   |
| Significación | 99%                                     | 95%   | n.s.   |

RC1: predescomposición en superficie e incorporación; RC2: recogida y retirada; RC3: incorporación inmediata

**Tabla 11.** Propiedades biológicas del suelo en función de la modalidad de gestión de los restos de cultivo



**Figura 1.** Rendimiento comercial de los cultivos en función de la modalidad de gestión de los restos de cultivo



**Figura 2.** Rendimiento de los cultivos relativo al obtenido con la retirada de los restos (RC2 = 100)