

**EFFECTOS DE SISTEMAS DE CULTIVOS DE ALGODÓN SOBRE LAS  
PROPIEDADES BIOQUÍMICAS DE UN SUELO DEL VALLE DE  
CATAMARCA.**

*Ogas, R.; Agüero, J.; Pernasetti, S.; Di Barbaro, G.; Watkins, P.; Pernasetti, O.; González, M.;  
Alurralde, A.L.*

Facultad de Ciencias Agrarias. UNCa. Avda. Belgrano y Maestro Quiroga (4700). Catamarca.  
edafo@fcasuser.unca.edu.ar; micro@agrarias.unca.edu.ar. Laboratorio de Suelos. Laboratorio de Microbiología  
Agrícola. Dirección de Fiscalización Agropecuaria. Gobierno de Catamarca.

**EFFECTS OF COTTON CROP SYSTEMS ON THE BIOCHEMICAL  
PROPERTIES OF A GROUND SOIL OF THE CATAMARCA VALLEY.**

***SUMMARY***

Crop systems and years of cultivation change soil properties. Continuous annual monoculture with conventional tillage produces the major impact in the soil properties. The objective of this work was to evaluate the effects of cotton crop under different management systems and years of cultivation on the contents of organic carbon (CO), total nitrogen (NT) and on the biological activity (AB) in a Torriorthent ústico soil of the Valley of Catamarca. The study of soil properties was carried out in cultivated zones and in control zones (natural vegetation curtains), to the depths of 0-5 cm (H1); 5-15 cm (H2), with three replications. The management systems analyzed were: continuous cotton, with sprinkler irrigation and 12, 14 and 19 years of cultivation, continuous cotton, with drip irrigation and 14 years; cotton-wheat, with sprinkler irrigation and 18 years; cotton- wheat, strip tillage, with sprinkler irrigation with frontal advance and 6 years. The CO was obtained by means of the Walkley & Black method, NT by the micro-Kjeldahl method and AB by the FDA method. The information was analysed with ANOVA and linear regression using the SPSS. The different management systems of cotton, the irrigation methods and the years of cultivation, produced a significant decrease of the CO and NT of the soils, mainly in the H1. CO losses are related to the years of cultivation, those of NT with the years of cultivation and indirectly with cotton-wheat rotation. The degradation of CO, in H1 and specially in H2 was

attenuated with cotton-wheat rotation, direct planting, and with drip irrigation method. The AB in curtain soils depends on the CO content, but in the cultivated soil presents negative correlation with the years of cultivation and positive correlation with “strip tillage”. Consequently, it is suggested to adopt the cotton-wheat rotation, direct planting and drip irrigation to favor the conservation of organic matter (CO) and to maintain soils productivity.

**KEY WORDS:** cotton, Crop systems, biological activity.

### **RESUMEN**

Los sistemas de cultivo y los años de agricultura cambian las propiedades edafológicas. El mayor impacto lo producen los monocultivos anuales con labranza convencional. El objetivo del trabajo fue evaluar los efectos de distintos sistemas de cultivos de algodón y años de agricultura, en los contenidos de carbono orgánico (CO), nitrógeno total (NT) y en la actividad biológica (AB) en un suelo Torriorthent ústico del Valle de Catamarca. El estudio de las propiedades edafológicas se realizó en zonas cultivadas y en zonas de cortinas de monte natural, a las profundidades 0-5 cm (H1); 5-15 cm (H2), con tres repeticiones. Los sistemas de cultivos analizados fueron: algodón continuo, riego por aspersión, con 12, 14, 19 años de agricultura; algodón continuo, riego por goteo y 14 años; algodón-trigo, riego por aspersión y 18 años, y algodón-trigo siembra directa, riego por aspersión avance frontal y 6 años. El CO se obtuvo por el método de Walkley & Black, el NT por micro-Kjeldahl y la AB por FDA. La información fue sometida al análisis de ANOVA y de regresión lineal utilizando el SPSS. Los diferentes sistemas de cultivo del algodón, los métodos de riego y los años de agricultura, han producido una disminución significativa en el CO y NT de los suelos, siendo más importantes en el H1. Las pérdidas de CO están relacionadas con los años de agricultura, las de NT con los años de agricultura e indirectamente con la rotación algodón-trigo. La degradación del CO en H1 y especialmente H2 ha sido atenuadas por la rotación algodón-trigo, la siembra directa, y por el método de riego por goteo. La AB en los suelos de cortina depende del contenido de CO, pero en los cultivados presenta correlación negativa con los años de agricultura y positiva con la “siembra directa”. En consecuencia, se sugiere la adopción de la rotación algodón-trigo, siembra directa y riego por goteo para favorecer la conservación de la materia orgánica y mantener la productividad de los suelos.

**PALABRAS CLAVES:** algodón, sistemas de cultivo, actividad biológica.

## **INTRODUCCIÓN**

Los suelos naturalmente se caracterizan por poseer una determinada capacidad productiva. La productividad de los suelos es afectada por los sistemas de cultivos con diferente grado de intensidad. Los años de agricultura va produciendo, asimismo, un paulatino deterioro de las propiedades edafológicas afectando su productividad. Los monocultivos anuales con labranza convencional producen una mayor y más acelerada degradación de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos.

El carbono orgánico total (CO) y el nitrógeno total (NT) son indicadores químicos de la calidad y la productividad de los suelos. Sus contenidos dependen en condiciones naturales: de factores ambientales, geomorfológico, geológico y biológicos, y en los suelos cultivados: de los sistemas de cultivo, de manejo, labranza, riego, etc. (Paustián, 1998). Así suelos de pastizales, bosques, y praderas perennes implantadas se caracterizan por poseer comparativamente mayores contenidos de CO que suelos similares con cultivos anuales y labranza convencional (Jansen, 1998; Alvarez, 1995). Asimismo en “campo natural” se ha encontrado una mayor biomasa y nitrógeno mineralizable en relación a diferentes sistemas de labranzas (Benintende, 1998). La disminución de la materia orgánica (CO) en suelos cultivados esta correlacionada con la reducción de la actividad biológica (AB) de la biomasa microbiana, afectando la tasa de mineralización del carbono y el nitrógeno (Urricariet, 1999)

La influencia del cultivo del algodón en el contenido de materia orgánica ha sido estudiado en la denominada “Old cotton rotation”, uno de los trabajos de experimentación agrícola más antiguo y largo del mundo, desarrollado desde 1896 en Alabama Estados Unidos. En el mismo se han comparado el sistema algodón continuo (monocultivo) con distintos sistemas de manejo que contemplaron tratamientos con leguminosa de invierno, fertilización con nitrógeno, rotación con diferentes gramíneas, obteniéndose diferencias altamente significativas en el contenido de materia orgánica del suelo con respecto del manejo “algodón continuo”.

Trabajos realizados por Entry (1995), han encontrado que los suelos del sistema algodón continuo tienen menor cantidad de materia orgánica, biomasa microbiana y nitrógeno que los suelos donde el cultivo contemplaba rotaciones con otros cultivos.

En el Valle de Catamarca tradicionalmente se hace algodón obteniéndose una excelente calidad de fibra comparable a las mejores de mundo. La finca “Tres Quebrachos” ubicada en el Dpto. Capayán se ha dedicado a la producción de algodón bajo riego, desde hace 19 años,

teniendo a la fecha lotes con diferentes años de agricultura, diferentes sistemas de riego, diferentes manejo del cultivo. Por lo expuesto, se ha procedido a la realización del estudio de las propiedades edafológicas vinculadas con el cultivo del algodón. Formulándose como objetivo del presente trabajo el de evaluar los efectos del cultivo de algodón bajo distintos sistemas de manejo y años de agricultura, en los contenidos de carbono orgánico total (CO), nitrógeno total (NT) y en la actividad biológica (AB) en un suelo torriorthent ústico del Valle de Catamarca (Da Silva, 1983).

## **MATERIAL Y MÉTODO**

Los estudios se realizaron, durante los años 2000-2001, en la finca denominada “Tres Quebrachos”, dedicada al cultivo del algodón desde el año 1977. Esta finca está ubicada en el kilómetro 33 de la Ruta Nacional N° 38, Departamento Capayán, Provincia de Catamarca.

La finca posee lotes dedicados al cultivo del algodón, los mismos tienen entre 80 y 100 hectáreas de superficie. Estos módulos están relacionados con las perforaciones para la extracción del agua subterránea. Los lotes, cuando fueron habilitadas al cultivo, se desmontaron en franjas paralelas, alternando zonas de cultivo (100 metros de ancho) con franjas en forma cortinas con vegetación natural (entre 10-15 metros de ancho).

Los lotes cultivados tienen diferentes sistemas de manejo de cultivos, años de agricultura y método de riego. A los fines del objetivo propuesto se procedió a estudiar: En cada lote, al azar se eligió una parcela y se procedió al estudio de las propiedades edafológicas. En cada una de ellas se ubicaron equidistantes los sitios de estudios (tres): en la cabecera, medio y pie (teniendo como referencia la ubicación del equipo de bombeo del riego). Los estudios de suelo se realizaron en zonas cultivadas y en zonas testigos (correspondiente a las franjas de cortinas ubicadas próximas); de manera que a cada sitio de estudio en la zona cultivada le correspondía uno en la zona testigo. Las mediciones se realizaron a dos profundidades: de 0-5 cm (H1); y de 5-15 cm (H2).

Las parcelas o sistemas de manejos<sup>1</sup> (tratamientos) analizados fueron:

- 1) Algodón continuo, riego por aspersión, desde el año 1977 (descanso entre 1982 y 1986), 19 años de agricultura, 100 hectáreas **(AC,RA,19)**
- 2) Algodón-trigo, riego por aspersión, desde el año 1982, con 18 años de agricultura, 80 hectáreas.**(AT,RA,18)**

---

<sup>1</sup> Cada sistema de manejo o tratamiento se identifica: 1° sistema de cultivo, método de riego, año de habilitación del lote, años de agricultura, superficie cultivada del lote y finalmente la sigla que se utilizará en el texto)

- 3) Algodón continuo, riego por aspersión, con 14 años de agricultura, 80 hectáreas **(AC,RA,14)**
- 4) Algodón continuo, riego por goteo, desde el año 1986, con 14 años de agricultura, 80 hectáreas, **(AC,RG,14)**
- 5) Algodón continuo, riego por aspersión, desde el año 1982 (descanso 1986-1988), con 12 años de agricultura, 100 hectáreas, **(AC,RA,12)**
- 6) Algodón- trigo, siembra directa, riego por aspersión avance frontal, 6 años, 100 hectáreas. **(A-Tsd,Raaf,6)**

En cada sitio de observación se realizaron muestreo y se determinaron: Carbono Orgánico total (CO) mediante el método de Walkley & Black, Nitrógeno Total (NT) por método de micro-Kjeldahl, Actividad Biológica (AB) por el método de Hidrólisis del Diacetato de Fluoresceína (FDA) (Ghini *et al.*, 1998).

Además, se realizaron análisis de capacidad de intercambio catiónico (método del acetato de amonio), conductividad eléctrica, Calcio más Magnesio solubles (complexometría), sodio (fotometría de emisión), Relación de absorción de sodio (valor RAS), pH (relación suelo:agua 1:2,5), carbonatos (calcímetro), Fósforo asimilable (Bray & Kurtz N° 1).

Los resultados obtenidos fueron sometidos al análisis estadístico de la ANOVA y al test de comparaciones múltiples de Duncan. Mediante el método de regresión lineal se determinaron los niveles de correlación entre las diferentes variables analizadas y las propiedades edáficas. La selección de las variables para optimización del modelo se hizo de acuerdo al método de regresión múltiple stepwise del programa paquete estadístico SPSS (versión 9) para Windows (Rosales, 2000).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los contenidos de CO (tabla N° 2) mostraron que la agricultura intensiva bajo riego, en los sistemas de manejo analizados, produjo una disminución del CO cuando se lo compara con los respectivos suelos testigos en el H1. Las mayores pérdidas, variación de -50%, de CO corresponden al sistema AC,RA,19, que es el que posee más años de agricultura (19 años). Se observa en los sistemas AC,RA,18, A-T,RA,18, AC,RA,14 y AC,RG,14, que las variaciones de CO son mayores que el nivel del 18% obtenidas por Diaz-Zorita (1999), con labranza intensiva en un suelo Hapludol típico de la Pampa Argentina, en profundidades comparable con el H1.

Asimismo se observa que el sistema A-Tsd,Raaf,6, que contempla la siembra directa considerado conservacionista del CO, tuvo una pérdida del -21 %, resultado contrastante del

obtenido por Krüger, H.R.(1996) de ganancia de CO (+5%) para siembra de directa. Mientras que en H2 hubo ganancia de CO en los sistemas conservacionistas A-T,RA,18) y A-Tsd,RAaf,6, de 23,7 % y 45.5 % respectivamente.

**TABLA N ° 2.** Valores medios de CO en suelos cultivados y en cortinas en H1 y H2. Variación relativa del CO por sistema de manejo de suelo.

Sistema de manejo	Horizonte 1 (H1)			Horizonte 2 (H2)		
	Cultivo	Cortina	Variación %	Cultivo	Cortina	Variación %
AC,RA,19	0.91 a	1.84 b	-50.5	1.03 a	1.08 a	-4.6
A-T,RA,18	0.82 a	1.17 b	-30	0.99 a	0.8 a	23.7
AC,RA,14	1.13 a	1.75 ab	-35	0.95 a	0.94 a	1.06
AC,RG,14	0.8 a	1.02 a	-21.5	0.71 a	0.75 a	-5.33
AC,RA,12	1.05 a	1.15 a	-8.5	0.67 a	0.95 a	-29.5
A-Tsd,RAaf,6	1.05 a	1.33 ab	-21	1.12 a	0.77 a	45.5

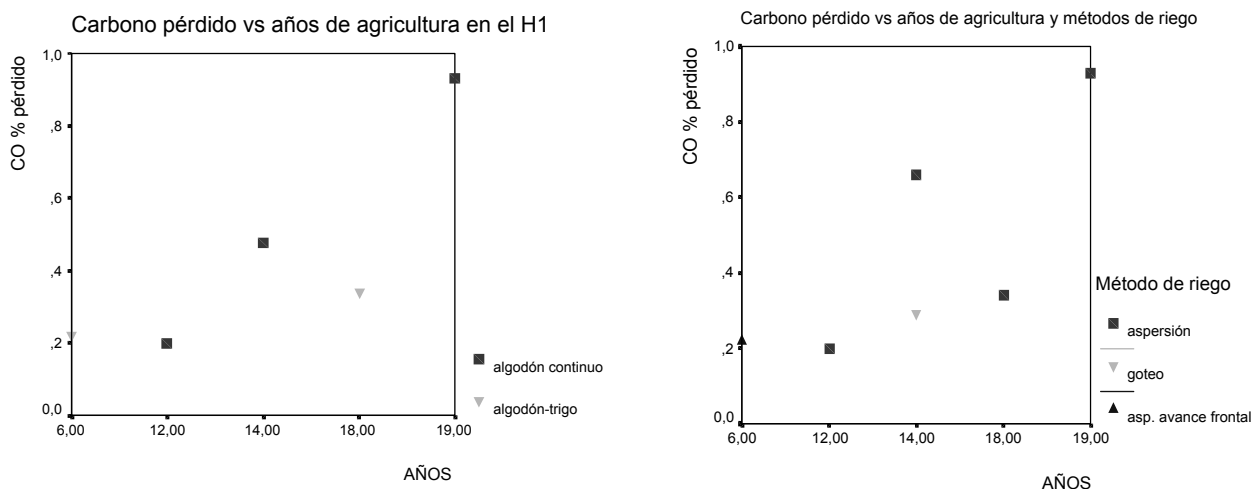
P&lt;0.05

Duncan<sup>ab</sup>

P&lt;0.05

Duncan<sup>a</sup>

Es conocida la pérdida de la fertilidad de los suelos debido a la degradación de la materia orgánica (CO) en suelos cultivados debido a los años de agricultura (Urricarriet,1999). En los casos estudiados se ha comprobado que las pérdidas de CO son mayores a medida que son mayores los años de agricultura, aspecto puesto en evidencia por el análisis estadístico de regresión múltiple, se obtuvo que la variable años de agricultura explica el 64% de las pérdidas de CO ( $R^2=0.64$ ). En la figura 1 (gráfico izquierda) se muestra el efecto del sistema algodón continuo, riego por aspersión y los años de agricultura (AC,RA,12; AC,RA,14; AC,RA,19) en los niveles de pérdida de CO. En el citado gráfico se observa, por otro lado el efecto de la rotación algodón-trigo invernal (A-T,RA,18), que produjo menores pérdidas de CO que el sistema AC,RA,14, con menos años de agricultura. Asimismo en la figura 1 (gráfico de la derecha) se pone en evidencia el efecto del método de riego, los sistemas AC,RA,14 y AC,RG,14 se diferencian solamente por el método de riego, se observa que el riego por aspersión ha producido mayores pérdidas que el riego por goteo en igual período de tiempo.



**FIGURA N° 1:** Relación pérdida de CO<sub>2</sub> y los años de agricultura del horizonte 1 en cultivos de algodón continuo y rotación algodón-trigo (gráfico izquierdo) y según el método de riego (gráfico derecho)

Se puede observar que los contenidos de NT en H1 y H2 son muy bajos, propios de las zonas áridas (ver tabla N° 3). No obstante la agricultura intensiva bajo riego en los distintos sistemas de manejo analizados ha producido disminuciones en los niveles de NT detectados por el método de referencia. En H1 las variaciones, respecto a los suelos testigos, oscilan entre -30 y -49 %, mientras que en H2 se observan variaciones entre -12 y -29 %, encontrándose para algunos sistemas de manejo diferencias significativas.

**TABLA N° 3:** Valores medios de nitrógeno total (NT) en suelos cultivados y en cortinas en H1 y H2. Variación relativa del NT por sistema de manejo de suelo.

Sistema de manejo	Horizonte 1 (H1)			Horizonte 2 (H2)		
	Cultivo	testigo	Variación %	Cultivo	Testigo	Variación %
AC,RA,19	0.07 ab	0.15 d	-49	0.07bc	0.08 c	-12.5
A-T,RA,18	0.053 a	0.09 abc	-41	0.05abc	0.06abc	-16.7
AC,RA,14	0.07ab	0.13cd	-46	0.05abc	0.07bc	-0.29
AC,RG,14	0.053 a	0.076ab	-30	0.03 a	0.04 a	-25
AC,RA,12	0.053 a	0.093abc	-43	0.04ab	0.05 abc	-20
A-Tsd,RAaf,6	0.066ab	0.1bc	-34	0.05abc	0.07 bc	-28.6

P < 0.05

Duncan<sup>abc</sup>

P < 0.05

Duncan<sup>abc</sup>

La variación % de los contenidos de NT en el horizonte H1, son mayores a los obtenidos con la labranza intensiva (-21%), y son contrastante respecto de los obtenidos con siembra directa (+2%) por Krüger, (1996).

El análisis estadístico ha mostrado que las pérdidas de NT del H1 están relacionadas con las variables años de agricultura e indirectamente con la rotación-trigo invernal-siembra directa, ambas en conjunto explican hasta el 58 % ( $R^2 = 0.58$ ) del modelo analizado.

La AB en el manejo A-Tsd,Raaf,6 es mayor que en los suelos testigos, tanto en el H1 como en el H2. Por lo general la AB, para el resto de los casos, es mayor en los suelos de las cortinas que en los suelos cultivados tanto en H1 como H2 (figura N° 3). Las pérdidas de los niveles de materia orgánica (CO) conducen a la disminución de la actividad biológica (AB) de la biomasa microbiana (Urricarriet, 1999).

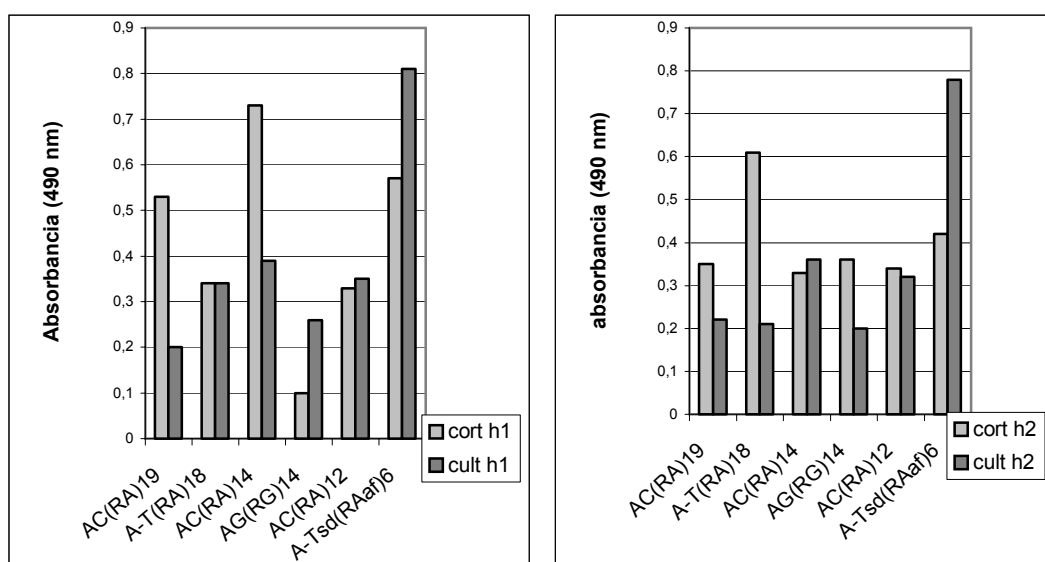
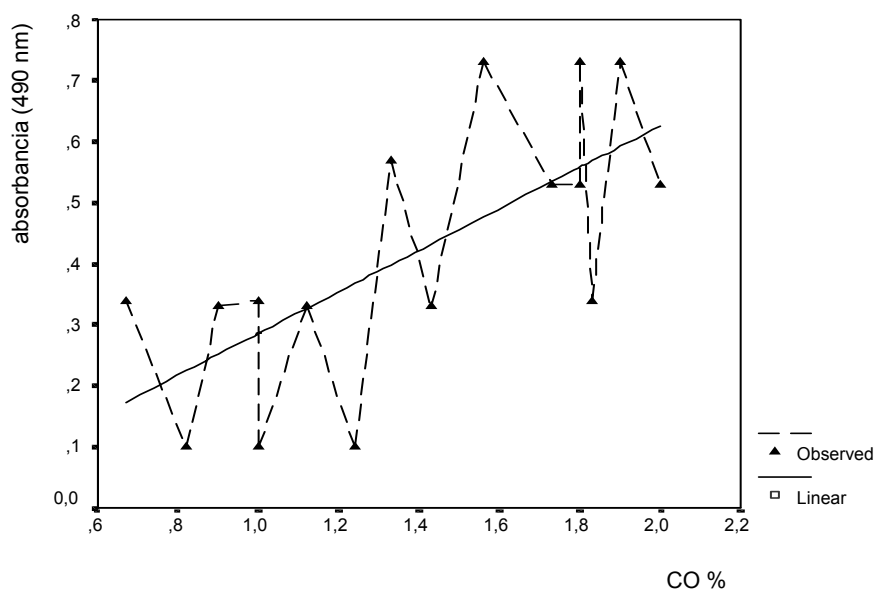


FIGURA N° 3: Actividad biológica H1 y H2 en suelo cultivado y de cortina.

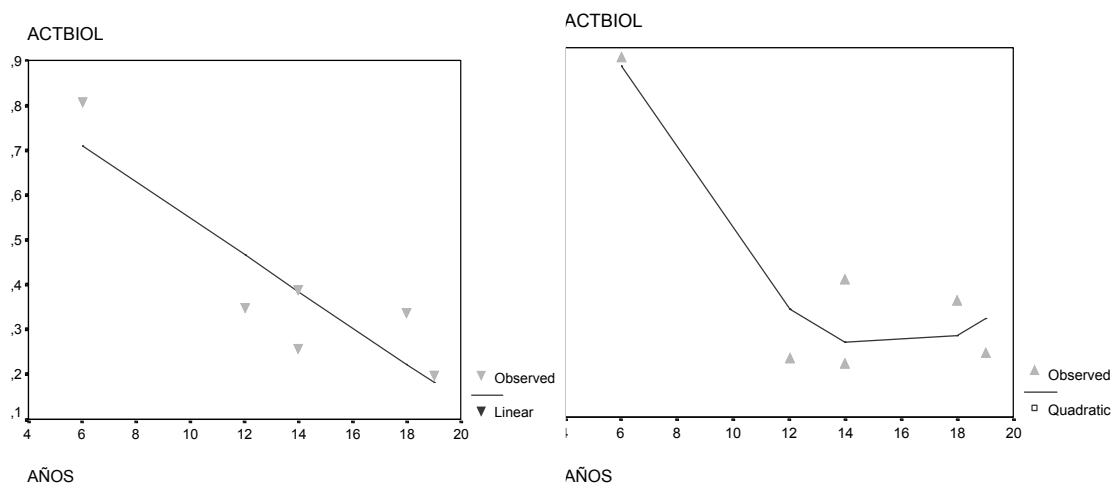
La AB en la cortina esta relacionada principalmente con el contenido de CO (figura N° 4), en el H1 la variable CO explica el 46 % de la relación existente con la AB, mientras que en el H2 la AB esta relacionada con el pH, el CO explica solamente el 15 % del modelo. Es posible que mayores contenidos superficiales de materia orgánica fresca, explique esta diferencia.





**FIGURA N° 4:** Relación entre actividad biológica y contenido de CO % suelo de cortina  $r=0.68$ ,  $R^2=0.46$ , en el H1.

La AB en H1 y H2 del cultivo esta relacionada con las variables siembra directa e indirectamente con años de agricultura, ambas variables explican el 94% ( $R^2 = 0.94$ ) del modelo. Mientras que las variables AB y años de agricultura en H1 tienen una correlación inversa alta  $r = -0.80$  (coef. de correlación de Pearson) o un  $R^2= 0.64$  (lineal), en H2 tienen un  $r=- 0.93$ ,  $R^2= 0.87$  (cuadrática) (figura N° 5).



**FIGURA N° 5:** Actividad biológica y años agricultura en los H1 (izquierda) y H2 (derecha) en los suelos cultivados.

## CONCLUSIONES

El cultivo de algodón, conducido bajo diferentes sistemas de manejo de cultivos, métodos de riego y años de agricultura, ha producido una disminución significativa en los contenidos de CO y NT en los suelos. Las pérdidas de CO están relacionadas directamente con los años de agricultura, las de NT con los años de agricultura e indirectamente con la rotación algodón-trigo invernal. En ambas variables los cambios han sido más importantes en el H1. La degradación del CO en H1 y especialmente H2 han sido atenuadas por las prácticas conservacionistas de manejo: rotación algodón- trigo y siembra directa, y también por el método de riego por goteo. La AB en los suelos de cortina de monte natural depende del contenido de CO, pero en los suelos cultivados presenta correlación significativa negativa con los años de agricultura y positiva con la práctica "siembra directa". El efecto de los sistemas de manejo del cultivo del algodón y los años de agricultura en las propiedades bioquímicas de los suelos sugieren la necesidad de adoptar estrategias de manejo como la rotación algodón-trigo, siembra directa y riego por goteo para mantener o mejorar la conservación de la materia orgánica, según se desprende del comportamiento de las variables CO, NT y AB.

## BIBLIOGRAFÍA

- *ALVAREZ R.* et al. 1995. Soil organic carbon, microbial biomass and CO<sub>2</sub>-C production from three tillage systems. *Soil and Tillage Research*, v 33(1) :17-28.
- *BENINTENDE, SILVIA* et al. 198. Efecto de dos sistemas de labranzas sobre algunas propiedades biológicas de los suelos. XVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Actas. Carlos Paz. Córdoba.
- *DA SILVA* et al. 1983. Mapa de reconocimiento de suelos del Valle de Catamarca. Escala 1:200000.
- *DÍAZ ZORITA, M.* 1999. Efectos de 6 años de labranzas en un Hapludol del Noroeste de Buenos Aires, Argentina. *Ciencia del Suelo Argentina*. 17(1) : 31-36
- *ENTRY, J.A.* et al. 1996. Influence of management practices on soil organic matter, microbial biomass and cotton yield in Alabama's Old Rotation's; *Biology and Fertility of Soils*-abstract v 23 issue 4 :353-358.

- *GHINI, R.* et al . 1998. Rate of hidrolisis of fluorescein diacetate (FDA) as indicator of microbial activity and soil suppresiveness to *Rhizoctonia solani*. Summa Phytopathologica, v 24, :239-242.
- *JANZEN H.* et al . Management effect on soil C. Storage on the Canadien prairies. Soil & tillage research 47 (1998) 181-195.
- *KRÜGER, H.R.* et al. 1996. Sistemas de labranza y variación de propiedades químicas en un Haplustol éntico. Ciencia del Suelo (Argentina). V 14; :53-55.
- *PAUSTIAN, KEITH* et al. Tillage and crop management impacts on soil C storage use of long-term experimental data. . Soil & tillage research 47 (1998) VII-XII.
- *ROSALES, J.C.* 2000. Estadística con SPSS (versión 9) para Windows. Facultad de Psicología. La Laguna. Tenerife. Ra-ma.
- *URRICARIET, S. LAVADO, R.S.* 1999. Indicadores de deterioro en suelos de la Pampa Ondulada. Ciencia del Suelo Argentina. 17 (1) :37-44.