



## TRABAJO CIENTÍFICO

### ÁREA TEMÁTICA ELEGIDA: N.º 3 / CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO AGROECOLÓGICO

#### Comparación de indicadores edáficos en la Quebrada de Humahuaca con distintos manejos de producción agrícola.

Royo, Victoria <sup>(1)</sup>; Carrizo, Carla Belén <sup>(1)</sup>; Moreno, Facundo Javier <sup>(1)</sup>; Quiroga Martínez, Julieta <sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup> IPAF NOA – CIPAF – INTA

*royo.victoria@inta.gob.ar*

#### Resumen

La agricultura moderna se basa en una elevada remoción de suelo y el uso de agroquímicos, generando el deterioro de los ecosistemas. El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto de diferentes prácticas de uso sobre la calidad del suelo en sistemas productivos de la Quebrada de Humahuaca. Se seleccionaron 10 puntos de muestreo ubicados en Humahuaca, Maimará y Tumbaya, 5 de ellos con manejo agrícola convencional y otros 5 de bajo impacto ambiental. Se midieron los indicadores químicos: CO, NT, PA, pH y CE. Las diferencias entre tratamientos se evaluaron mediante ANOVA y se compararon las medias utilizando el test de Tuckey ( $\alpha=0,05$ ). En general, los valores de CO, NT, PA y CE se vieron afectados negativamente por el manejo agrícola convencional. En este trabajo se pudo concluir que los manejos de bajo impacto ambiental presentan diferencias significativas con los manejos convencionales en los que se perturban los servicios ecológicos del suelo.

**Palabras clave:** bajo impacto ambiental; agroecológico; convencional.

#### Abstract

Modern agriculture is based on high soil removal and the use of synthetic chemicals, resulting in the deterioration of ecosystems and the production of food of low biological quality with considerable levels of contaminants that are harmful to consumers. Ten sampling points were selected located in Humahuaca, Maimará and Tumbaya, 5 of them with conventional agricultural management and 5 with low environmental impact. Chemical indicators were measured: CO, NT, PA, pH and EC. Differences between treatments were evaluated by ANOVA and means were compared using Tuckey's test ( $\alpha=0.05$ ). In general, CO, NT, PA and EC values were negatively affected by conventional agricultural management compared to low environmental impact management. In this work, it was possible to conclude that low environmental impact management presents significant differences with conventional management in which soil ecological services are disturbed.

**Keywords:** low environmental impact; agroecological; conventional.



## Introducción

La agricultura moderna industrializada se basa en una elevada remoción del suelo previa a la siembra, sumado al uso de fertilizantes y plaguicidas químicos sintéticos, cuyo uso indiscriminado repercute negativamente en los ecosistemas, deteriorando la calidad de suelos y cuerpos de agua, afectando también la salud humana y la economía de los pequeños productores por su elevado costo (Lassevich et al, 2020). Además, la sobreexplotación del suelo debido al exceso de laboreo y al uso excesivo de agroquímicos, así como falta de estrategias de conservación e incorporación de materia orgánica, han llevado a la degradación de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos (Lassevich et al, 2020). Obteniéndose, por lo tanto, rendimientos productivos satisfactorios, a costa del deterioro de los ecosistemas, la economía del productor y la producción de alimentos de baja calidad biológica y con niveles considerables de contaminantes que resultan dañinos para los consumidores.

Frente a esta situación, sumado a la creciente demanda social de alimentos libres de agroquímicos, urge tomar conciencia de la necesidad de aumentar la utilización de bioinsumos para la sustitución de plaguicidas y fertilizantes de síntesis química en el plan de manejo de la fertilidad del suelo, como pasos iniciales hacia una transición agroecológica; por lo que el principal objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto de diferentes prácticas de uso sobre la calidad del suelo en sistemas productivos de la Quebrada de Humahuaca utilizando indicadores edáficos para dar respuesta a la hipótesis que los suelos sometidos a manejos de bajo impacto ambiental presentan una mejor calidad edáfica con todo lo que ello conlleva.

## Metodología

La Quebrada de Humahuaca, ubicada en la provincia de Jujuy, alberga al 5,2% del total de habitantes de la provincia, más del 50 % de las familias de la región viven de la producción agropecuaria, por lo que esta actividad ocuparía el primer lugar como generadora de ingresos y fuentes de trabajo. La producción agrícola de esta zona es familiar (a pequeña escala, desarrollada por miembros de las familias cuya producción se destina al mantenimiento del grupo doméstico y a la venta local) y rural, la superficie agrícola media es de 1,25 ha. Predominan las hortalizas (para comercialización) y algunos cultivos de origen andino, como variedades nativas de papa, maíz, oca, y ulluco. En menor escala, producción de frutales, flores y dentro de la ganadería se encuentran ovinos, caprinos y bovinos; con elaboración de algunos subproductos como quesos y artesanías (lana y cuero) (Aracena, 2019; Rodríguez, 2007). El paquete tecnológico aplicado para estas actividades es convencional, (aplicación de agroquímicos y utilización de servicios mecanizados), destacando que también usan tecnologías ancestrales y tracción animal sumado a trabajo familiar en combinación con tareas mecanizadas. Si bien la aplicación de agroquímicos es de volúmenes importantes, es reducida en relación con otras zonas intensivas o de climas tropicales (Aracena, 2019).

Las muestras fueron tomadas en diez sitios distintos en tres departamentos de la Quebrada de Humahuaca (Humahuaca, Maimará y Tumbaya). En cada localidad fueron seleccionados productores con manejos agrícolas distintos; en Humahuaca se seleccionaron uno convencional (C1) y dos de bajo impacto ambiental (A1 y A2), en Maimará tres convencionales (C2, C3 y C4) y uno agroecológico (A3), y en Tumbaya uno de manejo convencional (C5) y dos de bajo impacto ambiental (A4 y A5). Cabe destacar que todos los puntos de muestreo corresponden a parcelas de producción de agricultores familiares.



Los sitios de manejo convencional cumplen con las características anteriormente mencionadas. Por otra parte, los sitios con manejo de bajo impacto ambiental, se caracterizan por la utilización de ciertas prácticas ya incorporadas, como las nombradas a continuación: uso de bioinsumos de elaboración propia (compost, lombricompost, bokashi, supermagro, etc.) como forma alternativa a la aplicación de agroquímicos para fertilizar y controlar plagas; policultivo para aumentar la diversidad biológica buscando sinergias entre distintas especies; cosechas escalonadas y rotación de cultivos para evitar de esta manera la transmisión de plagas y/o enfermedades. En algunos casos, también se intenta disminuir el uso de la labranza con el objetivo de aumentar la cobertura vegetal buscando una mayor conservación y calidad del suelo.

En cada parcela visitada se tomaron 3 muestras compuestas, a partir de 12 submuestras, de suelo siguiendo un diseño en cruz ajustándose al protocolo MARAS de tierras agropecuarias (Oliva, 2010). Las submuestras se tomaron con un barreno cilíndrico hasta 20 cm de profundidad. En el laboratorio, cada muestra compuesta fue secada al aire, se homogeneizaron y tamizaron con mallas de 2 mm para luego realizar las determinaciones químicas. Las muestras de suelo se conservaron en bolsas de plástico y se almacenaron hasta su uso en un lugar fresco.

El carbono orgánico (CO) se determinó por oxidación con ácido crómico utilizando el calor de dilución del ácido sulfúrico mediante la técnica de Walkley-Black (Nelson & Sommers, 1982). La determinación del nitrógeno total (NT) se realizó por el método de Kjeldahl (Bremmer & Mulvaney, 1982) en el que se incluyen las formas orgánicas y amónicas, y con pequeñas modificaciones se determina también el nitrato presente. El método Bray Kurtz 1 modificado (extracción con 1110 mg/mL fluoruro de amonio -911 mg/mL ácido clorhídrico) se basa en la extracción de las formas de fósforo fácilmente solubles, y es el método utilizado para la determinación del fósforo asimilable (PA) (Norma IRAM - SAGyP 29570-1, 2004). Las mediciones de pH se realizaron con agua destilada de acuerdo a una relación suelo/agua de 1:2,5 (Norma IRAM-SAGyP 29574, 2011), se realizó la lectura con pHmetro (Altronix, TPX-III). Se midió la conductividad eléctrica (CE) usando extracto de pasta saturada de cada muestra de suelo (Jackson, 1964), en el extracto obtenido se midió la CE con termconductímetro (Altronix, CTX-II). Los datos obtenidos se analizaron utilizando el software estadístico Infostat, mediante un ANOVA y se compararon las medias utilizando el test Tuckey ( $\alpha=0,05$ ) (Di Rienzo et al., 2020).

## Resultados y discusiones

En la Tabla 1 se presentan los valores de los indicadores medidos (CO, NT, PA, pH y CE), observándose diferencias significativas en todos los puntos muestreados para CO, en donde los puntos con manejo convencional fueron significativamente menores ( $p<0,05$ ) con respecto a los de manejo de bajo impacto ambiental. Al analizar el NT, en concordancia con CO, se observó que las muestras provenientes de manejo agroecológico presentaron contenidos significativamente mayores ( $p<0,05$ ) con respecto a las muestras de suelo de manejo convencional. Los menores valores de estos indicadores (CO y NT) obtenidos en los suelos de manejo convencional están relacionados a la mayor perturbación del suelo por las operaciones propias de la labranza, presentando una tasa mayor de descomposición y mineralización de la materia orgánica y a la ruptura de macroagregados del suelo (Banegas et al., 2019). Sin embargo, en los sistemas de bajo impacto ambiental posiblemente la

extracción de nutrientes fue menor, y por ende el aporte fue mayor que en los sistemas convencionales, favoreciendo un incremento en los contenidos finales de CO y NT.

**Tabla 1.** Valores medios de CO (%), NT (%), PA ( $\mu\text{g P g}^{-1}$  suelo seco), pH y CE ( $\text{dS m}^{-1}$ ) de los distintos puntos muestreados: A1, A2, A3, A4, A5, C1, C2, C3, C4 y C5. Las diferentes letras dentro de una columna indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

Puntos muestreados	CO (%)	NT (%)	PA ( $\mu\text{g P g}^{-1}$ s.s.)	pH	CE ( $\text{dS m}^{-1}$ )
A1	1,60 b	0,14 b	23 d	7,47 g	1,19 h
A2	1,33 c	0,12 b c	12 e	8,27 a	1,21 h
A3	1,04 d	0,10 c	32 c	8,10 c	1,48 g
A4	1,94 a	0,18 a	74 a	7,86 e	3,65 a
A5	1,40 c	0,15 b	74 a	8,15 b	1,04 i
C1	0,43 h	0,04 d	44 b	7,58 f	2,11 e
C2	0,71 e	0,07 d	3 f	8,05 d	2,83 b
C3	0,59 f	0,07 d	2 f	8,05 d	2,22 d
C4	0,57 f g	0,06 d	28 c d	7,90 e	2,30 c
C5	0,51 g	0,05 d	12 e	8,31 a	1,92 f
R <sup>2</sup>	1,00	0,97	1,00	0,97	0,98
R <sup>2</sup> ajustado	1,00	0,95	0,99	0,99	1,00
Valor de p	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Al analizar los valores de PA se pudo observar que existen diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en todos los puntos muestreados para PA, pH y CE sin un patrón visible; encontrándose una tendencia del PA a ser mayor en los sistemas agroecológicos que en los de manejo convencional y de los valores de CE a ser menores en los sistemas de bajo impacto ambiental; mientras que para pH no se observa una tendencia marcada. Los elevados contenidos de PA observados en algunos puntos muestreados podría deberse al aporte extra de fósforo a través de las excretas de los animales, utilizadas como fertilizantes en la zona (Viruel et al., 2020).

Las diferencias observadas en el pH pueden estar asociadas a las características propias de la fitorregión en la que se encuentran las parcelas muestreadas, en la que los suelos poseen depósitos coluvio-aluviales y se caracterizan por ser moderadamente alcalinos (Aracena, 2019; Zamora Gómez, 2015). Los valores de CE encontrados en los puntos muestreados con manejo convencional pueden deberse a un uso inapropiado de fertilizantes con altos contenidos de sales y a la proximidad de la napa freática salina y alcalina de la superficie (Banegas et al., 2019; Aracena, 2019). Por el contrario, en los suelos bajo manejo agroecológico los menores valores de CE pueden deberse a que en estos sistemas hay una mayor cobertura de la superficie del suelo, lo que por un lado disminuye el ascenso capilar de las sales, y por otro lado contribuye a un mayor contenido de agua, disminuyendo de esta manera los valores de CE (Turkeltaub et al., 2022).

## Conclusiones

De los indicadores seleccionados para la evaluación de calidad edáfica en este trabajo, se puede concluir que los valores de CO, NT y PA fueron mayores en los sistemas de bajo impacto ambiental, en cambio los valores de CE menores en dichos sistemas al compararlos con los de manejo convencional, validando la hipótesis planteada en este trabajo. Los valores de pH mostraron gran variabilidad entre los sitios muestreados.



## Agradecimientos

Los autores de este trabajo agradecemos al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), que financió este estudio por medio de los proyectos: PE I040, RIST I027 y PE I500.

## Referencias bibliográficas

- Rodríguez J. (2007). Descripción de la Quebrada de Humahuaca. Cooperativa CAUQUEVA.
- Lassevich, D.; Trasante, T.; Bajsa, N.; García, S. & Platero, R. (2020). Caracterización y evaluación agronómica de tres biopreparados: Bokashi, Supermagro y Microorganismos Eficientes Nativos. v. 15 n. 2 (2020): Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia, São Cristóvão, Sergipe / CBA - Manejo de Agroecosistemas de Base Ecológica
- Oliva G., Gaitán J., Bran D., Nakamatsu V., Salomone J., Buono G., Escobar J., Frank F., Ferrante D., Humano G., Ciari G., Suarez D., Opazo W. & Adema E. (2010). Manual para la instalación y lectura de monitores MARAS. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Nelson, D. & Sommers, L., (1982). Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Page AL, Miller RH, Keeney DR, editors. Methods of soil analysis: Part II. Chemical and Microbiological Properties-Agronomy Monograph No. 9. Madison, WI, USA: American Society of Agronomy, Soil Science.
- Bremner, J. & Mulvaney, C. (1982). Nitrogen total. In: Page AL, Miller RH, Keeney DR, editors. Methods of soil analysis: Part II. Chemical and Microbiological Properties-Agronomy Monograph No. 9. Madison, WI, USA: American Society of Agronomy, Soil Science Society of America. p. 371-378.
- Norma IRAM - SAGyP 29570-1 (2004). Calidad ambiental - Calidad de suelo. Determinación de fósforo extraíble en suelos. Parte 1 - Método Bray Kurtz 1 modificado (Extracción con fluoruro de amonio - ácido clorhídrico).
- Norma IRAM-SAGyP 29574 (2011). Calidad del suelo. Determinación de pH en suelo para uso agropecuario.
- Jackson, M.L., 1964. Análisis Químicos de Suelos. Cap. 3.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2020). InfoStat. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Obtenido de <http://www.infostat.com.ar>
- Banegas, N., Maza, M., Viruel, E., Nasca, J., Canteros, F., Corbella, R., & dos Santos, D.A. (2019). Long-term impact of grazing and tillage on soil quality in the semi-arid chaco (Argentina). Spanish Journal of Soil Science 9, 24–41. <https://doi.org/10.3232/SJSS.2019.V9.N1.02>
- Viruel, E., Fontana, C.A., Bassi, D., Puglisi, E., Radrizzani, A., Calsina, L.M., Banegas, N.R. & Cocconcelli, P.S. (2020). Silvopastoral systems in dry Chaco, Argentina: Impact on soil chemical parameters and bacterial communities. Soil Use and Management. <https://doi.org/10.1111/SUM.12653>
- Aracena, G. E. (2019). Evaluación de una parcela de producción intensiva mixta en La Quebrada de Humahuaca - Jujuy mediante indicadores de sustentabilidad. Libro resumen del Primer Congreso Argentino de Agroecología, 510-514.
- Turkeltaub, T., Wang, J., Cheng, Q., Jia, X., Zhu, Y., Shao, M. & Binley, A. (2022). Soil moisture and electrical conductivity relationships under typical Loess Plateau land covers. Vadose Zone Journal 21. <https://doi.org/10.1002/vzj2.20174>
- Zamora Gómez, J. P. (2015). Propuesta de gestión integrada del agua para riego en el distrito de Maimará, Quebrada de Humahuaca, provincia de Jujuy, República Argentina. Tesis Magister. <http://hdl.handle.net/11185/977>