

Índice de calidad de suelos aplicado a la producción de Cucurbitáceas (Chaco, Argentina)

Soil quality index applied to Cucurbit production (Chaco, Argentina)
Índice de qualidade do solo aplicado à produção de Cucurbitáceas (Chaco, Argentina)

AUTORES

Rojas J. M.^{@,1}
rojas.julieta@inta.
gob.ar

Goytia S. Y.¹

Roldán M. F.¹

Mórtola N. A.²

Romaniuk R. I.²

Casco N. L.³

[@] Corresponding Author

¹ Departamento de Suelos. Área Recursos Naturales. INTA EEA Sáenz Peña. RN N° 95 Km 1108. 3700 AR, Sáenz Peña, Chaco, Argentina.

² Instituto de Suelos CIRN. INTA Castelar. Nicolás Repetto y de los Reseros s/n. CP1686, Hurlingham, Buenos Aires, Argentina.

³ Agencia de Extensión Rural INTA Castelli. Sarmiento N° 360, Juan José Castelli, H3705. Chaco, Argentina.

Received: 04.09.2017 | Revised: 06.11.2017 | Accepted: 08.11.2017

RESUMEN

La evaluación de la calidad del suelo (CS) es una herramienta importante para monitorear la sostenibilidad de los sistemas productivos. El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) seleccionó un conjunto mínimo de indicadores (CMI) con el objetivo de generar una herramienta para diagnóstico y monitoreo de suelos sometidos a cambios en el uso. El CMI está compuesto por carbono orgánico total, carbono orgánico particulado, nitrógeno total, pH, densidad aparente y fracción erosionable por el viento. El objetivo de este trabajo fue utilizar el CMI y el Índice de Calidad de Suelos (InCS) derivado del mismo para conocer el estado de los suelos destinados a la producción de cucurbitáceas en Chaco (Argentina). El CMI fue sensible para describir y alertar sobre el estado de los suelos. La CS baja y moderada alertó sobre la necesidad de incorporar prácticas de conservación dado el pobre nivel de materia orgánica y la degradación física. Estas prácticas podrían contribuir también a controlar la erosión eólica, proceso poco atendido en la zona.

ABSTRACT

Soil quality (SQ) assessment is an important tool for monitoring the sustainability of production systems. The National Institute of Agricultural Technology (INTA) selected a minimum dataset of indicators (MDS) with the objective of generating a tool for diagnosis and monitoring of soils subject to land use changes. The MDS is composed of: total organic carbon, particulate organic carbon, total nitrogen, pH, bulk density and the wind erodible fraction. The objective of this work was to use the MDS and the Soil Quality Index (SQI) derived from it to describe the state of the soils intended for Cucurbit production in Chaco. The MDS was sufficiently sensitive to describe the state of the soils. The low and moderate SQ highlighted the need to incorporate soil conservation practices, given the low levels of organic matter and physical degradation. These practices would also contribute to the control of wind erosion, a process that is poorly managed in the area.

RESUMO

A avaliação da qualidade do solo (QS) é uma ferramenta importante para monitorizar a sustentabilidade dos sistemas de produção. O Instituto Nacional de Tecnologia Agrícola (INTA) selecionou um conjunto mínimo de indicadores (CMI) com o objetivo de gerar uma ferramenta para o diagnóstico e monitorização dos solos sujeitos a alterações do uso. O CMI é composto por: carbono orgânico total, carbono orgânico particulado, nitrogénio total, pH, densidade aparente e fração erosionável pelo vento. O objetivo deste trabalho foi usar o CMI e o Índice de Qualidade do Solo (IQS) dele derivado para conhecer o estado dos solos destinados à produção de cucurbitáceas no Chaco. O CMI foi sensível para descrever e alertar sobre o estado dos solos. A qualidade do solo baixa e moderada alertou para a necessidade de incorporar práticas de conservação, dado o baixo nível de matéria orgânica e degradação física dos solos. Estas práticas também contribuiriam para controlar a erosão eólica, um processo que é mal gerido na área.

DOI: 10.3232/SJSS.2017.V7.N3.05

1. Introducción

La evaluación de la calidad del suelo (CS) es una herramienta muy importante para el monitoreo de la sostenibilidad de los sistemas productivos. No se mide en forma directa (Abdollahi et al. 2014) pero se puede cuantificar a través de indicadores de calidad de suelo (ICS), parámetros sensibles a procesos como la degradación o mejora. Al grupo de parámetros seleccionados se lo denomina conjunto mínimo de indicadores (CMI) y es específico para cada sitio.

La Provincia del Chaco se encuentra dentro del Gran Chaco Americano, uno de los biomas más importantes en Latinoamérica y de las regiones con mayor pérdida de bosques nativos entre 1996 y 2016 debido al proceso de agriculturización (Global Forest Watch 2017). En 2008, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) delineó áreas de estudio en Chaco (Argentina) para evaluar el efecto de la deforestación en la calidad del suelo. A partir de éste trabajo se realizó la selección del CMI con el objetivo de generar una herramienta para el diagnóstico y monitoreo de suelos sometidos a cambios en el uso. Se trabajó en sitios de bosque nativo y lotes agrícolas adyacentes donde la elección de los indicadores se realizó por medio de análisis univariado con enfoque de modelos mixtos, seguido de análisis multivariado a través de análisis de componentes principales (ACP) (Rojas et al. 2016). Los indicadores seleccionados y sus valores umbrales (VU) y de referencia (VR), junto a la metodología, fueron publicados en Rojas y Zurita (2017) y la metodología para la toma de muestras y desarrollo del InCS en base a este CMI se encuentra en Rojas et al. (2017). Para seleccionar y determinar VU y VR, se utilizó la base de datos de las determinaciones de campo y laboratorio, procedimientos estadísticos, consulta de expertos, criterios agronómicos y bibliografía. Los valores reales, con diferentes unidades de medida, se transformaron a un valor estandarizado dentro de una escala valorativa de tipo semáforo independiente de las unidades originales. El VR de un indicador representa el valor límite necesario para sostener la productividad a largo plazo; el VU es el nivel por encima o por debajo del cual hay riesgo de degradación del suelo, y el valor de la situación inalterada (In) corresponde a valores de la condición prístina, en este caso del bosque nativo. Dado que los indicadores presentan distinta importancia o peso dentro del CMI, se procedió a multiplicar cada uno de ellos por un factor derivado del peso de los indicadores en el ACP, obteniendo de esta manera para cada indicador valores estandarizados y ponderados en función de su importancia. Luego se sumaron estos valores estandarizados y ponderados para obtener el Valor Índice de Calidad del Suelo (InCS). El objetivo de este trabajo fue utilizar el CMI y el InCS para evaluar el estado de los suelos destinados a la producción de cucurbitáceas en Chaco (Argentina) y su sensibilidad bajo labranza convencional, y divulgar ésta herramienta para facilitar el diagnóstico y monitoreo. Para difusión local se publicó una cartilla informativa en: <https://inta.gob.ar/documentos/calidad-de-suelos-en-lotes-de-produccion-de-cucurbitaceas>.

PALABRAS

CLAVE

Indicadores de suelos, labranza convencional, carbono orgánico, erosión eólica.

KEYWORDS

Soil indicators, conventional tillage, organic carbon, wind erosion.

PALAVRAS-

CHAVE

Indicadores do solo, agricultura convencional, carbono orgânico, erosão eólica.

2. Materiales y métodos

Se aplicó el CMI y el InCS a suelos bajo producción intensiva de cucurbitáceas dentro del Dpto. Gral. Güemes, Chaco (Argentina). Esta es la principal zona productora de sandía (*Citrullus lanatus*) y zapallo anco (*Cucurbita moschata*) de la provincia, representa el 48% de la superficie implantada y es una de las principales áreas del noreste de la Argentina. Se seleccionaron 4 establecimientos cuyas series de suelo corresponden a los órdenes Mollisoles, Alfisoles e Inceptisoles. Las parcelas de producción abarcan de 2 a 8 ha bajo labranza convencional, bajo rotación o monocultivo; algunos con sistema de riego por goteo donde aplican fertirriego, otros en secano. La mayoría son suelos no aptos para la agricultura o aptos con limitaciones según la clasificación por Capacidad de Uso (Tabla 1). En 2016 se tomaron muestras para la determinación del CMI. Con el valor estandarizado se confeccionó, para cada indicador, una *escala tipo semáforo* representada con los colores rojo, amarillo y

verde; el color rojo en la escala representa una condición degradada, el amarillo riesgo de degradación y el verde significa condición óptima. Esto facilita la visualización del estado del suelo y permite la comparación a través del tiempo para un mismo uso o diferentes usos y manejos (Figura 1).

El InCS se determinó sumando los valores estandarizados y ponderados por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{InCS} = (\text{COT} \times 0,21) + (\text{COP} \times 0,20) + (\text{Nt} \times 0,18) + (\text{pH} \times 0,15) + (\text{Da} \times 0,15) + (\text{FE} \times 0,13)$$

y la CS se determinó según la escala presentada en Rojas et al. (2017a): 0-2,04: Muy mala calidad de suelos, 2,05-3,06: Baja calidad de suelos, 3,07-5,10: Moderada calidad de suelos, 5,11-6,12: Buena calidad de suelos; 6,13-8,16: Muy alta calidad de suelos.

Se obtuvo el valor de InCS para cada lote (Tabla 1).

Tabla 1. Características de los sitios evaluados y su valor de InCS

Sitio	Tipo de suelo y clase por CU	Características	InCS
Dz	<i>Haplustol Óxico</i> - Fr Are - IVs	Riego - Barbecho p/zapallo rotación con sorgo	3,67 moderada
	<i>Argiustol Típico</i> - Fr - IVs	Secano - Barbecho p/zapallo rotación con sorgo	3,31 moderada
	<i>Natrustol Típico</i> - Fr Arc- IVs	Secano - Barbecho p/sandía	2,89 baja
	<i>Natrustol Típico</i> - Fr Arc- IVs	Secano - Barbecho p/zapallo	3,82 moderada
Gr	<i>Haplustol Óxico</i> Fr Are - IVs	Riego - Barbecho p/sandía s/sorgo forrajero	3,24 moderada
		Secano - Barbecho p/sandía s/sorgo forrajero	3,00 moderada
		Secano - Barbecho p/sandía s/alfalfa	3,67 moderada
Lf	<i>Haplustol Óxico</i> Fr Are - IVs	Riego - Cebolla	2,92 baja
		Secano - Barbecho p/sandía	2,96 baja
		<i>Haplustep Údico</i> - Fr- IVs	Secano - Barbecho p/sandía
RI	<i>Argiustol Típico</i> - Fr - VIs	Riego - Barbecho p/sandía s/moha	2,60 baja
		Secano- Barbecho p/sandía s/moha	2,35 baja
	<i>Epiacualf Típico</i> - Fr Li - IVs	Secano - Barbecho p/sandía	2,50 baja
	<i>Natrustol Típico</i> - Fr Arc Li- VI	Secano - Barbecho p/zapallo	3,36 moderada

Fr Are: franco arenoso, Fr: franco, Fr Arc: franco arcilloso, Fr Li: franco limoso. Los números romanos y las letras minúsculas corresponden a la capacidad de uso (CU) de cada suelo.

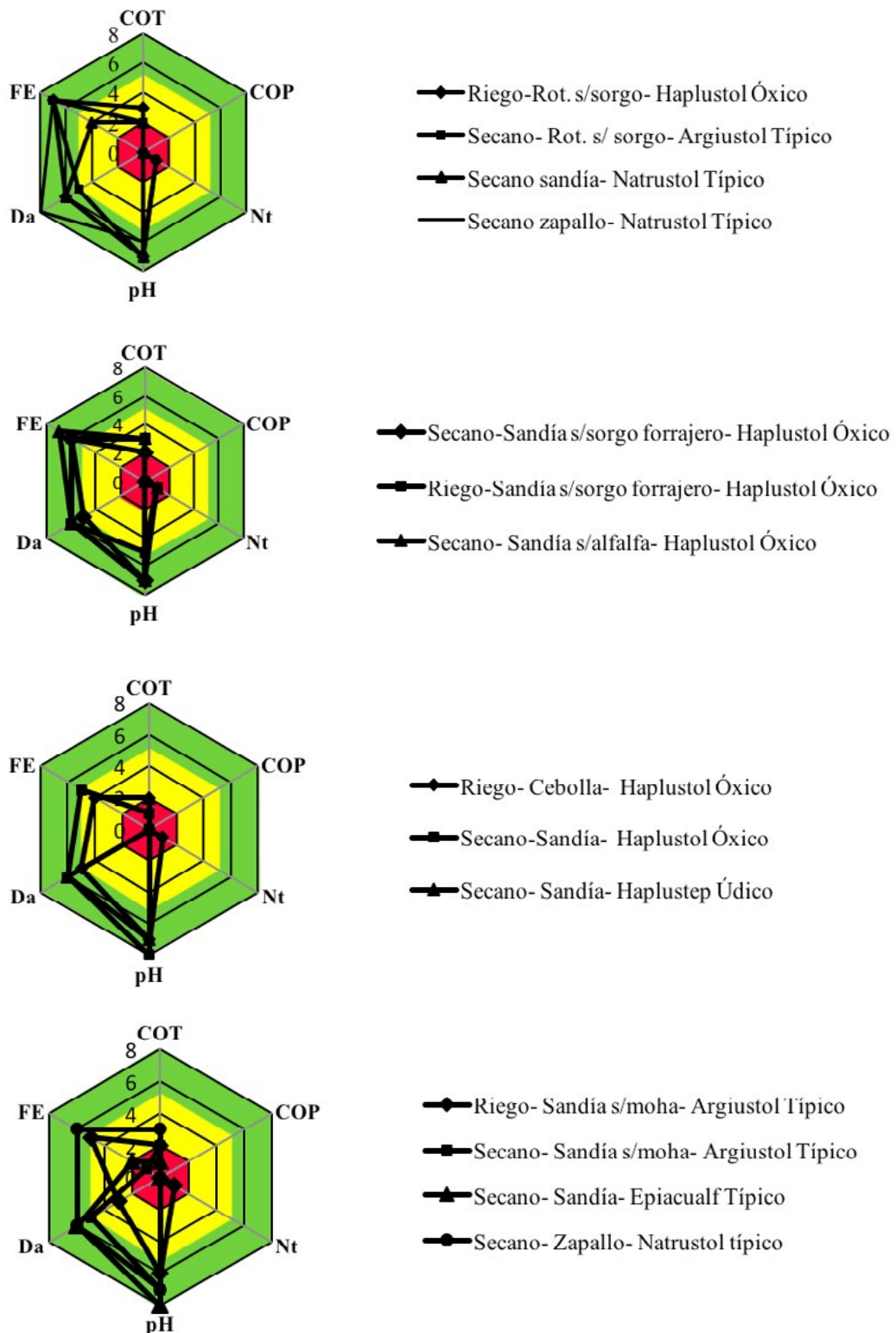


Figura 1. Gráficos de estrella de los indicadores estandarizados para los sitios evaluados. COT: carbono orgánico total, COP: carbono orgánico particulado, Nt: nitrógeno total, FE: fracción erosionable por el viento, Da: densidad aparente.

3. Resultados y discusión

Los sitios evaluados presentaron CS moderada y baja. Únicamente en Gr, donde todas las situaciones presentaron rotación y se encuentran sobre una asociación de series apta para agricultura, no hubo parcelas de CS baja. Los gráficos de estrella presentaron un patrón similar para los diferentes sitios y situaciones, independientemente del tipo de suelo, la presencia de rotaciones y/o riego. Los ICS más degradados fueron COT, COP y Nt, que indican la fertilidad del suelo y la oferta nitrogenada para los cultivos. El COP, indicador de la materia orgánica nueva, presentó valores estandarizados más bajos que el COT en todas las situaciones, indicando ausencia de material vegetal recientemente aportado y/o en etapas intermedias de descomposición. También el Nt se presentó degradado, sin hallarse valores mayores en lotes bajo fertirriego que, aunque es una práctica eficiente para mejorar o mantener los rendimientos, no sería efectiva en aportar fertilidad al suelo. La FE fue determinante dentro del InCS, indicando riesgo de erosión eólica (EE), lo que provoca el daño de plántulas por la abrasión que causan las partículas arrastradas por el viento y pérdida de nutrientes con el material arrastrado (Aimar et al. 2010). La densidad aparente (Da), indicador de compactación, presentó tanto valores en riesgo de degradación como óptimos. No se encontró relación entre alta Da y monocultivo; los valores más altos se hallaron en rotaciones con sorgo granífero, sorgo forrajero y moha, probablemente estando más asociada a un mayor tráfico de maquinaria (Materchera 2009; Hamza y Anderson 2005). El pH fue el único parámetro que presentó valores óptimos en todos los sitios, motivo por el cual se lo podría excluir en mediciones futuras de corto y mediano plazo.

La CS baja y moderada de los sitios valorados alertó sobre la necesidad de incorporar prácticas de conservación, ya que el riego y la fertilización no fueron suficientes para mantener la materia orgánica y la calidad física del suelo. Estas prácticas también contribuirían a controlar la EE, proceso poco manejado en la zona. A fines de evaluar el efecto de prácticas

conservacionistas se podrían medir sólo los ICS con valores de riesgo de degradación con menor coste económico.

Este InCS fue desarrollado para los suelos agrícolas predominantes en Chaco pero no se vincula puntualmente con la producción de cucurbitáceas, sino que tiene como foco principal la CS y no la calidad o rendimiento del cultivo. Se ha informado sobre la existencia de consenso en la percepción de que los productos de la zona son los mejores: “la sandía más dulce y rica” y la primicia como “el mejor zapallo de la zona” (Moreno et al. 2013); es decir, que el estado del suelo no habría afectado a la calidad de la fruta. Sin embargo la CS existente arroja luz sobre la necesidad de asegurar la durabilidad de esta calidad de la fruta y por otra parte debería analizarse con más profundidad y en forma cuantitativa la relación entre rendimientos en indicadores organolépticos y CS.

Actualmente, el INTA ha desarrollado un software denominado INDISuelos Chaco (<https://russoelsa.wixsite.com/indisuelos-chaco>) que permite ingresar valores reales de los ICS medidos, calcula automáticamente los valores estandarizados de los mismos y arroja el valor del InCS y las medidas correctivas a aplicar (Russo et al. 2017), facilitando a todo técnico o productor de la zona el diagnóstico y seguimiento de la CS.

4. Conclusiones

El CMI fue sensible para evaluar el estado de suelos destinados a la producción de cucurbitáceas bajo labranza convencional y la aplicación del InCS fue útil para el diagnóstico. Este análisis permitió alertar sobre la necesidad de incorporar prácticas de conservación que podrían contribuir también a controlar la erosión eólica, proceso poco atendido en la zona.

5. Agradecimientos

Los autores quieren agradecer al PE 1134023: *Indicadores de calidad de suelo para el monitoreo de la sustentabilidad de los sistemas productivos* (INTA) y a la Agencia de Extensión Rural INTA Castelli. También a los productores por brindar los sitios de evaluación.

- Rojas JM, Prause J, Sanzano GA, Arce OEA, Sánchez MC. 2016. Soil quality indicators selection by mixed models and multivariate techniques in deforested areas for agricultural use in NW of Chaco, Argentina. *Soil Till Res.* 155: 250-262. <https://doi.org/10.1016/j.still.2015.08.010>
- Rojas JM, Zurita JJ. 2017. Ecorregión Chaqueña. Sistema productivo: agricultura de secano en siembra directa sobre suelos forestales sujetos a cambio en el uso del suelo. En: Wilson MG, editor. *Manual de indicadores de calidad de suelo para las Ecorregiones de Argentina*. Ediciones INTA. p. 193-199. https://inta.gob.ar/sites/default/files/manual_ics_final.pdf
- Russo ES, Rojas JM, Mórtola NA, Romaniuk RI. 2017. [modificado 2017 Apr 11; cited 2017 Nov 4]. Disponible en: <https://russoelsa.wixsite.com/indisuelos-chaco> [Internet].

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdollahi L, Hansen EM, Rickson RJ, Munkholm LJ. 2014. Overall assessment of soil quality on humid sandy loams: Effects of location, rotation and tillage. *Soil Till Res.* 145:29-36. <https://doi.org/10.1016/j.still.2014.08.009>.
- Aimar SB, Iturri A, Rojas JM, Guevara GS, Buschiazio DE. 2010. Nutrient losses by wind erosion in an Entic Haplustoll of Chaco, Argentina. En: ICAR VII- II Jornadas Argentinas de Erosión Eólica; 2010 Jul 5-9; Santa Rosa, La Pampa.
- Global Forest Watch. 2017. [modificado 2017 Aug 31; cited 2017 Aug 31]. Disponible en: <http://www.globalforestwatch.org> [Internet].
- Hamza MA, Anderson WK. 2005. Soil compaction in cropping systems. A review of the nature, causes and possible solutions. *Soil Till Res.* 82:121-145. <https://doi.org/10.1016/j.still.2004.08.009>.
- Materechera SA. 2009. Tillage and tractor traffic effects on soil compaction in horticultural fields used for peri-urban agricultura in a semi-arid environment of the North West Province, South Africa. *Soil Till Res.* 103:11-15. <https://doi.org/10.1016/j.still.2008.09.001>.
- Moreno A, Di Giano S, Giancola SI, Schnellman L, Alonso I. 2013. Causas que afectan la adopción de tecnología en medianos productores de sandía y zapallo anco en Juan José Castelli, provincia del Chaco. Enfoque cualitativo. Serie: Estudios socioeconómicos de la adopción de Tecnología. N° 3. Buenos Aires: Ediciones INTA. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-causas_afectan_adopcion_tecnologia_zapallo_sand.pdf
- Rojas JM, Mórtola NA, Romaniuk RI. 2017. Guía para la evaluación de la calidad de suelos de textura fina bajo agricultura en siembra directa en Chaco Subhúmedo, en áreas sujetas a cambios en el uso del suelo. Ediciones INTA. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. (En prensa).