

## RELACIÓN ENTRE PERCEPCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE CALIDAD DE LOS SUELOS EN HUERTAS DE CHACO (ARGENTINA)

JULIETA MARIANA ROJAS<sup>1\*</sup>, NARA SCHAHOVSKOY<sup>2</sup>, MARCELA TOLEDO<sup>3</sup>

Recibido: 20/08/2020

Recibido con revisiones: 21/10/2021

Aceptado: 25/10/2021

### RESUMEN

El sistema científico evalúa la calidad del suelo (CS) a través de características cuantificables, sin embargo, existe una percepción de la CS por parte del agricultor, basada en criterios propios, donde los sentidos, la edad y el nivel educativo tienen una influencia predominante. El objetivo del trabajo fue analizar la percepción de la CS de agricultores familiares hortícolas que conducen huertas agroecológicas (Ae) y convencionales (Co) a través de encuestas y cotejarlas con mediciones de laboratorio y de campo, para evaluar si se correlacionaban percepción y mediciones, y si la percepción diferenciaba los sistemas productivos. Se trabajó en 14 huertas de la Provincia del Chaco (Argentina), ubicadas en suelos urbanos y periurbanos a cargo de productores de bajos ingresos y nivel educativo. Se estudió la relación entre variables cualitativas: presencia de lombrices, erosión, laboreo, color en húmedo, compactación, infiltración, drenaje, retención de agua, fertilidad de suelos, sensación al tacto, costra superficial, cobertura en superficie, dureza, olor, textura y aireación; y cuantitativas: densidad aparente, cambio en diámetro medio ponderado, carbono orgánico, nitrógeno total, fósforo extractable, % de arena, limo y arcilla, capacidad de intercambio catiónico, humedad equivalente, porosidad total, espacio aéreo y N° de lombrices por medio de Análisis de Correspondencias Múltiples. No hubo correlación significativa entre la percepción de la CS y los datos cuantitativos y la percepción tampoco permitió separar entre sistema productivo (Ae y Co). Se destacó la percepción de la cobertura en superficie, es decir que el suelo desnudo fue visualmente fácil de identificar. Es fundamental desarrollar herramientas de evaluación de CS junto con los agricultores en forma participativa e integrada, para ampliar la percepción y valoración de problemas y consecuentemente fortalecer así los saberes para la producción de alimentos y la conservación de este valioso recurso.

**Palabras clave:** gobernanza del suelo, agricultura familiar, indicadores de calidad de suelos.

## RELATION BETWEEN SOIL QUALITY PERCEPTION AND QUANTIFICATION IN CHACO ORCHARDS (ARGENTINA)

### SUMMARY

The scientific system evaluates soil quality (SQ) through quantifiable characteristics, however, there is a perception of SQ by the farmer, based on their own criteria, where the senses, age and educational level have a predominant influence. The objective of the

<sup>1</sup> EEA INTA Sáenz Peña

<sup>2</sup> Área Agronomía y Recursos Naturales. Departamento de Suelos. INTA EEA Sáenz Peña. CONICET Nordeste

<sup>3</sup> Cátedra de Edafología. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes.

\* Autor de contacto: [julietamarojas@yahoo.com](mailto:julietamarojas@yahoo.com)

work was to analyze the SQ perception of horticultural family farmers who lead agroecological (Ae) and conventional (Co) orchards through surveys and to compare them with laboratory and field measurements to evaluate if perception and measurements were correlated, and if the perception differentiated between productive systems. Work was carried out in 14 orchards in the Province of Chaco (Argentina), located in urban and peri-urban soils managed by low-income and educational-level producers. We studied the relationship between qualitative variables: presence of worms, erosion, tillage, wet color, compaction, infiltration, drainage, water retention, soil fertility, touch sensation, surface crust, surface coverage, hardness, odor, texture, and aeration; and quantitative: bulk density, change in mean weighted diameter, organic carbon, total nitrogen, extractable phosphorus, % sand, silt, clay, cation exchange capacity, equivalent humidity, total porosity, air space and number of worms by means of Multiple Correspondence Analysis. There was no significant correlation between SQ perception and the quantitative data and the perception did not allow to separate between productive systems (Ae and Co). The perception of surface coverage was highlighted, that is, the bare ground was visually easy to identify. It is essential to develop SQ assessment tools together with farmers in a participatory and integrated way, to broaden the perception and assessment of problems and consequently strengthen knowledge for food production and the conservation of this valuable resource.

**Keywords:** soil governance; family farming; soil quality indicators.

## INTRODUCCIÓN

La calidad del suelo (CS) se puede definir como “la capacidad de un suelo para funcionar dentro de los límites del ecosistema y mantener la productividad biológica, la calidad ambiental y la salud de las plantas y los animales” (Doran & Parkin, 1994). Salud y calidad del suelo son conceptos que han ido transformándose a lo largo del tiempo, actualmente cada vez se orientan más al papel del suelo en la provisión de servicios ecosistémicos, su relación con la salud humana y su incidencia en las políticas públicas que se ocupan de la degradación de tierras y el cambio climático global. Al estar enfocada en las propiedades dinámicas del suelo que pueden ser muy influenciadas por el manejo, es importante asignar cierta responsabilidad a los usuarios para mantener la CS mediante las herramientas científicas correspondientes, como marcos

de referencia, sistemas de evaluación validados y probados, valores umbrales de propiedades de suelo (Bünemann *et al.*, 2018).

En los sistemas de evaluación de CS pueden diferenciarse los enfoques “top-down” (de arriba hacia abajo) o “bottom-up” (de abajo hacia arriba). En un enfoque “top-down”, una institución o grupo de investigadores establece los parámetros a medir, los determina a campo o laboratorio, se seleccionan indicadores y establecen umbrales, y finalmente se validan o aplican sistemas de evaluación o sugerencias de prácticas de manejo y mejoras de la CS al final del proceso. El enfoque “bottom up” generalmente tiene en cuenta los usuarios de la evaluación de CS, cómo se generan y se presentan los datos, teniendo los mismos participación desde el comienzo en la definición de indicadores y en todo el proceso de toma de decisiones en relación a la CS (Andrews *et*



al., 2003). El enfoque “top-down” de investigación ha sido criticado por el riesgo que implica introducir técnicas agrícolas inapropiadas dentro de realidades locales específicas, dado que en los ambientes puntuales de los cuales depende la agricultura no debería ser transcripta una tecnología determinada sin retroalimentación local; por otro lado, cabe puntualizar que no todo conocimiento rural local es válido o útil (de Souza Mello Bicalho & dos Guimarães Peixoto, 2016). A raíz de esta necesidad de integrar la perspectiva social a la ciencia del suelo, es importante una mayor comprensión de cómo los agricultores en diferentes sistemas productivos perciben la CS y cuál es su relación con los resultados que se obtienen a partir de mediciones hechas in situ o en laboratorio. Lograr una estrecha relación entre percepción y realidad, es posible si se establecen las herramientas necesarias para capacitar al productor, de manera que el mismo pueda detectar tempranamente cambios que se produzcan en el suelo, logrando un monitoreo de sus campos de manera más confiable. Si la percepción del productor no se correlaciona en forma positiva y directa con la realidad, las consecuencias podrían ser no sólo no detectar a tiempo los problemas, sino también la presencia de una postura apática respecto de la adopción de nuevas prácticas culturales, productos y tecnologías que pudieran resultar

necesarias para el mantenimiento o el mejoramiento del suelo.

Desde el sistema científico se evalúa la CS midiendo propiedades físicas, químicas y/o biológicas, a través de características cuantificables y pasos específicos para su selección como indicadores, y muchas veces la posterior conformación de índices a través de las ponderaciones y del uso de técnicas estadísticas complejas o del criterio de expertos (Rinot *et al*, 2019). Existe consenso en que es necesario obtener índices de calidad o salud del suelo que sean confiables, y que puedan relacionar la variabilidad entre tipos de suelos, usos y regiones climáticas. No obstante, surge un gran cuestionamiento sobre cómo puede lograrse la utilidad y comprensibilidad de los sistemas de evaluación de CS sin tener en cuenta la percepción de la misma por parte de los usuarios (agricultores, asesores y políticos). Por otra parte, aunque las evaluaciones de CS estén basadas principalmente en enfoques analíticos, las evaluaciones a campo pueden ser útiles para que los productores, asesores e investigadores analicen los suelos en forma más rápida y a un menor costo (Pereira Valani *et al.*, 2020). Se considera necesaria la gobernanza participativa, que incorpore perspectivas (valores, cosmovisiones, representaciones y funcionamiento) de los actores locales a la investigación agronómica básica.



La percepción es el punto de vista, creencia o representación que tiene una persona sobre cierto comportamiento u objeto (Petrescu-Mag *et al.*, 2020). Se la puede considerar una variable intrínseca que se interrelaciona con múltiples variables extrínsecas. Las percepciones basadas en las necesidades sentidas y experiencias previas, no necesariamente se alinean con la realidad (Meijer *et al.*, 2015). También puede considerarse la reacción generada en los individuos, vinculada a aspectos emotivos y sensibles, donde lo visual tiene una influencia preponderante. Los parámetros utilizados por los productores para juzgar la CS, pueden involucrar el tacto, la vista, el olor, el sabor, la temperatura, entre otros.

Existe, por lo tanto, una percepción de la CS desde el agricultor, quien lo trabaja y toma decisiones de manejo día a día y esto hace indispensable hacer foco en los agricultores cuando se evalúan las funciones del suelo (Petrescu- Mag *et al.*, 2020). Nortcliff (1997), expresó que la percepción acerca de la declinación de la CS es escasa, pero que la mayoría de los agricultores conoce la diferencia entre un suelo productivo y otro que no lo es; el agricultor tiene conciencia de ello y utiliza los sentidos para elaborar sus propios criterios de calidad (Romig *et al.*, 1996). Andrews *et al.* (2003), señalan que existe una percepción más precisa de los productores para los suelos “buenos” que para los suelos con problemas y que los mismos describen

la CS en términos de resultados económicos, enfatizando la productividad vegetal como indicador de CS. Esto nos coloca frente a dos realidades del suelo: una de orden material, visible, cuantificable; y otra perceptiva, formada por los sentimientos que genera la percepción de esa realidad en la cual las pautas dadas por cada cultura en particular establecerán las modalidades de la visión y la apreciación de los recursos naturales (Ferrazzino *et al.*, 2012). Se ha informado que una limitación importante para la adopción de las mejores prácticas de manejo es la falta de información sobre cuáles son localmente adecuadas para los agricultores (Martey & Kuwornu, 2021). Como así también, que la aceptación de tecnologías agrícolas es un proceso complejo influenciado por variables extrínsecas e intrínsecas, como el conocimiento, las percepciones y las actitudes de los potenciales adoptantes de las mismas (Meijer *et al.*, 2015).

Desarrollar un conjunto de indicadores de CS para agricultura familiar, mejorará la comprensión del estado de los suelos de las huertas locales (Schahovskoy *et al.*, 2018). Asimismo, conocer cómo perciben la CS quienes trabajan en las huertas y su relación con la realidad cuantificable, permitirá establecer cuán necesaria es la capacitación, promover actividades con el productor para que conozca sus suelos y a su vez será determinante para proponer acciones y prácticas culturales que



conlleven a la conservación o al mejoramiento del suelo.

El objetivo del presente trabajo fue registrar la percepción de la CS a través de encuestas realizadas a agricultores familiares de la Provincia del Chaco que conducen huertas convencionales y agroecológicas, y cotejar sus respuestas con valores de campo y laboratorio. Se trabajó bajo las hipótesis de que quienes conducen las huertas tienen una percepción de la CS que se correlaciona con las mediciones realizadas y que la percepción de los productores podría separar las producciones agroecológicas y convencionales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para el presente trabajo, se seleccionaron 14 huertas, siete agroecológicas (Ae) y siete convencionales (Co), ubicadas sobre suelos urbanos y periurbanos en los departamentos Comandante Fernández, Sargento Cabral y General Güemes (Provincia de Chaco, Argentina). Las huertas se seleccionaron por sugerencias de extensionistas del programa Pro Huerta, porque recibían semillas y/o acompañamiento de INTA en zonas donde se encontraban ambos sistemas productivos. Las Ae se caracterizaron por el uso de abonos caseros y preparados naturales para el control de plagas, siembra de semillas propias o recibidas del Estado (Programa Pro Huerta) y control manual de malezas. Las Co se caracterizaron por el uso de fertilizantes minerales, semillas

comerciales y control mecánico con herramientas (arado o cultivador), o químico con insecticidas sintéticos o herbicidas contra plagas y malezas. Los productores encuestados poseían un nivel muy bajo de ingresos y bajo nivel educativo, desde escuela primaria incompleta a educación terciaria no finalizada. No se cuantificó el nivel de ingresos, pero como información accesoria a la encuesta se tomaron datos sobre si las huertas eran para autoconsumo o renta, y si se requerían otras fuentes de ingresos para la subsistencia. En la mayoría de los casos era necesaria otra fuente de ingresos como cuidar personas, vender panificados, etc. Del total de productores a cargo de huertas Co, el 85% presentó estudios primarios completos y el 14% estudios secundarios. Respecto de las Ae, el 71% de los productores presentaron primaria completa y el 14% secundaria completa. Mayor información sobre el estado socioeconómico de los mismos, se puede encontrar en Schahovskoy *et al.* (2020). La Tabla 1 resume las características de manejo de cada sitio bajo estudio. Las especies cultivadas en las huertas fueron acelga, lechuga, rúcula, perejil, cebolla, zanahoria, zapallo, poroto, frutilla, maíz, remolacha, pimiento, repollo, orégano, achicoria y mandioca.

Los datos de percepción se obtuvieron mediante una encuesta adaptada de un cuestionario de la Universidad de Wincosin (Romig *et al.*, 1995) que consiste en una



serie de indicadores valorados con los números 0, 2 y 4, donde 0 corresponde a la inferior CS percibida, 2 a la media y 4 a la superior. Los indicadores cualitativos incluidos en la encuesta fueron 16: presencia de lombrices, erosión, laboreo, color en húmedo, compactación, infiltración, drenaje, retención de agua, fertilidad de suelos, sensación al tacto, costra superficial, cobertura en superficie, dureza, olor, textura y aireación. Durante la visita para la toma de muestras compuestas, se conversó en cada huerta con el agricultor contestando las preguntas de la encuesta.

Para la determinación de parámetros físicos, físico-químicos y químicos, se extrajeron en cada huerta, muestras compuestas de suelo considerando dos profundidades: 0-0,05 m y 0,05- 0,20 m. En laboratorio se determinaron las siguientes variables: carbono orgánico total (CO) por Walkley y Black escala semi micro (IRAM, 2011a), nitrógeno total (Nt) por Kjeldahl modificado (IRAM, 2011b), fósforo extractable (P) Bray I (Dewis & Freitas, 1970), capacidad de intercambio catiónico (CIC) por el método del Acetato de Amonio 1N pH7 (Dewis & Freitas, 1970), humedad equivalente por medio del método de la centrífuga (Montenegro González et al., 1990; Blake & Hartge, 1986) y textura por el método de Bouyoucos (Dewis & Freitas, 1970). Se observó in situ, el número de lombrices presentes (Glover et al, 2000). Para determinar densidad aparente se

extrajeron muestras inalteradas por el método del cilindro (Forsythe, 1975), y se recolectaron tres muestras inalteradas para determinar estabilidad de agregados expresada como el cambio en el diámetro medio ponderado (CDMP) con el método De Boodt & De Leenher (1967). A partir de la Da y HE, se calcularon la porosidad total (Ptotal) y el espacio aéreo. Se describió el color en húmedo a través de la Tabla de Munsell.

Para el análisis estadístico, se codificaron las encuestas y se analizaron por medio de Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM) con el programa R 4.0.3, utilizando el paquete FactoMineR. Se consideró a las huertas individuos respecto a los cuales se analizaron similitudes y diferencias en las dimensiones del ACM a partir de los datos categóricos nominales o variables cualitativas (respuestas de las encuestas codificadas), y posteriormente se analizó la relación entre las respuestas (variables cualitativas) y las variables cuantitativas medidas a campo y en laboratorio como suplementarias. Se evaluó la correlación entre las mismas por medio de un test de significancia ( $p < 0.05$ ). El ACM representa una nube de variables, categorías e individuos en ejes ortogonales en el espacio a través de dimensiones o planos donde se agrupan los individuos (las huertas en este caso); las dimensiones se construyen geoméricamente en base a similitudes y diferencias en las respuestas dadas. El criterio de corte fue seleccionar



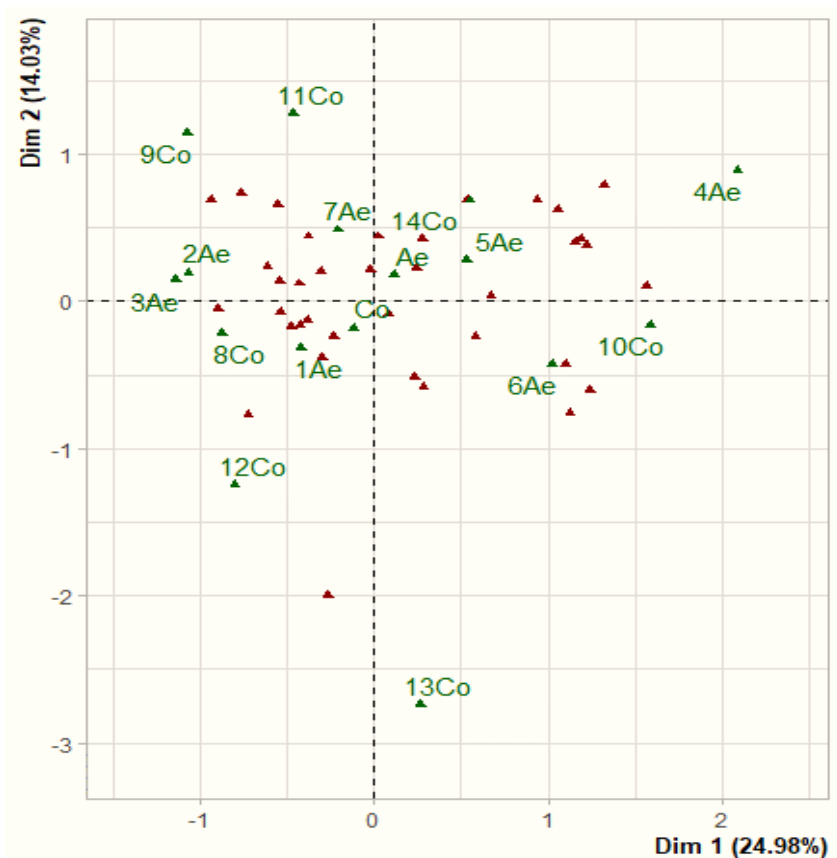
las variables que tuvieron valor de coordenadas o cargas dentro del tercio superior respecto a la de mayor carga dentro de cada Dim. Se consideraron las 3 primeras dimensiones que arrojó el análisis.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las 3 primeras dimensiones (Dim) del ACM explicaron el 51,94 % de la variabilidad total de los datos. La Fig. 1 presenta la distribución de las huertas (nomenclatura detallada en Tabla 1), según la correlación con las variables cualitativas codificadas a partir de las encuestas en las Dim 1 y 2 del ACM. La Fig. 2 representa la distribución de las variables cualitativas en las Dim 1 y 2

de ACM, es decir cómo se distribuyeron las categorías a partir de las encuestas en relación a las respuestas dadas por los horticultores.

Las Fig. 1 y 2 son el resultado del ACM, donde cada variable cualitativa contribuye con una carga determinada a la construcción de los ejes graficados y las dos dimensiones o ejes principales, se construyen geoméricamente a partir de las similitudes y diferencias en las respuestas. Esto genera una distribución determinada de cada individuo, en este caso las huertas, que se ubican más o menos cerca en el espacio de los vectores determinados por



**Figura 1.** Distribución de las huertas convencionales (Co) y agroecológicas (Ae) en las dimensiones (Dim) generadas a través de las variables cualitativas.

**Figure 1.** Conventional (Co) and agroecologic (Ae) orchards distribution in dimensions (Dim) generated through the qualitative variables.

las variables que mayor carga tienen (Fig. 1). La Dim 1 se construyó en base a las variables compactación, presencia de costra, aireación, erosión y color (Fig. 2), es decir que las respuestas dadas por los horticultores agruparon o separaron a las huertas según estos parámetros en esta dimensión. Los suelos percibidos como compactados, con presencia de costra, densos, porosidad baja, de color gris y

claro, y secos se ubicaron en el eje horizontal con valores positivos; dado que dichas características presentaron las cargas o contribuciones más altas en la construcción de la Dim 1 (Tabla 2). La Fig. 3 corresponde al biplot que expresa la correlación de las variables cuantitativas (suplementarias) medidas en laboratorio y a campo, con las dimensiones generadas por las variables cualitativas.

Tabla 1. Características de las huertas agroecológicas (Ae) y convencionales (Co) evaluadas.

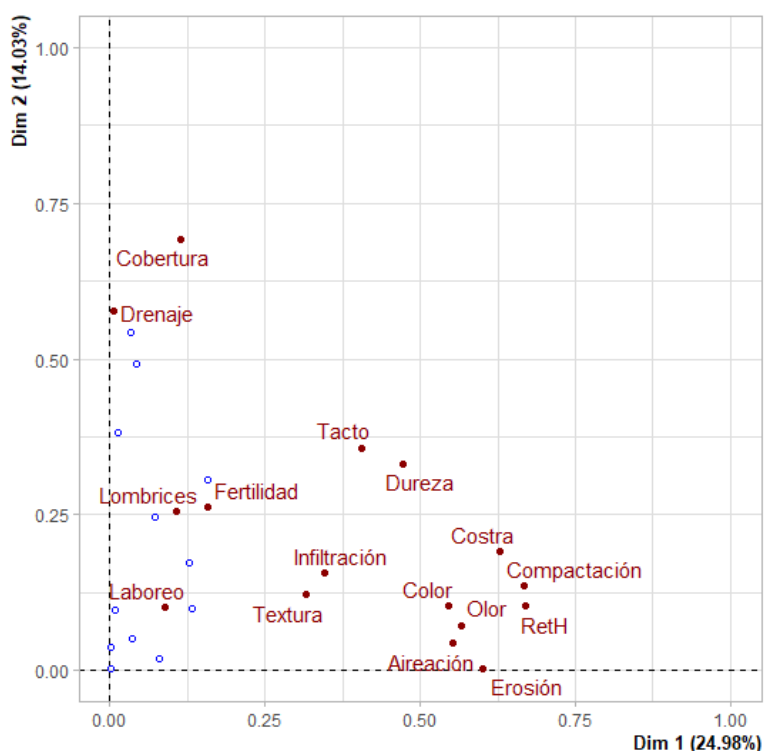
Table 1. Characteristics of agroecological (Ae) and conventional (Co) orchards evaluated.

Denominación	Departamento	Manejo de suelos	Control de plagas	Fertilización	Otros materiales presentes
1Ae	Sgto. Cabral	Herramientas manuales	Preparados caseros	No	Asearín Restos de durmientes Ladrillos picados
2Ae	Sgto. Cabral	Herramientas manuales	No	No	-
3Ae	Sgto. Cabral	Herramientas manuales	No	No	Ladrillos picados Hojas secas
4Ae	Sgto. Cabral	Herramientas manuales	Preparados caseros	Estiércol caprino y rastrojos	Arena y carbón visibles
5Ae	Sgto. Cabral	Herramientas manuales	No	Incorporación de rastrojos	-
6Ae	Sgto. Cabral	Herramientas manuales	No	Incorporación de rastrojos	-
7Ae	Sgto. Cabral	Herramientas manuales	No	Incorporación de rastrojos	Vidrio molido Media sombra
8Co	Cte. Fernández	Sembradora mecánica	Insecticidas y herbicidas	Fertiriego	-
9Co	Gral. Güemes	Herramientas manuales	Insecticidas	Estiércol y fertilizante	Media sombra
10Co	Gral. Güemes	Herramientas manuales Tractor	Insecticidas	Estiércol	-
11Co	Cte. Fernández	Cultivador y tractor	Insecticidas	Riego por goteo	Media sombra
12Co	Cte. Fernández	Herramientas manuales Rastra	Insecticidas y Herbicidas	Riego por goteo	-
13Co	Cte. Fernández	Rastra de discos	Insecticidas y Herbicidas	No	-
14Co	Cte. Fernández	Arado y rastra	Insecticidas y herbicidas	No	-



Las variables cuantitativas que más se asociaron a la Dim 1 fueron la CIC y el % de arcilla (positiva) y la Da (negativa), pero no hubo correlación estadísticamente significativa (Fig.3). En este eje se destacaron las huertas 4Ae y 10Co en el eje positivo donde los horticultores percibieron el suelo compactado, presencia de costra y dureza (Fig.1). La huerta que mayor contribución tuvo a esta Dim fue la 4Ae, es decir que el horticultor percibió su suelo con peor calidad física que los demás. El mismo fue el único que solicitó se le envíe lo antes posible los resultados de los análisis, lo cual puede también sugerir que es un productor que posee más conocimiento y/o interés respecto al suelo

y por lo tanto solicita información a los técnicos; esta preocupación puede influir en que lo percibe degradado, aunque los datos de laboratorio no coincidieron con su percepción. Los datos medidos para 4Ae y 10Co no representaron mala calidad física: 1,07 de Da para ambas, valores de 1,23 y 1,41 de CDMP respectivamente y 59,6% de PTotal en ambos casos. La huerta 3Ae presentó la mayor asociación con el eje negativo de la Dim 1; allí se percibió suelo no compactado, sin costra y poroso y esta huerta sí presentó valores bajos para Da (1,02 g cm<sup>-3</sup>), CDMP (0,6) y buena porosidad (61%).



**Figura 2.** Distribución de variables cualitativas en las dimensiones (Dim) 1 y 2 del análisis de correspondencias múltiples (RetH se refiere a retención de humedad).

**Figure 2.** Distribution of qualitative variables in dimensions (Dim) 1 and 2 of the multiple correspondence analysis (RetH refers to moisture retention).

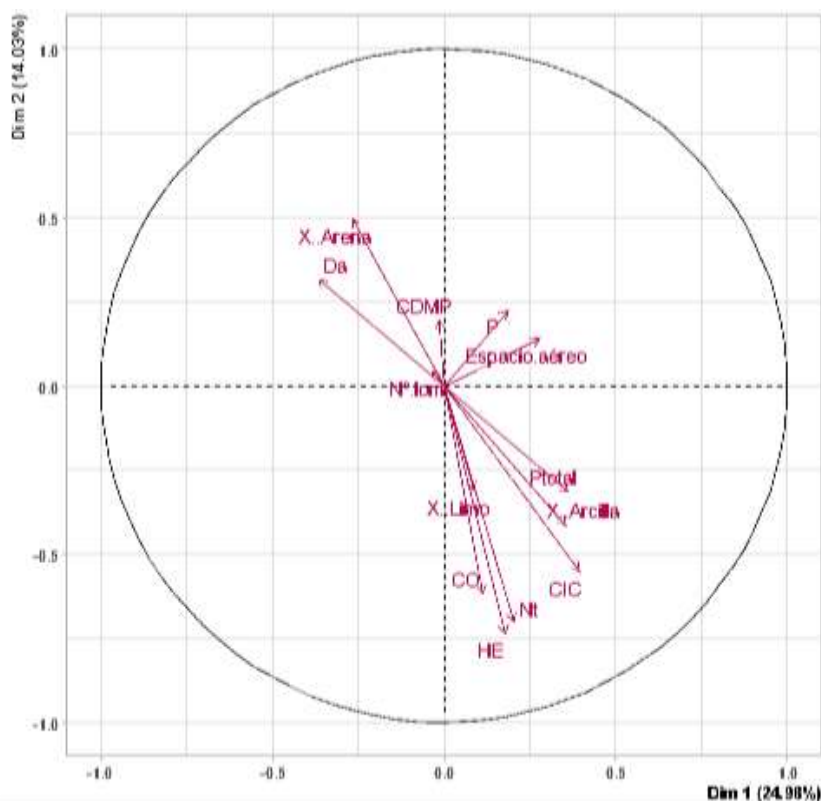
**Tabla 2.** Categorías de las variables cualitativas de mayor contribución a la construcción de cada dimensión.  
**Table 2.** Qualitative variables categories which contributed most to the construction of each dimension.

<b>Dimensión 1</b>	<b>Dimensión 2</b>	<b>Dimensión 3</b>
(% varianza: 24.98)	(% varianza: 14.02)	(% varianza: 12.93)
Compactado 8.04		
Presencia de costra 7.03		
Seco 6.9	Con cobertura 16.18	Lombrices 17.42
Denso 3.98	Drenaje medio 15.26	Compactación media 15.51
Color gris 3.98		Drenaje bueno 11.14
Color claro 2.87		

La Dim 2 se construyó en base a la clasificación de cobertura y drenaje según las encuestas. En los sitios donde se percibió mayor cobertura se clasificó el drenaje como bueno y medio. Ningún horticultor percibió drenaje malo. No hubo correlación significativa entre variables cuantitativas y cualitativas en la Dim 2. Se diferenció en esta Dim la huerta 13Co, donde se percibió alta cobertura y drenaje medio. Sólo dos horticultores respondieron tener alta cobertura (12Co y 13Co) y 9 de 14 horticultores percibieron para la categoría cobertura el suelo desnudo. La huerta que mayor valor de COT medido presentó fue 13Co (28 g kg<sup>-1</sup>) y uno de los mayores valores de Nt (0,28%), coincidiendo con la percepción de alta cobertura, color oscuro y buena fertilidad. El color del suelo en base a la tabla de Munsell para 13 Co fue

de 7,5 YR 3/4, (marrón en la calificación de Munsell). Los colores oscuros del suelo están asociados a mayores contenidos de CO (Vodyanitskii & Savichev, 2017) y esto a su vez representa una mejor calidad del suelo. La huerta de menor valor de CO medido fue 11Co (11 g kg<sup>-1</sup>), coincidiendo con la percepción del suelo sin cobertura, pero respondiendo el horticultor que el suelo tiene buen color, drenaje y fertilidad media, donde se determinó el color como 7,5 YR 3/4, 50,9% de PTotal y 0.13 % de Nt. La huerta 6Ae presentó el valor más alto de Nt (0,29%) alto de CO (27 g kg<sup>-1</sup>) pero no se diferenció en este eje, debido a la percepción del suelo sin cobertura. Los menores valores de Nt los presentaron 7Ae (0,14%) y 11Co (0,13%) donde se respondió que la fertilidad era alta y media respectivamente. Ningún horticultor





**Figura 3.** Correlación de variables cuantitativas (suplementarias) con las dimensiones (Dim) 1 y 2.  
**Figure 3.** Correlation of quantitative variables (supplementary) with dimensions (Dim) 1 and 2.

respondió que la fertilidad de su suelo era baja ni que el drenaje era pobre (valor 0 en la encuesta para ambos).

La Dim 3 se formó con las variables lombrices, compactación y costra. Se destacaron en esta Dim las huertas que se percibieron como con compactación media, mayor presencia de lombrices y costra leve (Tabla 2). La huerta 11Co se diferenció de las demás; esto se debe a que el horticultor respondió que había abundante actividad de lombrices, compactación media y leve presencia de costra. Sin embargo, en los registros de campo, sólo se halló una lombriz en esta huerta. Por otra parte, en la huerta 6Ae la percepción coincidió con la

mayor cantidad de lombrices. No hubo correlación significativa de la Dim 3 con variables cuantitativas.

La percepción que tuvieron los productores al describir las características físicas de sus suelos como presencia de costra, compactación o problemas de drenaje no tuvo correlación con valores cuantificados en laboratorio o a campo. Se destacó la percepción de la cobertura en superficie, es decir el suelo desnudo fue visualmente fácil de identificar. Respecto a las lombrices, la percepción fue muy variable ya que en las dos únicas huertas en que las percibieron como abundantes, se halló en una el mayor número de lombrices

presentes y en la otra el menor. Esto también podría estar relacionado con su movilidad en el perfil del suelo y las características de temperatura y humedad en el momento de muestreo, pero probablemente se deba a poca exploración de las cualidades del suelo por debajo de la superficie por parte del agricultor, ya que al preguntar si habitualmente utilizaban la pala para hacer pozos y observar el suelo, respondieron que no. A través del análisis de estas respuestas, previamente Schahovskoy *et al.* (2020), determinaron que las características para las que se percibió mayor rango de diferencias fueron: compactación, color, presencia de costra y cobertura, y para las que menos diferencias se percibieron fueron número de lombrices y signos de erosión, sin embargo, el hecho de percibir un rango más amplio no implica necesariamente una valoración adecuada. La mayoría de los encuestados intentó también clasificar la textura considerándola una propiedad importante, pero en el presente trabajo no apareció como una propiedad de peso en las respuestas, (Fig.3). Tampoco se encontró relación entre la percepción y el sistema productivo Ae y Co. La formación en CS de los técnicos que visitan las huertas podría ser un factor de impacto en la percepción dado que el técnico promotor en general se encuentra abrumado por múltiples tareas administrativas y logísticas que quizás impiden se profundice en el conocimiento del suelo. La baja relación hallada entre la

percepción de la CS y los datos medidos, además de existir parámetros de CS en los que el conjunto de productores encuestados no percibió prácticamente diferencias; expone la necesidad de tener más presencia desde las instituciones que generan ciencia del suelo en procesos de la agricultura familiar. Los productores encuestados en el presente trabajo, de nivel socioeconómico y educativo bajo, podrían haber ampliado su apreciación de la CS si se hubiese realizado una capacitación previa a la encuesta, pero se consideró importante conocer la percepción a priori.

Evaluaciones previas han establecido que se asocia comúnmente el suelo “bueno” con el color negro u oscuro y el “malo” con el de color blanco o claro (de Souza Mello Bicalho & dos Guimarães Peixoto, 2016). Liebig & Doran (1999) evaluaron los conocimientos de los productores de sistemas orgánicos y convencionales, comparando sus percepciones de suelos “buenos” y “problemáticos” a través de un protocolo escrito, y encontraron que las percepciones de la CS no variaron entre los dos grupos y tendían a ser más precisas para los suelos “buenos”, coincidiendo con lo informado por Andrews *et al.* (2003).

Las diferencias entre la percepción de los agricultores y la de los científicos del suelo sobre los problemas de CS son muy relevantes. En Etiopía, agricultores entrenados en conservación de suelo y agua percibieron mayor grado de erosión a causa



del entrenamiento y la percepción de la severidad de la erosión estuvo influenciada además por la percepción de la reducción en los rendimientos, dejando en evidencia el rol de la preparación en la comprensión de los daños que causa la erosión (Beyene Keene & Feyisa, 2020).

Los agricultores se basan en su propia experiencia local a campo, usando sus sentidos (vista, olor, etc.). Es de gran importancia proveer de herramientas objetivas de observación y calificación, por medio de acciones diseñadas para compartir y co-construir conocimientos y sistemas de evaluación y monitoreo. La edad y la educación, principalmente definidas en términos de la capacidad de leer y escribir tienen influencia en la adopción de prácticas de manejo sustentable (Martey & Kuwornu, 2021). En el norte de Marruecos, Salhi et al. (2020), determinaron que aunque el 100% de los agricultores percibió tanto directa como indirectamente indicadores de pérdida de suelos y tipos de degradación, no relacionaron la disminución de la fertilidad del suelo y la caída de la productividad como sus consecuencias implícitas, lo cual se atribuyó a que el 76,8% no tenía educación formal y el 23% poseía nivel de educación secundaria pero dentro de un sistema que no está orientado a las particularidades regionales. Por otra parte, el 84% atribuyó las causas de la erosión a factores naturales sin considerar la falta de prácticas adecuadas como una limitante para la conservación del suelo,

probablemente por pérdida de conocimientos tradicionales e indicando falta de comprensión y confusión de acuerdo a los fenómenos de degradación de suelos. Se ha establecido que se hay una relación entre el nivel educativo de los agricultores y la falta de transferencia local de conocimiento. La educación superior y la investigación científica generalmente están distantes de los usuarios, por lo tanto no tienen un impacto realista en su percepción, calificación y comportamiento y ponen en práctica planes de acción sin tener en cuenta esto en etapas tempranas de programación estratégica, dejando en evidencia que la solución debe ser comprensiva, participativa, estratégica e innovadora (Salhi *et al.*, 2020). El grado de ajuste de la percepción ha sido mejor cuando se trata de suelos “buenos”, con productores de menor edad y con menos años de tenencia de su explotación; se ha visto también que es conveniente dialogar previamente con los productores, para conocer aspectos sociales y de manejo (Beyene Keene & Feyisa, 2020; Andrews *et al.*, 2003).

Martey & Kuwornu (2021), analizaron las percepciones entre la variabilidad climática y las elecciones de manejo de la fertilidad del suelo con pequeños productores de Ghana y concluyeron que el fortalecimiento de vínculos entre agricultores, investigación y extensión, junto con la comunicación sobre las prácticas de integradas de manejo de la fertilidad “más adecuadas” aumenta



la adopción. Es importante destacar la relación positiva que hallaron estos investigadores entre la percepción del cambio climático y la adopción de prácticas de manejo de suelos.

Es fundamental la incorporación de profesionales, técnicas y conceptos de las ciencias sociales para co-construir el conocimiento necesario para conservar y mejorar los suelos. Asimismo, ajustar la percepción de un gran número de agricultores que no acceden ni son involucrados en la generación de herramientas técnicas y que muchas veces no acceden a la educación formal pero sí se preocupan por el estado de sus suelos, de los cuales depende la alimentación de su familia y muchas veces la provisión local de alimentos. Urge trabajar en estos temas para que los conjuntos de indicadores de CS, puedan ser aplicados no sólo para sostener los servicios ambientales relacionados con un suelo de buena calidad, sino para fomentar y aumentar la soberanía alimentaria en nuestros territorios.

## CONCLUSIONES

La percepción de la CS de los horticultores y los parámetros determinados a campo y laboratorio no se correlacionaron estadísticamente. La percepción tampoco permitió separar entre sistemas productivos agroecológicos y convencionales.

La integración entre lo observado, lo percibido y lo medido, resulta útil para una

mayor comprensión de lo que acontece en el suelo de cada huerta y su calificación. Creemos que es necesario desarrollar herramientas de evaluación junto con los agricultores, en forma participativa e integrada, para que puedan desde su propia percepción, conocer las características de suelo y desarrollar sus propias mediciones que podrán complementarse con los análisis de laboratorio correspondientes, pero para los cuales muchas veces no disponen de recursos. Tener presente la percepción de quienes trabajan los suelos es clave para el monitoreo de la CS y el fortalecimiento de saberes para la producción de alimentos, la conservación del recurso y la calidad ambiental.

## BIBLIOGRAFÍA

- Andrews, SS; CB Flora; JP Mitchell & DL Karlen. 2003. Growers' perceptions and acceptance of soil quality indices. *Geoderma* 114: 187-213.
- Beyene Kenee, F & A Feyisa. 2020. Determinants of perception on soil erosion and investment in watershed management: evidence from Awash Basin in Ethiopia. *J Environ Manage* 274: 111213.
- Blake, G.R. and Hartge, K.H. 1986. Bulk density. In: Klute, A., Ed., *Methods of Soil Analysis, Part 1—Physical and Mineralogical Methods*, 2nd Edition, *Agronomy Monograph 9*, American Society of Agronomy—Soil Science Society of America, Madison, 363-382.
- Bünemann, EK; G Bongiorno; Z Bai; RE Creamer; G De Deyn; R de Goede; L Fleskens; V Geissend; TW Kuyper; P Mäder; M Pulleman; W Sukkel, JW van Groenigen & L Brussaard. 2018. Soil quality - A critical review. *Soil Biol Biochem* 120: 105-125.
- De Boodt M & L De Leenheer. 1967. *West European Methods for Soil Structure Determination*, VII. The



- State Faculty Agricultural Sciences. Gent. Bélgica. Pp 60-62.
- De Souza Mello Bicalho AM & RT dos Guimarães Peixoto. 2016. Farmer and scientific knowledge of soil quality: a social ecological soil systems approach. *Belgeo* 4. URL: <https://journals.openedition.org/belgeo/20069>. Último acceso: 23/02/21
- Dewis, J & F Freytas. 1970. Métodos físicos y químicos de análisis de suelos y aguas. *Boletín sobre suelos* n° 10. FAO. Roma. 36-57 p.
- Doran, JW & TB Parkin. 1994. Defining soil quality for a sustainable environment. Soil Science Society of America, Inc. Special Publication 35. Madison, Wisconsin, USA.
- Ferrazzino A, R Romaniuk, L Giuffré, V Cervio. 2012. Política pública, usufructo y calidad de suelos en sistemas alternativos de producción familiar hortícola periurbana. Capítulo 3. En: *Percepción de la calidad de suelos. Perspectiva interdisciplinaria y multidimensional*. Ana Ferrazzino. ISBN: 978-3-8473-6371-2. Pp :68-94.
- Forsythe W. 1975. Física de suelos. IICA. 212 p. San José. Costa Rica.
- Glover, JD; JP Reganold & PK Andrews. 2000. Systematic method for rating soil quality of conventional, organic, and integrated apple orchards in Washington State. *Agr Ecosyst Environ* 80: 29-45.
- IRAM, S., 2011a. Norma IRAM- SAGPyA 29571-2:2011. Determinación de materia orgánica en suelos. Parte 2- Determinación de carbono orgánico oxidable por mezcla oxidante fuerte, escala semi-micro.
- IRAM, S., 2011b. Norma IRAM- SAGPyA 29572-2:2011. Determinación de nitrógeno en suelo por el método Kjeldahl modificado.
- Liebig, MA & JW Doran. 1999. Evaluation of farmers' perceptions of soil quality indicators. *Am J Alternative Agr* 14 (1): 11-21.
- Martey, E & JKM Kuwornu. 2021. Perceptions of climate variability and soil fertility management choices among smallholder farmers in northern Ghana. *Ecol Econ* 180: 106870.
- Meijer, SS; D Catacutan; OC Ajayi; GW Sileshi & M Nieuwenhuis. 2015. The role of knowledge, attitudes and perceptions in the uptake of agricultural and agroforestry innovations among smallholder farmers in sub-Saharan Africa. *Int J Agric Sustain* 13 (1): 40-54.
- Montenegro González H, D Malagón Castro & L Guerrero. 1990. *Propiedades Físicas de los suelos*. Subdirección Agrológica. I.G.S.C. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi). Bogotá, Colombia. 813 p.
- Nortcliff, S. 1997. Standardisation for soil quality attributes. En "Soil Quality for crop production and ecosystem health". Ed: E. G. Gregorich y M. R. Carter. *Dev. Soil Sc.* 25.
- Pereira Valani, G; F Machado Vezzani & KM Vieira Cavalieri-Polizeli. 2020. Soil quality: Evaluation of on-farm assessments in relation to analytical index. *Soil Till Res* 198: 104565.
- Petrescu-Mag, RM; DC Petrescu & H Azadi. 2020. A social perspective on soil functions and quality improvement: Romanian farmer's perceptions. *Geoderma* 380: 114573.
- Rinot, O; GJ Levy; Y Steinberger; T Savoray & G Eshel. 2019. Soil health assessment: A critical review of current methodologies and a proposed new approach. *Sci Total Environ* 648: 1484-1491.
- Romig, DE; MJ Garland; RF Harris & K Mc Sweeney. 1995. How farmers assess soil health and quality. *J. Soil Water Conserv* 50: 229-236.
- Romig, D.; M. Garlynd; R. Harris. 1996. Farmer-based assessment of soil quality: A soil health scorecard. En *Handbook of methods for the assessment of soil quality*. Ed: Doran J. y A. Jones. SSSA. Special publication. N° 49. Madison Wis. USA. Pp. 121-127.



Salhi, A; T Benabdelouahab; J Martin-Vide, A Okacha,  
Y El Hasnaoui,

M El Mousaoui, A El Morabit, M Himi, S  
Benabdelouahab, Y Lebrini,

A Boudhar & A Casas Ponsati.2020. Bridging the gap  
of perception is the only way to align soil  
protection actions. *Sci Total Environ* 718: 137421.

Schahovskoy NC; JM Rojas & DM Toledo. 2018. El  
desafío de encontrar indicadores de calidad de  
suelos (ICS) para agricultura familiar. *Actas XXVI  
Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo,*  
Tucumán.

Schahovskoy, NC; L Giuffré, JM Rojas & DM Toledo.  
2020. Perception of soil quality in agroecological  
and conventional horticultural systems of Chaco  
province (Argentina). *IOSR JHSS* 25 (5): 1-9.

Vodyanitskii YN & AT Savichev. 2017. The influence of  
organic matter in soil color using the regression  
equations of optical parameters in the system CIE-  
L\*a\*b. *Annals of Agrarian Science* 15: 380-385.

