

Ecorregión Patagónica Valles Irrigados Norpatagónicos

SISTEMA PRODUCTIVO: Frutícola

Rosa de Lima Holzmann¹

SUELOS: Cambortides xerolicos y durixerolicos (Aridisoles)
y Torrifluventes xericos (Entisoles)

Caracterización del agroecosistema e identificación de sus puntos críticos.

El Alto Valle del Río Negro se encuentra inmerso en un ambiente caracterizado por muy bajas precipitaciones (media anual para la serie 1990-2004 de 243,7 mm) por lo que se genera un déficit hídrico que supera los 1.200 mm anuales con temperaturas extremas invernales de -10,2°C y estivales de 38,6°C, para la misma serie agrometeorológica. Gracias al riego a partir de aguas del río Neuquén, y a través de un gran sistema de canales y desagües que comprenden una superficie que ronda las 52.000 ha, es que se suple este déficit permitiendo el desarrollo de cultivos perennes, principalmente de pepita, peras y manzanas.

Los suelos son de origen reciente, producto de

la deposición de materiales glaciofluviales, por lo que muestran gran variabilidad espacial en la deposición de materiales de distintas granulometrías. A esta natural diversidad de perfiles resultantes se suman los movimientos de suelos requeridos para la nivelación.

La disposición del cultivo en filas paralelas con calles intermedias, genera un tránsito confinado para la realización de las tareas culturales. El cuidado en forma pasiva contra las heladas tardías durante la floración, ésto es, rastreado, compactación y riego que se da en la gran mayoría de los casos, produce la pérdida de materia orgánica, densificación subsuperficial y disminución de la infiltración, entre otras consecuencias (Figura 1). Además, durante el resto de la temporada, los riegos gravitacionales coinciden en el tiempo

1. INTA, Estación Experimental Alto Valle. Allen 8332, Río Negro, Argentina.

po con el tránsito asociado a las pulverizaciones sanitarias, desmalezado mecánico, aplicaciones foliares de raleadores o fertilizantes, y la cosecha. Por otro lado, se producen ascensos de la capa freática salina que en muchos casos llega a profundidades muy cercanas a la superficie.



Figura 1: Manejo convencional del suelo de un monte frutal.

Este conjunto de situaciones hacen prever que el recurso suelo probablemente recibe en la generalidad del valle, un manejo que no resulta ser sustentable. Se trabajó en un área de 47 km de largo por 6 km de ancho, en 11 pares de chacras,

cada uno conformado por una chacra con manejo orgánico del suelo (cobertura permanente y labranza vertical) y una convencional (movimientos superficiales del suelo) (Figura 2).

Figura 2: Situación geográfica del Alto Valle y detalle del área de trabajo, donde se indica la localización de los once pares de chacras.



Para tener control de las condiciones que hacen a la calidad del suelo y su modificación en el tiempo a través del manejo, se analizaron una serie de indicadores que, expuestos a la rigurosidad de varios criterios de selección, resultaron en un conjunto mínimo de ocho indicadores, cuatro físicos y cuatro químicos (Tabla 1). Tales criterios incluyen, para una primera selección, el criterio estadístico a través de componentes principales (CP), el agrónomo y el de aquellas características de simplicidad, reproducibilidad, repetitividad, bajo costo y posibilidad de análisis en laboratorios disponibles en la zona. Los valores óptimos y limitantes se definieron en función de los requerimientos y tolerancias del cultivo, y máximos y mínimos encontrados (Tabla 2).

Los indicadores químicos surgirán de un muestreo de suelo en un sitio representativo del cuadro o chacra hasta los diez primeros centímetros (materia orgánica, pH, conductividad eléctrica y relación de adsorción de sodio), mientras que los físicos saldrán de determinaciones a campo de densidad aparente hasta los primeros 10 cm, infiltración, y penetrometría fuera y sobre la huella hasta los 30 cm, tomando este último valor.

Tabla 1: Conjunto Mínimo de Indicadores (CMI) para suelos Aridisoles y Entisoles con sistema frutícola (frutales de pepita) de los Valles irrigados Norpatagónicos.

MO	Materia Orgánica
pH	Reacción del suelo
CE	Conductividad eléctrica
RAS	Relación de adsorción de sodio
Dap	Densidad aparente
Ib	Infiltración base
PFH	Penetrometría fuera de la huella

Tabla 2: Indicadores con sus valores óptimos, de transición y limitantes, y sus valores de indicador correspondiente bajo sistema frutícola (frutales de pepita). Valles irrigados Norpatagónicos.

Indicador	MO	pH	CE	RAS	Dap (texturas finas)	Dap (texturas gruesas)	Ib	PFH ₃₀	PSH ₃₀	
Valor	Valor Indicador	%	dS/m		g/cm ³	g/cm ³	mm/h	Mpa	Mpa	
Óptimo	1	≥ 5	6 - 7,5	≤ 2	≤ 8	≤ 1,25	≤ 1,45	50 - 200	≤ 2	≤ 2
De transición	0 - 1	1 - 5	5 - 6 y 7,5 - 8,5	2 - 4	8 - 13	1,25 - 1,50	1,45 - 1,65	0 - 50 y 200 - 400	2 - 4	2 - 6
Limitante	0	≤ 1	6 - 7,5	≥ 4	≥ 3	≥ 1,50	≥ 1,65	≥ 50 y ≥ 200	≥ 4	≥ 6

Determinados los indicadores y sus valores umbrales, fueron transformados, a través de curvas, a unidades adimensionales con valores entre 0 y 1. Se ensayaron dos tipos de curvas, $Y = a + bX$ e $Y = aX^2 + bX + c$, recta y cuadrática como indica

la Figura 3. Se optó (aquí se expresa otro criterio de selección) por la recta, dado que "castiga" situaciones cercanas a las límite más que la curva cuadrática, marcando con mayor magnitud estados próximos a los limitantes, alertando anticipa

damente así involuciones o deterioros en la calidad, y marcando a su vez una mayor diferencia entre la mejor y la peor condición o calidad.

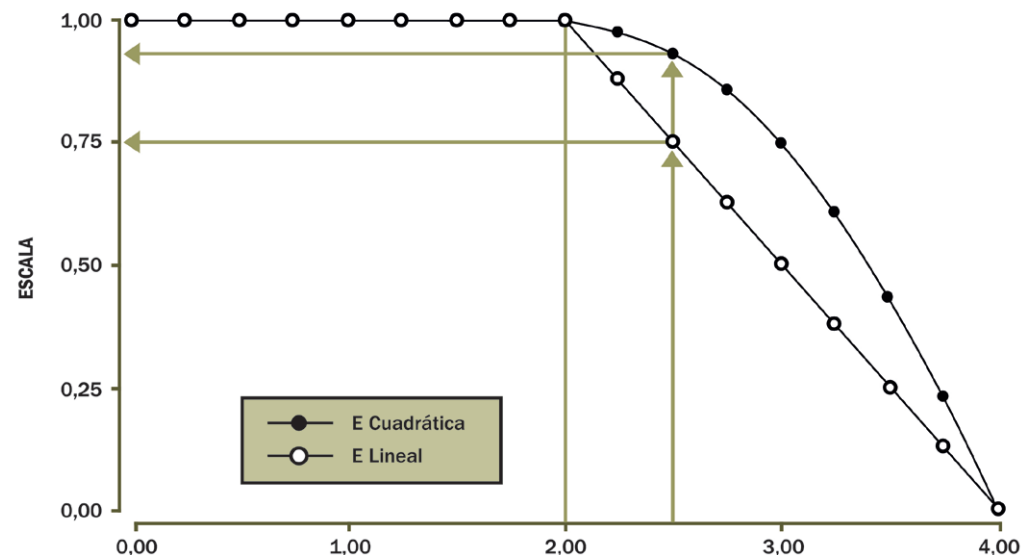


Figura 3: Curvas utilizadas para la transformación a valor de indicador

En la Tabla 3 se exponen las ecuaciones resultantes para los distintos indicadores.

Tabla 3: Ecuaciones que transforman los valores de laboratorio y campo a valores de indicador que se encuentran entre 0 y 1, es decir, de transición.

Indicador	Ecuaciones para transformar valores de transición a la escala entre 0 y 1
MO	Valor indicador MO = $-0,25 + 0,25 * \% MO_{0-10}$
pH	Valor indicador pH = $-3,35 + 0,67 * pH_{0-10}$ y $pH = 6,03 - 0,67 * pH_{0-10}$
CE	Valor indicador CE = $2 - 0,5 * CE_{0-10}$
RAS	Valor indicador RAS = $2,6 - 0,2 * RAS_{0-10}$
Dap finas	Valor indicador Dap finas = $6 - 4 * Dap$
Dap gruesas	Valor indicador Dap gruesas = $8,25 - 5 * Dap$
Inf.bás.	Valor indicador Ib = $0,02 * Ib$ e $Ib = 2 - 0,005 * Ib$
PFH	Valor indicador PFH = $2 - 0,5 * PFH$
PSH	Valor indicador PSH = $1,5 - 0,28 * PSH$

Los valores ya transformados a valores adimensionales, cuales quiera fueran sus rangos y unidades de expresión, pueden ser trabajados como si fueran equivalentes y, para este caso, sumados, generan un valor, el Índice de Calidad de Suelo (InCS), que representa al sitio.

$$InCS = (MO_{0-10} + pH_{0-10} + CE_{0-10} + RAS_{0-10} + Dap + Ib + PFH_{30} + PSH_{30})$$

$$InCS = 0 \rightarrow 8$$

Para categorizar la situación de una chacra, la escala resultante para el InCS que va de 0 a 8, se divide en cinco categorías o clases de calidad de suelos:

0 - 2	muy baja calidad de suelos
2 - 3,5	baja calidad de suelos
3,5 - 4,5	moderada calidad de suelos
4,5 - 6	alta calidad de suelos
6 - 8	muy alta calidad de suelos

Alertas sobre procesos de degradación y propuestas de manejo

Se aconseja repetir cada 4 ó 5 años, las determinaciones correspondientes a cada indicador, para alertar sobre el impacto del manejo del sistema productivo sobre el suelo. Dada la experiencia que brinda este trabajo, se recomienda, de ser posible, mantener una cobertura permanente y realizar labranza vertical para romper capas compactadas subsuperficialmente. De esta manera se aumentará la cantidad de materia or-

gánica, mejorando principalmente la infiltración, indicador de importancia vital para una zona bajo riego gravitacional. Se podrá también saber a través de estas mediciones en el tiempo, si se está produciendo un proceso de salinización, para lo cual se deberá replantear la práctica de riego, colocar freáticos que permitan conocer la "altura" de la napa y realizar enmienda, además del lavado de las sales.



Para transformar los valores de campo y laboratorio a valor indicador en forma más simple, el productor o técnico cuenta con tablas que surgen de las ecuaciones mencionadas anteriormente.

Bibliografía

ANDREWS S. S., KARLEN D. L. and MITCHELL J. P. 2002. A comparison of soil quality indexing method for vegetable production systems in Northern California. Elsevier Science B. V.

ARSHAD, M. A. y. MARTIN, S. 2002. Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystems. Elsevier Science B.V.

ARUANI, M.C.; BEHMER, S. N.; SÁNCHEZ, E. E. y ALVAREZ, O. 2002. Coberturas verdes. Efecto sobre la compactación inducida por el tráfico agrícola. Congreso Argentino de Horticultura.

ARUANI, M. C.; SÁNCHEZ, E. E.; REEB, P. 2006. Cambios en las propiedades de un suelo franco bajo producción orgánica de manzano utilizando coberturas vegetales. *Ci. Suelo (Argentina)* 24 (2) 131-137

BOUMA, J. 2002. Land quality indicators of sustainable land management across scales. Elsevier Science B. V.

BURGER, J. A.; KELTING, D. L. 1999. Using soil quality indicators to assess forest stand management. *Forest Ecology and Management* 122, 155-166. Elsevier Science B. V.

CASAMIQUELA, C; NOLTING, J.; HORNE, F. REQUENA, A. 1984. Documento básico para el programa "Riego, salinidad, y drenaje". INTA Alto Valle.

CANTÚ, M. P.; BECKER, A.; BEDANO, J. C.; SCHIAVO, H. F. 2007. Evaluación de la calidad de suelos mediante el uso de indicadores e índices. *Ci. Suelo (Argentina)* 25(2): 173-178.

CARTER, M. R.; GREGORY, E. G.; ANDERSON, D. W.; DORAN, J. W.; JANSEN, H.H. and PIERCE, F. J. 1997. Concepts of soil quality and their significance. Elsevier Science B. V.

Censo Provincial de Agricultura bajo Riego. 2005. Río Negro, Argentina.

DI PRINZIO, A; JORAJURÍA, D.; BEHMER, B. AYALA, C. ARAGÓN, A. 1998. El tráfico en el monte frutal: el tapiz vegetal y la distribución de la compactación. *Agro-Ciencia* 14 (2): 283-288.

DORAN, J. W.; PARKIN T. 1994. Defining and assessing soil quality. Soil Science Society of America.

DORAN, J. W.; ZEISS, M. 2000. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. Elsevier Science B. V.

DRAGHI, L; JORAJURÍA, D; CERRISOLA, C.; MÁRQUEZ DELGADO, L.; BOTTA, G. 2003. Reología del suelo de un monte frutal relacionada al manejo interfilas y a la intensidad de tráfico. VII Congreso Argentino de Ingeniería Rural. Balcarce. vol. 1 pág. 37.

DUMANSKI, J. 1997. Criteria and indicators for land quality and sustainable land management. *ITC Journal*. 3/4: 216-222.

GLOVER, J. D.; REGANOLD, J. P.; ANDREWS, P. 2000. Systematic method for rating soil quality of conventional, organic and integrated apple orchard in Washington State. Elsevier BV

GRANATSTEIN D., BEZDICEK D. F. 1992. The need for a soil quality index: local and regional perspectives. *American Journal of alternative Agriculture*.

INFOSTAT, 2009. Grupo InfoStat, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

LAL, R. 1994. Métodos y normas para evaluar el uso sostenible de los recursos suelo y agua en el trópico. (editor) CRC Press

MENDÍA, J. M.; IRISARRI, J. 1995. Las condiciones físicas del suelo asociadas al drenaje en el monte frutal. Curso internacional de suelo, Riego y Nutrición. Gral. Roca, RN, Argentina.

SOANE, B. D. 1990. The role of organic matter in soil compactibility: a review of some practical aspects. Elsevier Science Publishers B.V.

SOIL QUALITY INSTITUTE. 2001. Soil quality test kit guide. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service and Natural Resources Conservation Service.

RODRÍGUEZ A y MUÑOZ A. 2006. Síntesis Agrometeorológica para el período 1990-2004. EEA Alto Valle. Ed. INTA. Boletín Divulgación Técnica n° 53, 38 pp.

SÁNCHEZ, E. E. 1999. Nutrición mineral de fruta de pepita y carozo. INTA Alto Valle. RN. Argentina.

SÁNCHEZ, E. E. 2001. Manejo del suelo y la nutrición mineral en la producción orgánica. II Curso Internacional de Pera. General Roca, RN, Argentina.

TASSARA, M. 2007. Las heladas primaverales. Protección en frutales de clima templado-frío. INTA. EEA Alto Valle. Centro Regional Patagonia Norte.

VOGELER, I; CICHOTA, R.; SIVAKUMARAN, A.; DEURER, A. and MCIVOR, I. 2006. Soil assessment of apple orchard under conventional and organic management. *Australian Journal of soil Research* 44 (8) 745-752.

WOLKOWSKI, R.P. 1990. Relationship between wheel-traffic-induced soil compaction, nutrient availability, and crop growth: a review. *Journal of production agriculture*. Volume 3, nmo. 4, october-december 1990.