



Instituto Nacional  
de Tecnología  
Agropecuaria



Ministerio de Agricultura  
Ganadería y Pesca  
Argentina

## Estado actual del suelo y recomendaciones para un manejo sustentable en una región de Villa la Punta, Santiago del Estero

Savino P.<sup>1</sup>, Gomez N.A.<sup>2</sup>, Azar E. A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> INTA Santiago del Estero. [savino.patricio@inta.gob.ar](mailto:savino.patricio@inta.gob.ar); <sup>2</sup> INTA Santiago del Estero. [gomez.nestor@inta.gob.ar](mailto:gomez.nestor@inta.gob.ar); <sup>3</sup> INTA Santiago del Estero. [azar.emilio@inta.gob.ar](mailto:azar.emilio@inta.gob.ar)

### Introducción:

Villa La Punta es una localidad argentina ubicada en el departamento Choya, provincia de Santiago del Estero. Se encuentra sobre la Ruta Provincial 24, a 80 km al este de la ciudad de Frías, y a 5 km de Estación La Punta. El área circundante está constituida por las últimas estribaciones del Complejo Sierra Brava de la unidad orográfica El Alto, Ancasti o Guayamba. La pendiente oriental, se prolonga en la llanura estabilizada, constituida por los depósitos del cuaternario, homogéneos, predominantemente limosos, de origen eólico, cuya estructura afectada por fracturas diversas, controla los grandes rasgos del relieve (Angueira 2007). (Figura 1)

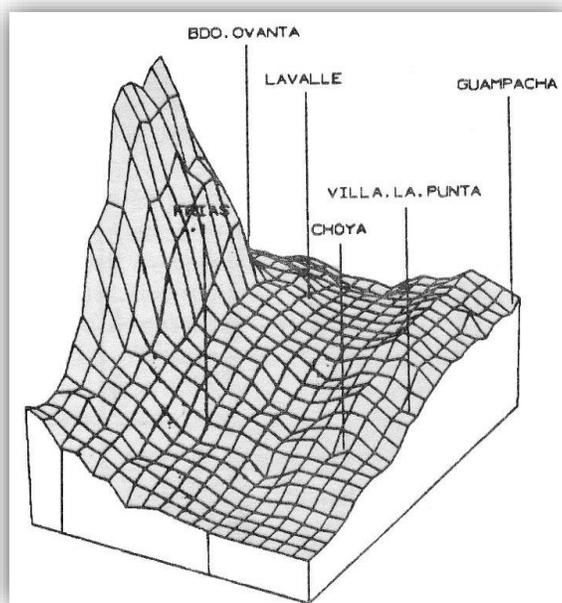


Figura 1: *Bloque Diagrama de grandes rasgos del relieve* (Angueira 2007).



Según el estudio de Las Regiones Naturales del NOA, se reconocen tres grandes unidades: FRIAS, TAPSO y LAVALLE, indicadas en la Figura 2.

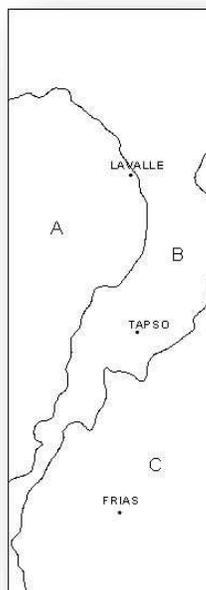


Figura 2: *Regiones Naturales.*

La región natural “B” Tapso (Figura 2) se caracteriza por ser una franja discontinua que separa el Chaco Semiárido del relieve montañoso, constituida por amplias lomadas ligeramente onduladas, relativamente altas, donde las cotas de las partes más elevadas tienen una altura promedio de 400 metros s.n.m., bisectadas por cauces de avenamiento temporario con diferente grado de expresión.

Se distinguen tres estratos de vegetación:

**Arbóreo:** quebracho colorado, quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco*), Mistol (*Zizyphus mistol*), algarrobo (*Prosopis nigra* y *P. alba*), brea (*Cercidium australe*), Sombra de toro (*Iodina rhombifolia*), ucle (*Cereus validus*). **Arbustivo:** jarilla (*Larrea divaricata*), atamisqui (*Atamisqui emarginata*), Shinqui (*Mimosa fainosa*), ancoche (*Vallesia glabra*), pichanilla (*Cassia aphilla*), quimilo (*Opuntia quimilo*), tatapispa (*Celtis pallida*). **Herbáceo:** *Setaria argentina*, *Gouinia latifolia*, saetilla (*Aristida adscencionis*) entre las gramíneas y tunilla (*Opuntia pampeana*), *Helenium donianum*, *Gundelia discoidea*, entre las dicotiledóneas. En las áreas deprimidas, habitan en terrenos con diferente grado de salinización y alcalinización especies como *Paspalum vaginatum*, *Spartina* sp, *Portulaca* sp, *Chenopodium* sp, *Juncus* sp, cachiuyuyo (*Atriplex montevidensis*) y jume (*Salicornia ambigua*).



Los suelos del área son Haplustoles con perfil A-AC-C encontrándose algunas unidades cartográficas constituidas por un suelo o el agrupamiento de más de un suelo, es decir por dos o más series (Angueira 2007).

Los sistemas productivos predominantes del área son ganaderos, con parcelas agrícolas de pocas hectáreas de extensión. En los últimos años la vegetación nativa ha sido desplazada con fines productivos en donde la carga animal aplicada para pastoreo de hierbas nativas y un manejo agrícola poco tecnificado, ha dejado al descubierto la vulnerabilidad física y química de estos suelos.

## **Materiales y métodos**

En el marco del proyecto Vivir y Producir en el Bosque Chaqueño del programa EUROCLIMA+, el cual promueve la producción sustentable que permita el desarrollo de las comunidades locales y la preservación de los montes, se desarrolló un muestreo de suelo. En la misma participaron los técnicos del INTA Santiago del Estero: Ing. Agr. Msc. Patricio Savino, los Sres. Cesar Rodríguez y Ramiro Rodríguez del Área de Recursos Naturales de la EEA Santiago del Estero y el equipo de la AER Frías Rafael Piedrasanta, Paolo Pisano y Carlos Llorvandi.

Previo al muestreo de suelo y por medio de imágenes satelitales y mapas de suelos del sitio piloto denominado “La Represa”, localizado en la ecorregión Tapso a 20 km de la localidad de Villa la Punta, provincia de Santiago del Estero, se definieron distintas “clases” homogéneas de ambientes. Posteriormente se procedió a la demarcación de una transecta (Figura 3) sobre la cual se realizó el muestreo de suelo durante los días 5 y 12 de julio de 2021.

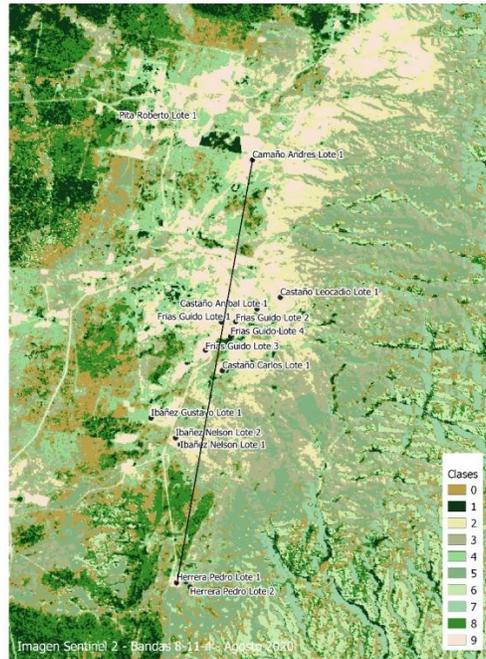


Figura 3: *clases homogéneas y transecta*

Sobre la mencionada transecta, se seleccionaron lotes representativos de las distintas “clases”, que contenían los dos usos del suelo, agricultura y monte nativo. Las “clases” o “ambientes” representados fueron Clase 2, Clase 4 y Clase 8 y sobre cada una de ellas se obtuvieron muestras de suelos (4 puntos por cada clase, profundidad y uso de suelo) (tabla 1).

Tabla 1: puntos de muestreos seleccionados

Productor	Nº de Lote	Clase	Puntos de muestreo agricultura	puntos de muestreo en Monte
Herrera Pedro	1	2	1	1
Herrera Pedro	2	4	1 y 2	1 y 2
Castaño Carlos	1	2	2	2
Frias Guido	1	2	3	3
Frias Guido	4	4	3 y 4	3 y 4
Camao Andres	1	2	4	4
Pita Roberto	1	8	1; 2; 3; 4	1; 2; 3; 4



Determinaciones:

Las muestras de suelos fueron llevadas a laboratorio de suelo del INTA Santiago del Estero y se le realizaron las siguientes determinaciones: pH, Conductividad Eléctrica (CE) (Jackson, 1976) y Textura (Tex) -Bouyoucos, (1962) a las profundidades de 0-30, 30-60 y 60-90 cm. Por otro lado, para la determinación de Fósforo extractable (P ex) (Olsen et al. 1954), Nitrógeno Orgánico Total (NOT) (Kjeldahl 1883), Carbono Orgánico Total (COT) (Walkley y Black, 1934), y Densidad aparente (Dap) (Burke et al. 1986) las determinaciones fueron hechas para muestras tomadas a 0-15 cm y 15-20 cm de profundidad

Características Texturales de los Ambientes analizados

Ambiente Clase 2: Los suelos de estos ambientes se caracterizan por tener texturas franco limosa a arenoso franco en todo el perfil estudiado, lo que le confiere buena proporción de macro y mesoporos, baja agregación, retención de agua intermedia a baja y gran susceptibilidad a procesos físicos de compactación, densificación, erosión hídrica.

Ambiente Clase 4: Caracterizado por la clase textural franco arenosa en todo el perfil estudiado, lo que le confiere buena proporción de macroporos y una baja agregación, baja retención de agua, baja susceptibilidad a procesos de compactación. El sitio de muestreo se ubicó en una posición de “media loma” donde los potenciales procesos de erosión hídrica son muy frecuentes cuando los suelos poseen una baja capacidad de formar agregados estables.

Ambiente Clase 8: Se caracterizan por tener texturas franco limosa en todo el perfil estudiado, lo que confiere una buena proporción de macro y mesoporos, buena agregación, intermedia retención de agua e intermedia susceptibilidad a procesos físicos de densificación, alta formación de costras superficiales, como así también a la formación de estructuras laminares subsuperficiales. Consecuentemente, el desarrollo de los últimos tres procesos antes mencionados, desembocaría en erosión hídrica debido a la alta pendiente presente en esta región.

**Resultados y discusión**

Densidad aparente: Ninguna de las tres clases estudiadas presentaron densificación, como tampoco lo hizo para los distintos uso (agrícola y monte). La clase 2 promedió: 1,26 g/cm<sup>3</sup> para las texturas franco limosas y 1,40 para texturas arenoso franco, mientras la Clase 4, como promedio: 1,39 g/cm<sup>3</sup> son correspondientes con el tipo de textura presente. La clase 8, presenta un promedio de Dap de 1,24 g/cm<sup>3</sup>. En esta última, se encuentra una capa de “tosca” (Carbonato de Calcio) a partir de los 90 cm de profundidad, esto sumado a las pendientes



presentes en el sitio de muestreo incrementarían la susceptibilidad de estos suelos a sufrir procesos de erosión hídricos

#### Conductividad Eléctrica y pH:

En la primera profundidad (0 a 15 cm), las tres clases mostraron valores bajos de CE, por debajo de 1 en todos los casos, con excepción del monte de la clase 4 y agrícola de la clase 8, con 1,65 y 1,23 ds/m respectivamente (figura 4). No se encontraron diferencias estadísticas entre el sitio agrícola y monte de cada clase estudiada. En este sentido, y para situaciones agrícolas y de monte de la misma provincia argentina, Gomez et al., (2019) observo que la CE presentaba una disminución del 50% con respecto a la situación prístina o monte. Por su parte Galizzi et al., (2016) observaron para situación agrícola valores de entre 2 a 4 ds/m en diez rotaciones con siembra directa

En la segunda profundidad (15 a 30 cm) el sitio monte, muestran valores de CE más altos que los encontrados en la profundidad anterior. Contrariamente los sitios agrícolas mantienen niveles similares de CE entre las profundidades (figura 4). Este incremento del tenor salino no llega a niveles críticos que puedan afectar a los cultivos agrícolas desarrollados en la zona. Los valores registrados en el suelo, son inferiores a los valores umbrales de los cultivos, por ejemplo, para cultivo de algodón se considera 7 dS/m (Chen et al., 2010) y en soja 5 dS/m.

El pH de los suelos estudiados estuvo entre 7,23 y 7,38 para los sitios de monte y agrícola respectivamente en la primera profundidad. Entre los 15 a 30 cm, 30 a 60 y 60 a 90 cm de profundidad los niveles de pH se encontraron en el rango de neutro a levemente alcalino, sin encontrarse diferencias estadísticas entre los dos usos estudiados en ninguna de las profundidades evaluadas. Estos valores de pH son típicos de gran parte de los suelos de la provincia de Santiago del Estero, y se encuentran en un rango que permiten una óptima disponibilidad de nutrientes y consecuentemente el normal desarrollo de cultivos agrícolas y pasturas (Galizzi, et al., 2015).

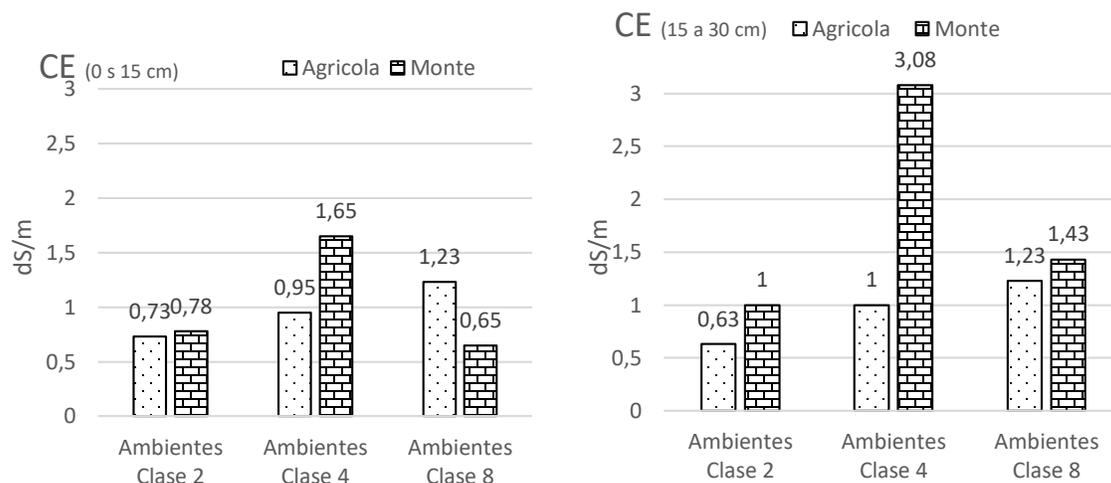


Figura 4. Conductividad eléctrica (CE), para las dos profundidades 0-15 y 15-30 cm, y los tres ambientes – Clase 2, Clase 4 y Clase 8- y los sitios agrícola y monte.

### Carbono Orgánico Total (COT%)

Los contenidos de COT para suelos prístinos suelen presentar valores superiores a los agrícolas (Gomez et al., 2019). Sin embargo en esta evaluación el ambiente de la clase 2, presenta el comportamiento inverso en ambas profundidades, sin registrarse diferencias estadísticas. Para la ya mencionada clase, el sitio agrícola contiene 1,63 % de COT en los primeros 15 cm, siendo superior en un 46% al de monte (figura 5). En la segunda profundidad, el agrícola es un 17 % superior al del monte (1,07%).

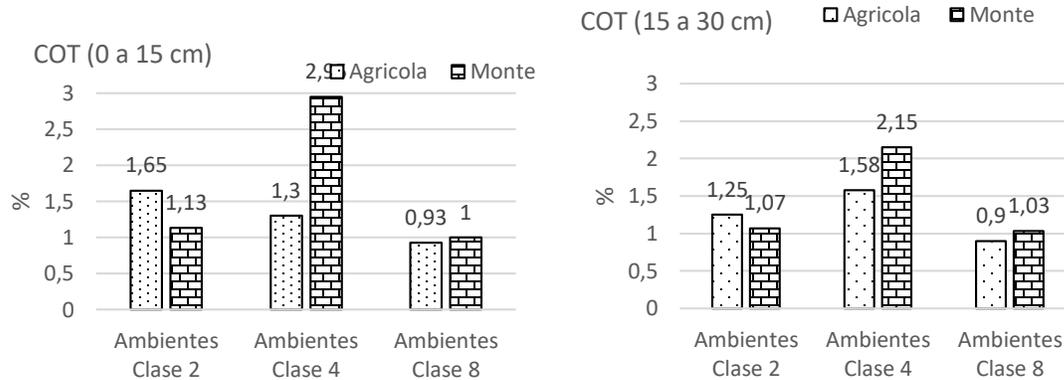
En ambientes de clase 4, los valores de COT de la primera profundidad (0 y 15 cm), presentaron diferencias estadísticamente ( $p$ -valor=0,0001) entre los dos usos del suelo. El monte presentó 2,95% de COT, mientras que en el sitio agrícola fue un 55% más bajo (figura 5). Por su parte, en el estrato de 15 a 30 cm, no se encontró diferencias significativas ( $p$ -valor= 0,1593), registrándose un valor de COT de 2,15% para el monte, mientras que para los sitios agrícolas fue un 27% más bajo.

Es importante destacar que en los sitios de monte de los ambientes de clase 4, se registraron síntomas avanzados de procesos de erosión hídrica (erosión en cárcavas y erosión en surco), los cuales habría que estudiar con mayor detalle y dar solución para impedir que continúe avanzando.

En la clase 8, el COT no mostró diferencias ( $p$ -valor=0,4626) entre los distintos usos de suelo (agrícola y monte) tampoco en las profundidades estudiadas ( $p$ -valor=0,2666) (figura 8). El monte registró valores levemente superiores en superficie (1,03%) como en profundidad (1%). A pesar de ello, estos valores de carbono son bajos, lo que sería consecuencia del uso



ganadero y el sobrepastoreo que tienen los lotes con monte nativo. Los bajos niveles de COT registrados en esta Clase de ambientes predispondrían a los suelos de textura franco limosa, a sufrir procesos de encostramiento lo que generaría potenciales problemas de erosión hídrica.



**Figura 5.** Carbono Orgánico Total (COT), para las dos profundidades 0-15cm (izquierda) y 15-30 cm (derecha), en los tres ambientes – Clase 2, Clase 4 y Clase 8- y los sitios agrícola y monte.

Nitrógeno Orgánico Total (NOT%)

En el ambiente de clase 2 se pudo apreciar que el NOT no presentó diferencias entre los usos y profundidades. En el sitio agrícola de la ya mencionada clase, el NOT fue de 0,14% y 0,11% para la primera y segunda profundidad respectivamente, mientras que el sitio monte presentó valores 27% y 22% más bajos que el agrícola respectivamente para las profundidades de 0 a 15 y 15 a 30 cm.

En la Clase 4, el NOT presentó el mismo comportamiento que el COT para las dos profundidades estudiadas. Se encontraron diferencias estadísticas (*p-valor*=0,0001) en los primeros 15 cm de profundidad, donde el NOT del suelo de monte (0,22%) fue el doble que el presente en el sitio agrícola (0,11%). Por su parte, entre los 15 a 30 cm de suelo, no se obtuvieron diferencias estadísticas (*p-valor*=0,1610) con los niveles de NOT de los usos estudiados, donde el suelo de monte mostro un porcentaje de este nutriente de 0,12% y el agrícola 0,16%. Esto puede significar que en el sitio monte hubo un aprovechamiento excesivo con los animales o un sobrepastoreo intenso.

Los valores de NOT de la Clase 8 no mostraron diferencias entre los usos del suelo estudiados y las profundidades, logrando un valor de 0,09% en los dos usos y las dos profundidades estudiadas. Es de rescatar que estos niveles de nitrógeno se encuentran en un nivel bajo, lo que puede poner en riesgo la productividad de los lotes si no son bien manejados durante la explotación agropecuaria.



Estos indicadores muestran que hay un aprovechamiento excesivo del monte nativo, en un ambiente muy frágil. Por lo cual el nivel de degradación sufrido por los suelos del monte sobrepastoreado es el mismo que el sufrido por el sitio agrícola

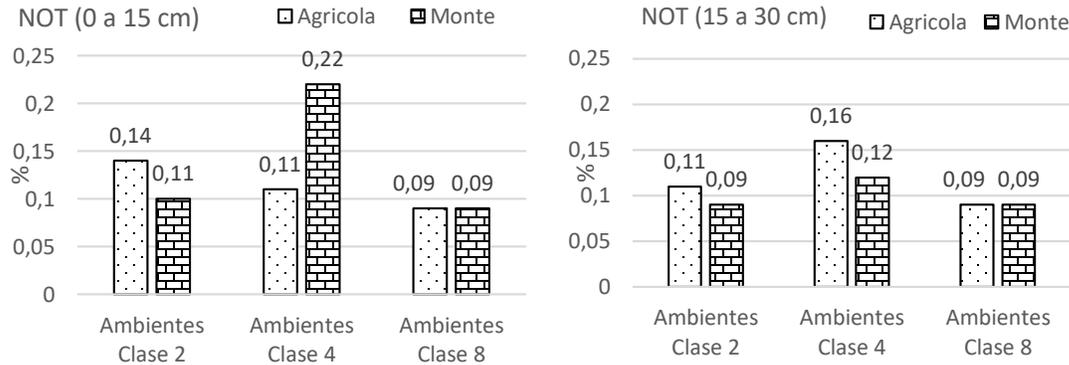


Figura 6. Nitrógeno Orgánico Total (NOT), para las dos profundidades 0-15 (izquierda) y 15-30 cm (derecha), en los tres ambientes – Clase 2, Clase 4 y Clase 8- y los sitios agrícola y monte.

Los valores de nitrógeno y carbono de la zona estudiada podrían clasificarse como bajos. Por lo tanto, la realización de actividades agrícolas/ganaderas sobre estos suelos debe realizarse bajo manejos sustentables y en caso de producción ganadera, tratando de utilizar bajas cargas animal en lotes con pastura nativas sin llegar a sobrepastoreo de sitios.

Fosforo Extraíble (Pex)

En general los valores obtenidos de Pex para todos los sitios, tanto en monte como en agrícola, fueron muy bajos, (por debajo de 8 ppm) (figura 6), esto probablemente se deba a los orígenes del suelo que proviene de un pobre contenido de fósforo.

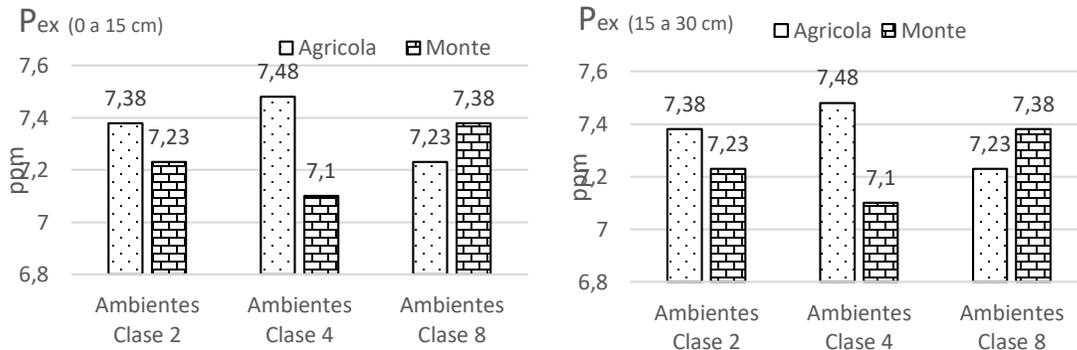


Figura 6. Contenido de fósforo extraíble Bray, para las dos profundidades 0-15 cm (izquierda) y 15-30 cm (derecha), en los tres ambientes – Clase 2, Clase 4 y Clase 8- en los sitios agrícola y monte.



En la clase 2, los valores de Pex no mostraron diferencias entre los distintos usos, como tampoco lo hicieron en ninguna de las profundidades ( $p$ -valor=0,6397 para los 0 a 15 cm y  $p$ -valor=0,0776 para los 15 a 30 cm). En los primeros 15 cm de profundidad el Pex osciló entre 7,23 y 7,38 ppm para el sitio de monte y agrícola respectivamente, mientras que entre los 15 a 30 cm los valores de este nutriente fueron de 6,97 ppm para el monte y 7,35 ppm para el suelo bajo agricultura.

Estos niveles de Pex podrían clasificarse como “bajos” y representarían una fuerte limitante para la producción agrícola/ganadera en estos ambientes.

En la clase 4, los valores de Pex no mostraron diferencias entre los distintos usos estudiados en la primera profundidad ( $p$ -valor=0,0637 para los 0 a 15 cm), pero si se registró diferencias en la segunda profundidad ( $p$ -valor=0,0400). En los primeros 15 cm de profundidad el Pex osciló entre 7,10 y 7,48 ppm para el sitio de monte y agrícola respectivamente, mientras que entre los 15 a 30 cm los valores de este nutriente fueron de 7,45 ppm para el monte y 7,03 ppm para el suelo bajo agricultura.

En los suelos de ambientes de clase 8, los valores Pex no mostraron diferencias entre los distintos usos y profundidades estudiados ( $p$ -valor=0,5074 para los 0 a 15 cm y  $p$ -valor=0,3001 para los 15 a 30 cm). En los primeros 15 cm de profundidad el Pex osciló entre 7,25 y 7,40 ppm para el sitio de monte y agrícola respectivamente, mientras que entre los 15 a 30 cm los valores de este nutriente fueron de 7,25 ppm para el monte y 7,38 ppm para el suelo bajo agricultura.

Estos niveles de Pex para los 3 sitios evaluados podrían clasificarse como “bajos” y representan una gran limitante para la producción agrícola/ganadera de los suelos.

### **Conclusión general**

Independientemente de la clase de ambiente estudiado, los suelos muestran procesos de degradación tanto en sitios de monte como en agrícolas, debido a la fragilidad de los mismos y a un deficiente uso de los recursos. Las pendientes altas y pronunciadas, típicas de esta zona, sumado a las texturas (con poca capacidad intrínseca de formar agregados) y la baja cantidad de materia orgánica, llevan a estos sistemas a sufrir procesos de degradación tanto químicos como físicos. Dichos procesos son la pérdida de nitrógeno, carbono y la erosión hídrica presente en todos los sitios evaluados con magnitudes distintas.

El déficit de fósforo extraíble es una constante en todos los suelos de los ambientes estudiados, pero sería de esperar que esta deficiencia sea el resultado de un material original pobre en este nutriente y no la consecuencia del manejo.

Por otro lado, es bueno destacar que no se vislumbran procesos de salinización o alcalinización.



Instituto Nacional  
de Tecnología  
Agropecuaria



Ministerio de Agricultura  
Ganadería y Pesca  
Argentina

## Bibliografía

- Angueira C. (2007). Carta de Suelos y Evaluación de Tierra Lavalle-Tapso-Frias. ediciones INTA.
- Bouyoucos, GJ (1962). Método de hidrómetro mejorado para realizar análisis de tamaño de partículas de suelos 1. Revista de agronomía , 54 (5), 464-465.
- Chen, W., Hou, Z., Wu, L., Liang, Y., & Wei, C. (2010). Effects of salinity and nitrogen on cotton growth in arid environment. *Plant and Soil*, 326(1), 61–73. <https://doi.org/10.1007/s11104-008-9881-0>
- Galizzi, F; Gonzales, Celia, C., ; Nazar, Pablo, E. E. T., & María, J; Ramirez, Noelia M; Gomez, N. (2015). Condición inicial de un suelo degradado por el uso agrícola continuado en la zona IV de riego del Rio Dulce ( Provincia de. *X Jornadas de La Ciencia y Tecnología de Facultades de Ingeniería Del NOA. Salta 21 y 22 de Mayo de 2015*, 1–4.
- Galizzi, F. A., Sánchez, M. C., González, C. C., & Bonell, C. L. (2016). *Siembra directa y rotaciones. Efectos sobre algunas propiedades de un suelo en Santiago del Estero*. 1–12.
- Gomez, N. A., Lescano, M., Contreras, M., Azar, E. A., Patricio, S., & Sainz Rozas, H. (2019). EFECTO DEL CAMBIO EN EL USO DEL SUELO EN EL OESTE DE SANTIAGO DEL ESTERO, SITUACIÓN PRÍSTINA A UNA AGRICOLA. *IV Jornadas Nacionales de Suelos de Ambientes Semiaridos*.
- Jackson, M. 1976. Análisis químico de suelos. Ed. Omega. Barcelona. 662 pp.
- Norma IRAM- SAGPyA 29571-2. 2009. Determinación de materia orgánica en suelos. Parte 2- Determinación de carbono orgánico oxidable por mezcla oxidante fuerte, escala semi-micro.
- Olsen SR, Cole CV, Watanabe FS, Dean LA. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA