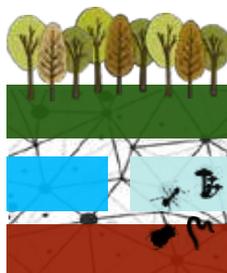


IGUAZÚ
2019



CONEBIOS 6

EL SUELO ESTÁ VIVO

ACTAS
**6° CONGRESO NACIONAL
DE ECOLOGÍA Y BIOLOGÍA DE SUELOS**

15 al 19 de septiembre de 2019
Puerto Iguazú

Organiza:

Asociación Argentina de Biología y Ecología de Suelos (SABES)



Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria



Instituto de Ecología y Desarrollo Sustentable



Caracterización del suelo, reservorios de carbono y la biota edáfica en dos vegas de la Puna Argentina

Chiappero, M. Fernanda^{1*}; Vaieretti, M. Victoria²; Izquierdo, Andrea E¹.

¹ Instituto de Ecología Regional (IER). UNT-CONICET. Tucumán.

² Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV). UNC-CONICET. Córdoba.

* ferchiappero95@gmail.com

Resumen

Las vegas, humedales claves de ecosistemas áridos de alta montaña, se caracterizan por tener suelos con horizontes superficiales orgánicos bien definidos que podrían constituir grandes reservorios de carbono (C). Sin embargo, la magnitud del C almacenado en el suelo, y su relación con factores bióticos y abióticos implicados en este proceso han sido poco estudiados. Realizamos un estudio descriptivo en dos vegas de Catamarca: vega asociada a la Laguna Negra (VLN) y vega asociada a la Laguna Tres Quebradas (VLTQ) en las cuales cuantificamos el C almacenado en suelo y raíces y caracterizamos las comunidades de microorganismos e invertebrados edáficos. En cada vega, seleccionamos 5 puntos donde recolectamos muestras compuestas de suelo para determinar características edáficas generales (0-15cm) y el contenido de C en suelo y raíces (0-30cm). Además, recolectamos muestras de los primeros 5cm del suelo para analizar la composición y biomasa de microorganismos (PLFA), su actividad (FDA) y la mesofauna (Berlese-Tullgren). El suelo de la VLN presentó mayor conductividad, materia orgánica y nitrógeno total, pero menores contenidos de nitratos, que el suelo de la VLTQ. El C almacenado en el suelo fue mayor en la VLN comparado con la VLTQ (282 y 71mg/ha, respectivamente). Sin embargo, el C almacenado en raíces siguió el patrón opuesto (16 y 27mg/ha; VLN y VLTQ respectivamente). En la VLN se observó mayor biomasa y actividad microbiana (dominada por bacterias), pero menor abundancia, riqueza y diversidad de invertebrados edáficos que en la VLTQ. Las vegas estudiadas difieren en el contenido de C almacenado en el suelo. Las asociaciones entre los parámetros edáficos medidos muestran que, posiblemente estas diferencias estén asociadas a diferencias en las tasas de reciclado del C y nitrógeno, las cuales están determinadas tanto por las características del ambiente como por los organismos edáficos presentes. En la VLTQ, las características físico-químicas del suelo favorecen la abundancia de comunidades fúngicas y sus consumidores asociados, quienes promoverían un ciclado más lento tanto de C como de nitrógeno, en comparación con la VLN.

Palabras clave: humedales, reservorios de carbono, organismos del suelo.

Introducción

Las vegas son humedales de alta montaña, característicos de la Puna. A pesar de que ocupan menos del 1% de la superficie de la región (Izquierdo et al., 2016) son la principal fuente de forraje y agua para los animales tanto nativos como domésticos. Además, desarrollan perfiles de suelo con horizontes superficiales orgánicos que pueden acumular grandes cantidades de carbono (C). El desarrollo de estos horizontes orgánicos se debe a la alta productividad (Baldassini et al., 2012) y baja descomposición. Mientras que la primera es estimulada por una alta concentración de nutrientes y disponibilidad de humedad en el suelo (Cooper et al. 2015), la segunda es limitada por las condiciones de anegamiento y bajas temperaturas (Segnini et al. 2010). Además, las características edáficas tales como pH, conductividad, concentración de nitrógeno, fósforo, entre otros, podrían ser importantes en determinar el contenido de C en suelos, ya que son factores que pueden condicionar tanto la productividad vegetal como la actividad de los organismos descomponedores.

Por ejemplo, aquellos suelos que presentan mayor contenido de nutrientes podrían sostener una mayor productividad vegetal, lo cual estimularía una mayor incorporación de materia orgánica al suelo. A su vez, la composición y actividad de las comunidades de microorganismos y la mesofauna edáfica que regulan la formación de la materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes en el suelo a partir de la degradación de la vegetación muerta (Nielsen et al., 2011), pueden variar según las condiciones ambientales edáficas. Es decir, las características del ambiente edáfico, la composición y actividad de los organismos presentes, y las relaciones entre ambos, determinarán la formación de la materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes en el suelo (Cotrufo et al., 2013).

El objetivo de este trabajo fue describir la variabilidad en las características físico-químicas del suelo, las comunidades de microorganismos y la mesofauna edáfica, y cuantificar el C almacenado en el suelo y raíces, en dos vegas de la región de la Puna.

Tabla 1: Características físico-químicas del suelo en los primeros 15cm de profundidad en las vegas estudiadas (Valores medios y entre paréntesis el desvío estándar). CE=conductividad eléctrica; MO=materia orgánica; CIC=capacidad de intercambio catiónico. VLN = Vega Laguna Negra, VLTQ = Vega Laguna Tres Quebradas.

Características edáficas	VLN	VLTQ
pH	8,22 (± 0,19)	8,07 (± 0,23)
CE	7920,50 (± 2876,55)	1350,83 (± 716,75)
MO (%)	19,55 (± 3,97)	7,87 (± 3,43)
N total (mg/g)	5,90 (± 1,37)	3,02 (± 1,74)
C:N	19,47 (± 2,70)	20,49 (± 13,12)
P total (%)	0,53 (± 0,08)	0,58 (± 0,03)
K total (%)	0,16 (± 0,09)	0,18 (± 0,05)
CIC (Cmol/ckg)	25,23 (± 9,43)	15,5 (± 2,36)
NH ₄ ⁺ (ppm)	71,08 (± 27,19)	66,42 (± 90,22)
NO ₃ ⁻ (ppm)	8,10 (± 3,33)	57,22 (± 41,85)

Materiales y métodos

Seleccionamos dos vegas, una asociada a la Laguna Negra (VLN) y la otra a la Laguna Tres Quebradas (VLTQ), localizadas a una altitud aproximada de 4100m.s.n.m, al oeste de la provincia de Catamarca. El área corresponde a la región de la Puna (Cabrera, 1976). La temperatura media anual de la ecorregión varía entre los 9 y 7°C y las precipitaciones entre los 400 y 100mm (Izquierdo et al., 2016). Los suelos son hídricos y se clasifican como orgánicos o Histosoles (Tchilinguirian & Oliveiras, 2012). En las vegas estudiadas, la variación de la napa es entre los 0cm (napa en superficie) y 15cm de profundidad.

En 5 puntos de cada vega, recolectamos muestras de suelo en los primeros 15cm de profundidad para determinar características edáficas generales tales como: conductividad, pH, contenido de materia orgánica, nitrógeno total, fósforo total, potasio, capacidad de intercambio catiónico, amonio y nitrato disponibles. Otras 5 muestras compuestas de suelo fueron tomadas a 0-5, 5-15 y 15-30cm de profundidad, secadas en estufa a 105°C, y tamizadas (malla 2mm)

para separar las raíces. Posteriormente, el contenido de C se determinó con un Analizador Elemental (Perkin Elmer 2400, series II). Para estimar el contenido de C en ambos compartimentos (suelo y raíces), se calculó la densidad aparente de suelo con la fórmula de Post & Kwon (2000).

Adicionalmente, recolectamos 5 muestras compuestas hasta 5cm de profundidad para determinar la composición de las comunidades de microorganismos mediante perfiles de ácidos fosfolípidicos (PLFA; Bossio & Scow 1998). Pesamos 7g de muestras de suelo seco y extrajimos los fosfolípidos empleando una mezcla de cloroformo:metanol: buffer fosfato (1:2:0,8) y columnas de extracción en fase sólida (Ácido silícico Sil350-Sigma). Identificamos los fosfolípidos con un cromatógrafo gaseoso y los cuantificamos con un estándar interno. Además, medimos la actividad enzimática microbiana mediante la hidrólisis del fluoresceín di-acetato (FDA, Adam & Duncan 2001). Para ello, incubamos 1g de suelo a 30°C con buffer fosfato (0,5mM, pH=7,6) y 100µl de FDA (2mg/ml) por 30 minutos. Por la acción de las

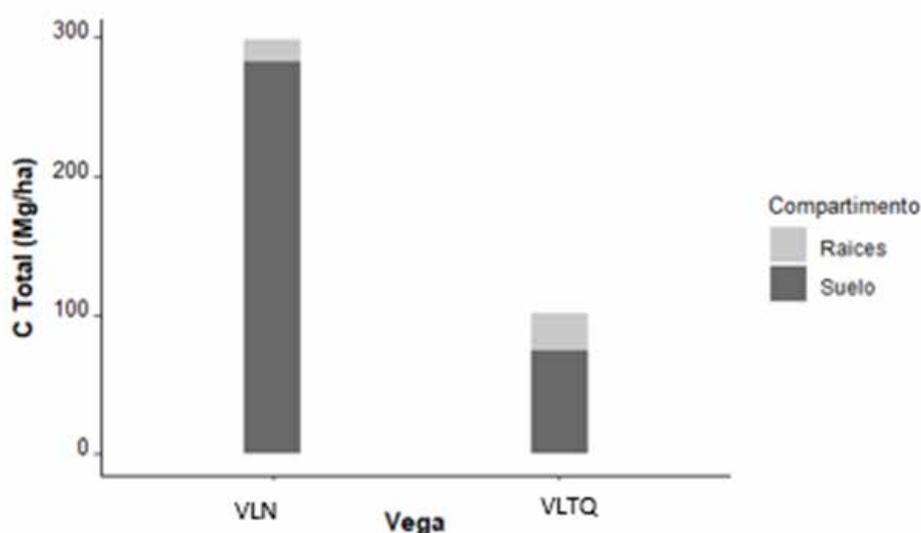


Figura 1. Carbono almacenado (Mg/ha) en los dos compartimentos estudiados, raíces y suelo, en dos vegas de la región de la Puna. VLN= Vega Laguna Negra, VLTQ=Vega Laguna Tres Quebradas.

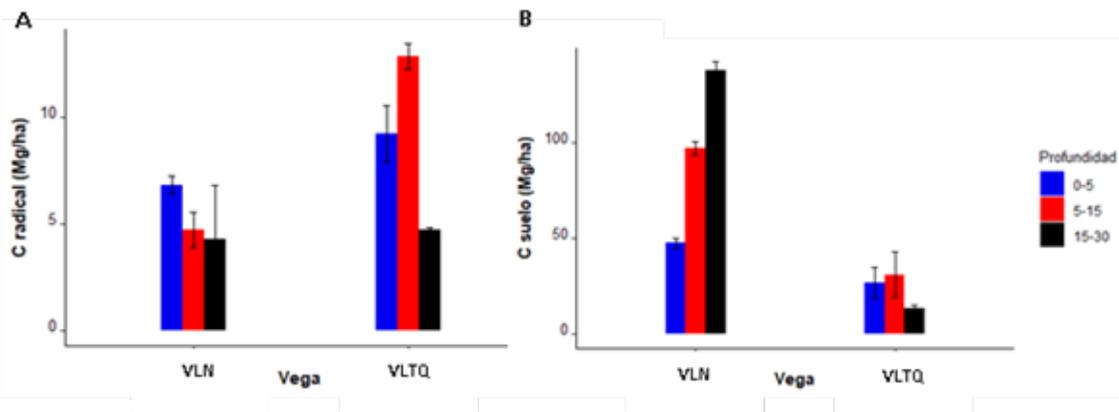


Figura 2. Carbono almacenado en raíces (A) y suelo (B) a diferentes profundidades en dos vegas de la región de la Puna. VLN= Vega Laguna Negra, VLTQ=Vega Laguna Tres Quebradas.

enzimas, el FDA se escinde liberando fluoresceína y cuantificándose con un espectrofotómetro (490nm).

Por último, recolectamos otras 5 muestras compuestas hasta 5cm de profundidad, para extraer los invertebrados, durante 5 días con el método de Berlese-Tullgren. Utilizamos una malla de 1mm, una lámpara de 25W y alcohol 70% para conservar los individuos. Posteriormente, los identificamos hasta el nivel de orden/suborden y determinamos la abundancia, riqueza y diversidad.

Dado que no contamos con suficiente número de réplicas, el trabajo no presenta análisis estadísticos, por lo que los resultados que describimos son sólo a modo comparativo y, por lo tanto, no deben tratarse como diferencias con significancia estadística.

Resultados y discusión

En general, los suelos de las dos vegas son básicos y con una alta conductividad eléctrica, dada por el alto contenido de sales presentes (Tabla 1). El suelo de la VLN presentó un mayor contenido de materia orgánica, la cual podría explicar una mayor concentración de nitrógeno total y además mayor almacenamiento de C en esta vega (Lehmann & Kleber, 2015). En particular, la VLN almacenó tres veces más C total (suelo + raíces) que la VLTQ (Fig. 1). Además, la distribución en profundidad del C almacenado en suelos y raíces, difirió entre vegas. En la VLTQ el C almacenado en la biomasa radical fue dos veces mayor que en la VLN. Más del 40% del C radical estuvo almacenado entre los 0-5cm en la VLN, mientras que en la VLTQ estuvo entre los 5-15cm de profundidad (Fig. 2A). Respecto al C almacenado en el suelo, en la VLN más del 40% del C estuvo contenido a una profundidad de 15-30cm, en tanto que en la VLTQ se observaron mayores porcentajes de C almacenado

entre los 5-15cm (Fig. 2B). Resta por evaluar si estas diferencias en la distribución del C, se asocian a la composición de las comunidades vegetales, ya que diferentes especies de plantas podrían diferenciarse en la asignación de C a biomasa aérea y radical, como también en la cantidad y calidad del C que aportan a través de la hojarasca (Wardle, 2006).

Con respecto a las comunidades de microorganismos, cuantificamos en promedio 209,6 y 147,6µg PLFA por gramo de suelo seco para la VLN y VLTQ, respectivamente. Dentro de la comunidad de bacterias, predominaron las Gram (-) en relación a Gram (+), y a su vez, observamos mayor biomasa de Gram (-) en la VLN (125,13µg PLFA/g suelo seco) que en la VLTQ (80,60µg PLFA/g suelo seco) (Fig. 3). A pesar de que la biomasa fúngica fue similar en ambas vegas (5,52 y 6,30µg PLFA/g suelo seco, respectivamente; Fig. 3), la proporción de biomasa fúngica y bacteriana fue de casi la mitad en la VLN (hongos/bactPLFAs= 0,027) comparada a la VLTQ (hongos/bactPLFAs = 0,045). Posiblemente, el mayor contenido de nitratos disponibles en el suelo en la VLTQ podría estar relacionado a la mayor proporción de hongos en dicha vega, ya que estos organismos son más eficientes en la retención de N inorgánico en el suelo (de Vries et al., 2012). A su vez, la mayor abundancia de hongos en VLTQ podría estar asociada a las características edáficas generales tales como el menor contenido de materia orgánica y N total (de Vries & Shade, 2013). Con respecto a la actividad enzimática, en la VLN se observaron valores medios más altos en relación a la VLTQ (Fig. 4). Una mayor actividad microbiana podría relacionarse a la mayor biomasa de microorganismos en la VLN.

Se recolectaron un total de 533 invertebrados en los primeros 5cm del suelo, distribuidos en 8

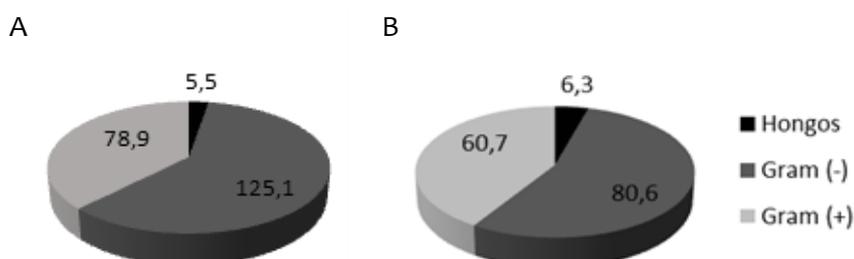


Figura 3. Concentración de ácidos fosfolipídicos (µg PLFA/g suelo seco) de los principales grupos de microorganismos en A- Vega Laguna Negra (VLN) y Vega Laguna Tres Quebradas (VLTQ).

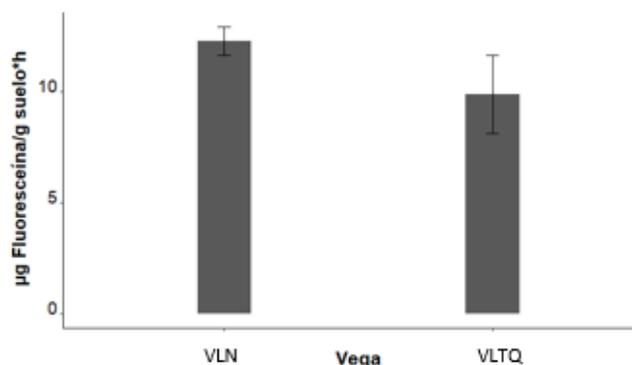


Figura 4. Actividad enzimática de las comunidades de microorganismos en el suelo de Vega Laguna Negra (VLN) y Vega Laguna Tres Quebradas (VLTQ).

grupos taxonómicos. Los ácaros fueron el grupo predominante comprendiendo el 80% del total, por lo que en ambas vegas las comunidades de invertebrados se caracterizaron por una baja equitatividad (Fig. 5). Dentro de los ácaros, Oribatida representó un 94% y el resto correspondieron a Prostigmata. Larvas de Coleoptera y ninfas de Thysanoptera fueron los grupos más abundantes del total de insectos, representando el 35 y 29%, respectivamente. Los restantes grupos tuvieron abundancias menores al 20%. Los valores de abundancia ($80,2 \pm 95,7$), riqueza ($4,0 \pm 3,3$) y diversidad ($0,56 \pm 0,59$) en la VLTQ fueron mayores que en la VLN ($26,4 \pm 51,8$; $1,8 \pm 1,1$ y $0,19 \pm 0,34$, respectivamente). Una mayor proporción de hongos en la VLTQ, podría explicar una mayor diversidad de invertebrados comparado con la VLN, ya que en su mayoría los representantes de la mesofauna se alimentan de biomasa fúngica (Seastedt, 1984).

Conclusiones

El presente trabajo, aunque es descriptivo, representa un avance en la comprensión de los procesos relacionados al ciclo de C en vegas de la Puna Argentina. A pesar de que ambas vegas se encuentran a una similar altitud, presentaron diferencias en la magnitud del reservorio de C en el suelo y raíces, como así también en el patrón de distribución del mismo en el perfil del suelo. Por su parte, las comunidades microbianas, se caracterizaron por una alta proporción de bacterias, lo cual indicaría la ubicuidad de estos organismos en suelos de humedales. Determinadas características edáficas en la VLTQ podrían determinar una mayor proporción de hongos en la comunidad microbiana, y por consiguiente una mayor abundancia, riqueza y diversidad de sus consumidores, con respecto a la VLN. La abundancia de comunidades fúngicas en VLTQ, podría determinar ciclos de C y de nutrientes más lentos en comparación con la VLN, ya que estos microorganismos se caracterizan por un crecimiento más lento y una mayor eficiencia en el uso de los recursos en comparación con las comunidades bacterianas. A futuro, sería importante evaluar la

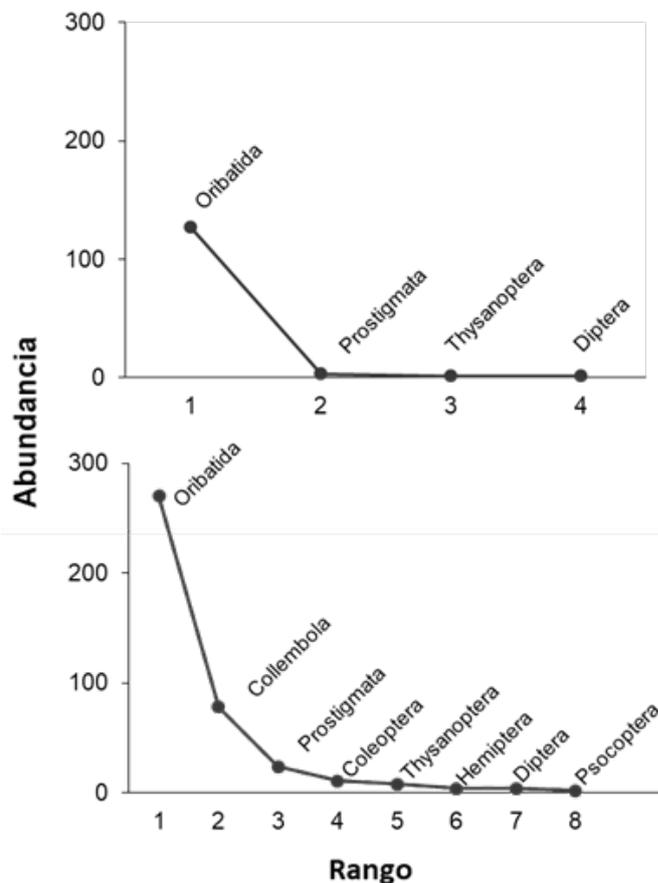


Figura 5. Curvas de rango abundancia de los grupos taxonómicos de invertebrados edáficos en dos vegas de la región de la Puna: Vega Laguna Negra (VLN) y Vega Laguna Tres Quebradas (VLTQ).

variación en el C almacenado en suelo y biomasa vegetal en un mayor número de vegas, y evaluar si los patrones encontrados se asocian con las características ambientales y la biota edáfica como también con las especies vegetales presentes.

Institución Financiadora

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Bibliografía

- Adam, G, & H Duncan. 2001. Development of a sensitive and rapid method for the measurement of total microbial activity using fluorescein diacetate (FDA) in a range of soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 33(7-8): 943-951.
- Baldassini, P, Volante, J N; Califano, LM & JM Paruelo. 2012. Caracterización regional de la estructura y de la productividad de la vegetación de la Puna mediante el uso de imágenes MODIS. *Ecología Austral*, 22(1): 22-32.
- Bossio, DA & KM Scow. 1998. Impacts of carbon and flooding on soil microbial communities: phospholipid fatty acid profiles and substrate utilization patterns. *Microbial Ecology*, 35(3-4): 265-278.
- Cabrera, AL. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. En: Kugler, WF (Ed) *Enciclopedia argentina*

de agricultura y jardinería. Tomo 2. Acme. Buenos Aires, Argentina. 1-85. Editorial Acme, Buenos Aires.

Cooper, DJ; Kaczynski, K; Slayback, D & K Yager. 2015. Growth and organic carbon production in peatlands dominated by *Distichia muscoides*, Bolivia, South America. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 47(3): 505-510.

Cotrufo, MF; Wallenstein, MD; Boot, CM; Deneff, K & E Paul. 2013. The Microbial Efficiency-Matrix Stabilization (MEMS) framework integrates plant litter decomposition with soil organic matter stabilization: do labile plant inputs form stable soil organic matter? *Global Change Biology*, 19(4): 988-995.

de Vries, FT; Bloem, J; Quirk, H; Stevens, CJ; Bol, R & RD Bardgett. 2012. Extensive management promotes plant and microbial nitrogen retention in temperate grassland. *PLoS ONE*, 7: e51201.

de Vries FT & A Shade. 2013. Controls on soil microbial community stability under climate change. *Frontiers in Microbiology*, 4: 1-16.

Izquierdo, AE; Foguet, J & HR Grau. 2016. Hidroecosistemas de la Puna y Altos Andes de Argentina. *Acta Geológica lilloana*, 28 (2): 390-402.

Lehmann, J & M Kleber. 2015. The contentious nature of soil organic matter. *Nature*, 528(7580): 60.

Nielsen, UN; Ayres, E; Wall, DH & RD Bardgett. 2011. Soil biodiversity and carbon cycling: a review and synthesis of studies examining diversity-function relationships. *European Journal of Soil Science*, 62(1): 105-116.

Post, WM & KC Kwon. 2000. Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential. *Global Change Biology*, 6(3): 317-327.

Seastedt, TR. 1984. The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes. *Annual Review of Entomology*, 29(1): 25-46.

Segnini, A; Posadas, A; Quiroz, R; Milori, DMBP; Saab, SC; Neto, LM & CMP Vaz. 2010. Spectroscopic assessment of soil organic matter in wetlands from the high Andes. *Soil Science Society of America Journal*, 74(6): 2246-2253.

Tchilinguirian P & DE Olivera DE. 2012. Degradación y formación de vegas puneñas (900-150 años AP), Puna Austral (26° S) ¿Respuesta del paisaje al clima o al hombre? *Acta Geológica Lilloana*, 24: 41-61.

Wardle, DA. 2006. The influence of biotic interactions on soil biodiversity. *Ecology letters*, 9(7): 870-886.