

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



Abundancia de lombrices de tierra (Annelida- Oligochaeta) en cultivo de *Zea mays* bajo diferentes manejos del rastrojo en el Valle inferior del río Negro

Cayuqueo, Rodrigo^{1*}; Quiroga, Marina¹; Sylvester, Ana Paula¹; Neffen, Evelyn³; Bazzani, Julia Lucía²; Martínez, Roberto Simón^{1,2,3}; Reinoso, Lucio^{2,4}

¹ Universidad Nacional de Río Negro (UNRN) Sede Atlántica.

² CIT Río Negro, Sede Atlántica (UNRN- CONICET)

³ Estación Experimental Agropecuaria Valle Inferior del Río Negro (INTA)

⁴ Unidad Integrada para la Innovación del Sistema Agroalimentario de la Patagonia Norte (UIISA)

* r.cayuqueo.94@gmail.com

Resumen

En el Valle inferior del río Negro se evalúa la incorporación del cultivo de maíz ya que permite disminuir los tiempos de rotación, generan un gran aporte de carbono orgánico al suelo y facilita el control de malezas. Una de las problemáticas identificadas en su incorporación es la implantación de cultivos posteriores por el gran volumen de rastrojo producido y las bajas tasas de descomposición. Los manejos habituales en la zona son: mantenimiento del residuo en pie (siembra directa), desmalezado e incorporación al suelo y quema. Los organismos del suelo junto al clima y la calidad del residuo, constituyen un factor regulador del proceso de descomposición y son especialmente sensibles a las intervenciones del manejo agrícola, a escala local y en escaso tiempo. El objetivo es evaluar el efecto de diferentes prácticas de manejo de rastrojo de maíz sobre la abundancia de lombrices. La hipótesis propuesta plantea que estos manejos alternativos afectan las características físicas y la abundancia de lombrices. Para esto se evaluaron los 3 manejos de rastrojos habituales en la zona, con un diseño en bloques totalmente aleatorizado. Los menores valores se hallaron cuando se mantuvo el residuo en pie (siembra directa), durante diciembre. Hubo mayores abundancias en los primeros 10cm de profundidad, relacionadas positivamente con la humedad del suelo. Sería interesante extender el estudio en el tiempo, incluir otras variables fisicoquímicas y profundizar las determinaciones taxonómicas a fin de lograr un mejor entendimiento del sistema y de los efectos que los manejos tienen sobre la abundancia de lombrices.

Palabras clave: maíz, rastrojo, macrofauna.

Introducción

El Valle Inferior del río Negro tiene 24.000 hectáreas irrigadas, con producciones hortícolas en rotación con cultivos anuales o perennes. El cultivo de maíz se evalúa como alternativa para disminuir los tiempos de rotación, por su gran aporte de carbono orgánico al suelo y porque facilita el control de malezas en los sistemas agrícolas de la zona. Las radiaciones incidentes y las temperaturas (diurnas y nocturnas) son óptimas para el cultivo. Con un correcto manejo se logran rendimientos en grano cercanos a los potenciales (18.000Kg ha^{-1}) (Andrade, 1992; Martínez, 2012).

El volumen de rastrojo producido es similar al de grano, esto dificulta la implantación de cultivos posteriores por las bajas tasas de descomposición. Los manejos habituales son: quemado, mantenimiento del residuo en pie y desmalezado e incorporación al suelo. Es necesario evaluar estas nuevas prácticas para generar herramientas adecuadas para la toma de decisiones.

Los procesos de descomposición, lixiviación, fragmentación y mineralización de los residuos ocurren simultáneamente de acuerdo a factores interdependientes: calidad del residuo, clima y

organismos descomponedores (Swift et al., 1979). Estos últimos son sensibles a las intervenciones del manejo agrícola, a escala local en escaso tiempo (Edwards & Bohlen, 1996).

Si bien, durante la mineralización predomina la actividad de bacterias y hongos, la fauna del suelo es un importante impulsor de la misma (Kampichler & Bruckner, 2009; Frouz et al. 2015). Las lombrices (Annelida: lumbricina) afectan directamente la estructura del suelo y son reguladoras de la actividad microbiana (Coleman et al., 2004). Es así, que a partir de ello se han constituido en uno de los grupos más adecuados para evaluar la calidad del suelo, sumado a la alta sensibilidad que presentan frente a los cambios del entorno edáfico (Edwards & Bohlen, 1996).

A pesar de la destacada importancia que presentan estos organismos, en la zona elegida para nuestro estudio (un suelo irrigado representativo del Valle Inferior del río Negro) no se han publicado trabajos previos que evalúen la abundancia, ecología y distribución en el perfil de suelo bajo cultivo, de oligoquetos terrestres.

Nuestra hipótesis plantea que los manejos

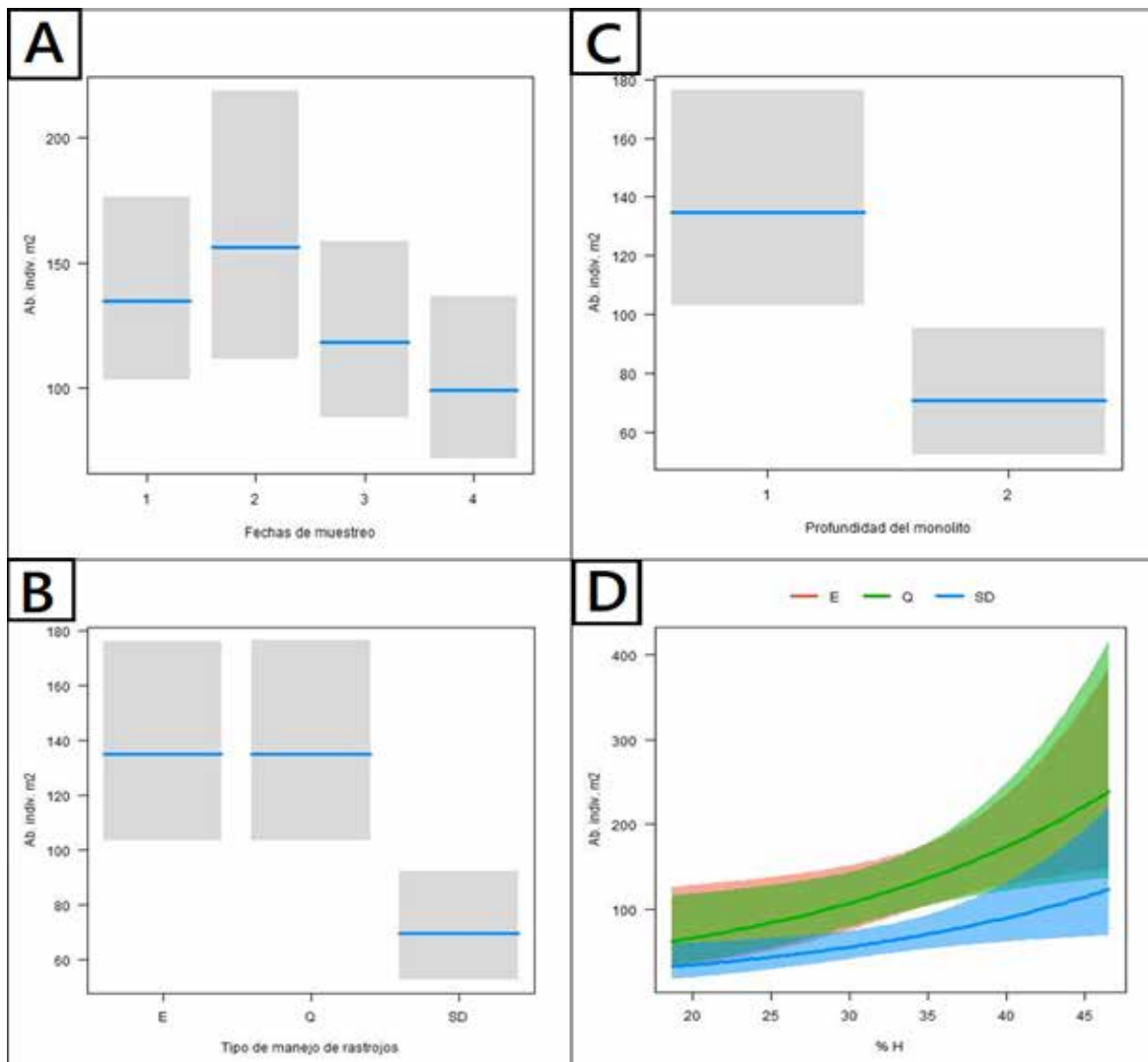


Figura 1. Eje “Y” abundancia de lombrices (Ab. Indiv. m⁻²) vs. A) su comportamiento a medida que se realizaron los muestreos (Fechas de muestreo-1,2,3,4); B) Tipo de manejo de rastrojos (E,Q,SD); C) Profundidad del monolito (1,2); D) Humedad del suelo (%H) y el tipo de manejo de rastrojos (E, Q, SD).

alternativos de residuos de maíz generan diferentes condiciones en el ecosistema suelo, que afectan las características físicas y la abundancia de lombrices. El objetivo del trabajo es evaluar el efecto de diferentes prácticas de manejo de rastrojo de maíz sobre la abundancia de lombrices.

Materiales y Métodos

El área de estudio se ubica en el partido de Adolfo Alsina, Río Negro (Argentina) -S 40°47'50,55" O 63°03'37,80". Posee una extensión de 1,5 hectáreas (150m x 110m) y maíz bajo riego gravitacional como cultivo antecesor. Los suelos, conformados por sedimentos de origen fluvioacustre, están clasificados como Haplusterts Arídicos con 11,8% de arena, 37,6% de limo, 50,8% de arcilla, 4,32% de MO, pH 7,9 y 24ppm P Bray (Soil Taxonomy, 2006), que fueron sistematizados en el año 1971 con fines de riego gravitacional (Reinoso, 2014).

Durante el periodo comprendido entre febrero y diciembre de 2018 se realizaron 4 muestreos trimestrales, con recolecciones durante las fases vegetativa y reproductiva del cultivo. Se evaluaron 3

tipos de manejo de rastrojos: Q- quema controlada del rastrojo, seguido de una siembra directa sobre el surco del año anterior. E-desmalezado e incorporación al suelo mediante tres pasadas de rastra, con siembra en surcos. SD- siembra directa con rastrojo en pie.

El diseño en bloques totalmente aleatorizado, consideró como bloque la posición a lo largo del surco de riego (cabeza, medio y pie). Para cada tratamiento se delimitaron 3 réplicas (20 x 20m), con 3 puntos de extracción de monolitos (en zig-zag) para la recolección de lombrices y muestras adicionales para variables físicas: densidad aparente [gr/cm³] (DA), porcentaje de humedad [%] (%H) (Santos et al., 2012). El suelo de cada monolito (25 x 25 x 20cm), se dividió en dos submuestras: 0-10cm y 10-20cm de profundidad. Los organismos fueron colectados y procesados según Bedano & Domínguez en Santos, 2017. La cantidad de individuos se estimó en m² a 10cm de profundidad.

Para analizar la variación de lombrices se realizó un modelo lineal generalizado mixto (Brooks et al., 2017). El modelo condicional consideró la abundancia total de lombrices estimadas en m² como variable

Tabla 1. Se muestran los valores estimados por el MLGM, para cada uno de sus efectos fijos: Fecha de muestreo: 1-Febrero, 2-Junio, 3-Septiembre y 4-Diciembre; Manejo de rastrojos: E- enterrado, Q- quemado y SD- siembra directa; Profundidades de muestreo: 1- 0-10cm y 2- 10-20cm. Letras diferentes indican diferencias significativas en la abundancia de individuos estimada ($p < 0,05$). Los valores estimados se expresan en la escala del modelo (log). DE: desvío estándar.

	Estimado	DE	
Fechas de muestreo			
Fecha 1	3,28	± 0,97	a
Fecha 2	3,40	± 1,14	a
Fecha 3	3,15	± 1,12	a
Fecha 4	2,98	± 1,13	b
Tipo de manejo de rastrojos			
E	3,26	± 0,73	a
Q	3,23	± 0,87	a
SD	2,57	± 0,89	b
Profundidades de muestreo			
Profundidad 1	3,26	± 0,73	a
Profundidad 2	2,62	± 0,85	b

respuesta, como variables predictoras: el bloque de riego (efecto aleatorio), la fecha de muestreo -4 niveles-, los tratamientos -3 niveles-, profundidad de muestreo -2 niveles- y las variables físicas (efectos fijos). La distribución del modelo condicional se ajustó mediante la familia binomial negativa 2 (Harding & Hilbe, 2007) con función de enlace "log". La dispersión se modeló con la DA y el exceso de ceros, con la fecha. Se evaluó el cumplimiento de los supuestos mediante gráficos diagnósticos de los residuos (Harting, 2019; Breheny & Burchett, 2017). Finalmente, la selección y ajuste de los modelos se realizó según el criterio de información de Akaike. Todos los análisis estadísticos se realizaron con R (R Core Team, 2019).

Resultados y Discusión

Para cada fecha de muestreo, el cultivo estuvo en estadios fenológicos diferentes. En la Fecha 1 (Febrero) el cultivo se encontraba en plena floración - VT-, en la Fecha 2 (Junio) estaba en pie pero el ciclo del mismo ya había terminado, en la Fecha 3 (Octubre) el lote estaba sin cultivo y en la Fecha 4 (Diciembre) el cultivo tenía dos hojas verdaderas - V2-.

El modelo generado para la abundancia de lombrices sólo incluyó la fecha de muestreo, el tipo de manejo, la profundidad y la humedad como variables predictivas ($p < 0,05$) (Tabla 1 y 2). Descartando la significancia del bloque como efecto aleatorio.

Respecto a la variación temporal, las menores abundancias se encontraron en la fecha 4 (Diciembre 2018) que se diferenció significativamente de las demás fechas (Fig. 1.a). En Diciembre las irradiancias son máximas y la cobertura del cultivo es muy baja, por lo

que se esperan altas temperaturas del suelo. Según Falco & Momo (2010) las lombrices prefieren ambientes con cobertura debido a que ésta amortigua los efectos de la temperatura y mejora la calidad y cantidad de alimento disponible. En las demás fechas se encontró una tendencia hacia mayores valores en la fecha 2 (Junio 2018), en concordancia con lo observado por Masin (2016), quien propone muestrear en las estaciones de otoño y primavera por tener temperaturas y humedad estables para las lombrices. Al igual que Momo y colaboradores (1993) que observaron abundancias mayores en otoño y lo atribuyeron a los mayores aportes de materia orgánica al suelo.

En cuanto al tipo de manejo, Siembra Directa (SD) obtuvo menor abundancia diferenciándose significativamente de los otros dos manejos: Enterrado (E) y Quemado (Q) (Fig. 1.b). Los resultados se contraponen a los de Domínguez y colaboradores (2008) donde establecen que la labranza reducida y la siembra directa son menos agresivas para las lombrices. Otros numerosos estudios indican mayores densidades de lombrices en SD con respecto a sistemas convencionales (Lee, 1985; Mackay & Kladvik, 1985; Lee & Pankhurst, 1992; Zelaya & Pitti 1995; Gizzi & col., 2008). Es importante destacar que, a diferencia del presente trabajo, dichos estudios se realizaron en lotes con varios años de SD, con sistemas edáficos estabilizados. Las mayores abundancias de lombrices en el manejo de rastrojo quemado coinciden con los resultados obtenidos por James (1982) en praderas bajo riego quemadas, con suelos arcillosos y arcillo-limosos (similares a los de este estudio) en Kansas, EUA. Al igual que lo registrado por Miller y colaboradores (1955) que encontraron un aumento transitorio de las poblaciones de lombrices, de una pradera natural quemada, en Nueva Zelanda; seguido de una disminución en las abundancias por debajo de las halladas en los tratamientos sin quemar. Estos resultados difieren de lo encontrado por Vélez y colaboradores (2011), en suelos con incendios accidentales en rastrojos de trigo.

Las abundancias analizadas entre las dos profundidades (0-10cm y 10-20cm) mostraron diferencias significativas, hallándose los mayores valores en la primera profundidad (0-10cm) (Fig. 1.c). Resultados similares fueron obtenidos por Araujo & López Hernández (1999) en Venezuela; también por Brito Vega et al. 2006.

La abundancia total de lombrices mostró un aumento conforme aumenta el porcentaje de humedad, en los tres tratamientos como se detalla en el Fig. 1.d, resultados similares a numerosos estudios (Ljungström et al., 1973; Lavelle, 1983; Calvin & Díaz Cosín, 1985).

Conclusiones

Los resultados preliminares indican que la abundancia de lombrices en cultivos de maíz, en el área de estudio, varía con la fecha de muestreo, como así también con

el tratamiento dado a los rastrojos, la profundidad y se relaciona positivamente con el % de humedad de suelo; luego de un primer ciclo de cultivo.

En contraposición a lo esperado: la siembra directa resultó ser el manejo de rastrojo con menor abundancia de lombrices; y en el quemado se encontraron mayores abundancias. Es importante resaltar que estos resultados surgen de un análisis sobre un primer ciclo de cultivo, que tiene como antecesor un manejo convencional (con previa roturación y nivelación del terreno). Por lo expuesto anteriormente es que podríamos esperar que, en ciclos sucesivos bajo los mismos manejos, las tendencias cambien.

Se hace evidente que para lograr un entendimiento del funcionamiento del sistema es necesario completar una evaluación sostenida en el tiempo. Además de alcanzar mayor resolución taxonómica, incorporar fauna acompañante y una caracterización química del suelo.

Institución Financiadora

Universidad Nacional de Río Negro (UNRN)
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Bibliografía

Andrade, FH. 1992. Radiación y temperatura determinan los rendimientos máximos de maíz. Boletín Técnico N° 106. Estación Experimental Agropecuaria INTA Balcarce. 16 pp.

Araujo, Y & D López Hernández. 1999. Caracterización de las lombrices de tierra en un sistema de agricultura orgánica ubicado en una sabana en el amazonas venezolano. Caracas: Sociedad Venezolana de Ecología.

Breheny, P & W Burchett. 2017. Visualization of Regression Models Using visreg. The R Journal, 9: 56-71.

Brito Vega, H; Espinosa Victoria, D; Figueroa Sandoval, B; Frago, C & JC Patrón Ibarra. 2006. Diversidad de lombrices de tierra con labranza de conservación y convencional. Terra Latinoamericana, 24(1): 99-108 pp.

Brooks, ME; Kristensen, K; Van Benthem, KJ; Magnusson, A; Berg, CW; Nielsen, A; Skaug, HJ; Mächler, M & B Bolker. 2017. Modeling zero-inflated count data with glmmTMB. Ecological Modeling. doi:<http://dx.doi.org/10.1101/132753>

Calvin, E & D Díaz Cosin. 1985. Lombrices de tierra del valle del Tambre (Galicia, España). I. Relación con los factores del suelo. Revue d'écologie et de biologie du sol, 22: 341-351.

Coleman, DC; Crossley, DA & PF Hendrix. 2004. Fundamentos de la ecología del suelo. Prensa académica. 408 pp.

Domínguez, A; Bedano, JC & AR Becker. 2008. Cambios en la comunidad de lombrices de tierra (Annelida: lumbricina) como consecuencia del uso de la técnica de siembra directa en el centro-sur de Córdoba, Argentina. Córdoba. Revista de la Ciencia del Suelo, 27: 11-19.

Edwards, CA & PJ Bohlen. 1996. Biología y ecología de las lombrices de tierra. 3ra Edición, Chapman & Hall, Londres.

Falco, LB & F Momo. 2010. Selección de hábitat: Efectos de la cobertura y tipo de suelo en lombrices de tierra. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) Número Especial 2.

Frouz, J; Roubicková, A; Hedeneč, P & K Tajovský. 2015. Do soil fauna really hasten litter decomposition? A meta-analysis of enclosure studies, European Journal of Soil Biology, 68: 18-24.

Gizzi, AH; Alvarez Castillo, HA; Manetti, PL; López, AN; Clemente, NL & GA Studdert. 2008. Caracterización de la meso y macrofauna edáfica en sistemas de cultivo del sudeste bonaerense. Revista de la Ciencia del Suelo, 27(1): 1-9.

Harding, JW & JM Hilbe. 2007. Generalized linear models and extensions. Stata press.

Harting, F. 2019. DHARMA: Residual Diagnostics for Hierarchical (Multi-Level / Mixed) Regression Models. R package version 0.2.4. <https://CRAN.R-project.org/package=DHARMA>

James, SW. 1982. Effects of fire and soil type on earthworm populations in a tallgrass prairie. Pedobiología, 24: 37-40.

Kampichler, C & A Bruckner. 2009. The role of microarthropods in terrestrial decomposition: A meta analysis of 40 years of litterbags studies. Biological Reviews, 84: 375-389.

Lavelle, P. 1983. The soil fauna of tropical savannas. II. The earthworms. Tropical Savannas, 22: 485-504.

Lee, KE. 1985. Earthworms: their ecology and relationships with soil and land use. Academic Press.

Lee, KE & CE Pankhurst. 1992. Soil Organism and Sustainable Productivity. Australian Journal of Soil Research, 30: 855-892.

Ljungström, P; de Orellana, JA & LJJ Priano. 1973. Influence of some edaphic factors on earthworm distribution in Santa Fe Province (Argentina). Pedobiología, Bd. 13: 236-247.

Mackay, AD & EJ Kladivko. 1985. Earthworms and rate of breakdown of soybean and maize residues in soil. Soil Biology and Biochemistry, 7(6): 851-857.

Martínez, RS; Margiotta, F; Reinoso, LG & RM Martínez. 2012. Buscando alcanzar altos rendimientos del cultivo de maíz: experiencias en los valles Norpatagónicos. Libro 3ra Reunión Internacional de Riego-INTA Manfredi. 139-155.

Masin, C. 2016. Efecto de largo plazo del uso del suelo sobre la comunidad de lombrices de tierra (Annelida, Oligochaeta) en la provincia de Santa Fe. Santa Fe. Tesis doctoral. Universidad Nacional del Litoral. 148pp.

Miller, RB; Stout JD & KE Lee. 1955. Biological and chemical changes following scrub burning on a New Zealand hill soil. New Zealand Journal of Science and Technology, 37: 290-313.

Momo, FR; Giovanetti, CM & L Malacalza. 1993. Relación entre la abundancia de distintas especies de lombrices de tierra (Annelida, Oligochaeta) y algunos parámetros fisicoquímicos en un suelo típico de la estepa pampeana. Ecología Austral, 3: 7-14.

R Core Team. 2019. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.

Reinoso, LG. 2014. Rendimiento de maíz en el Valle Inferior del Río Negro: Evaluación de la frecuencia de riego y la fertilización nitrogenada. Tesis de Magíster en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Sur. 131 pp.

Santos, DJ; Wilson, MG & MM Ostinelli. 2012. Metodología de muestreo de suelo y ensayos a campo. Protocolos básicos comunes. INTA Ediciones. 68 pp.

Santos, DJ; Wilson, MG & MM Ostinelli. 2017. Metodología de muestreo de suelo y ensayos a campo. Protocolos básicos comunes. INTA Ediciones, 2da Edición. Colección Recursos. 122-145 pp.

Soil Survey Staff. 2006. Keys to Soil Taxonomy.. 10th Edition. Washington, DC: Natural Resource Conservation Service. USDA. 328 pp.

Swift, MJ; Heal, OW & JM Anderson. 1979. Decomposition

in terrestrial ecosystems. Blackwell, Oxford. 362 pp.

Vélez, JP; Sánchez, F; Bragachini, M; Méndez, A; Scaramuzza, F & D Villarroel. 2011. Impacto del Incendio de Rastrojo de trigo Sobre el Rendimiento de Maíz. Manfredi. INTA Editorial. 8pp.

Zelaya, IA & A Pitty. 1995. La labranza del suelo reduce las poblaciones de lombrices: estudio comparativo de seis años. CEIBA Volumen 36(2): 207-215.