



ASÍ SON LOS SUELOS DE MI PAÍS



“La materia orgánica como indicadora de fertilidad química”

Colegio:

Nombre: Escuela del Alba

Directora: Jessica Nieves

Provincia: Buenos Aires

Dirección: Buchardo 1160

Teléfono: 432840

Correo electrónico: secundario@escueladelalba.edu.ar / nievesjs@escueladelalba.edu.ar

Profesores: Fuertes Luján, Martínez Juan Cruz.

Profesionales/Colaboradores: Altube Diego Luis, Donovan Cornelio, Ferro Malena, Marasas Pablo, Passone Paz.

Alumnos participantes:

Achaval Jerónimo - Amorena Elías - Birón Rocío - Castañón Manuela - Del Sel Francisca - Dusio Dina - Gil Tomás - González Julián - Hernandez Mateo - Lacentre Martina - Lorenzo Florencia - Luengo Paloma - Regis Santiago - Reyna Victoria - Roldán Tomás - Sánchez Croce Guadalupe - Volpe Carmelo - Yarza Martina





Introducción

La delgada capa de suelo ubicada por encima de la corteza terrestre se puede considerar la piel del planeta. Está viva, en el sentido de que rebosa de microorganismos, hongos, micro y meso fauna, minerales y nutrientes. Gracias a todos ellos, es posible el crecimiento de las plantas y los árboles, organismos que se valen de la fotosíntesis para combinar CO₂ del aire con agua, nitrógeno y minerales de la tierra para nutrirse y nutrir las redes tróficas que se desarrollan en la biosfera.

El complejo proceso biogeoquímico de crecimiento vegetal depende enormemente de las relaciones bióticas entre la vegetación y los microorganismos que son responsables de dirigir el intercambio de moléculas entre las raíces de la planta y el suelo.

Este trabajo de investigación tiene como objetivo estudiar la materia orgánica y la evolución de esta dependiendo de las técnicas utilizadas en los diferentes cultivos. Para ello se planteó la siguiente hipótesis: *“La actividad agrícola continua, más allá de practicarse labranzas conservacionistas, disminuye el % de M.O. de los suelos, en detrimento de su fertilidad química”*.

Para comprobarla se llevaron a cabo:

- Muestreo en lotes de una estancia asignados para diferentes usos
- Evaluación en el laboratorio sobre la materia orgánica presente en las muestras
- Comparación de los resultados obtenidos con los de otros estudios realizados anteriormente
- Encuestas para saber cómo los productores de la zona trabajan las tierras y si lo hacen de manera consciente para la preservación de la materia orgánica
- Capacitación con especialistas en el tema y por medio de lectura de documentos.

Conceptos

Fertilidad física, biológica y química del suelo.

Un suelo es fértil cuando tiene una buena cantidad de nutrientes, provenientes de la descomposición de materia orgánica, así como una buena capacidad de retención de agua y presencia de organismos tanto microscópicos (bacterias que favorecen la fijación y absorción de nutrientes, como el azospirillum) como de organismos mayores (por ejemplo, las lombrices que favorecen la aireación de los suelos). La presencia de estos factores conforman un suelo fértil.

La fertilidad se clasifica en física, biológica y química para su abordaje particular, aunque muchas veces no logren ser distinguidas. La primera está relacionada con la capacidad del suelo de brindar condiciones estructurales adecuadas para el sostén y crecimiento de los cultivos. Aspectos como la estructura, espacio poroso, retención hídrica, densidad aparente, resistencia a la penetración, entre otras, son algunas de las variables que se analizan en estudios de fertilidad física de suelos¹. La fertilidad biológica se vincula con los procesos

¹ [La fertilidad física de lo suelos fue abordada como tema del CREA en el año 2017](#)



biológicos de los mismos, relacionados con sus organismos, en todas sus formas. Ellos son imprescindibles para sostener diversos procesos. Por último, la fertilidad química refiere a la capacidad que tiene el suelo de proveer nutrientes esenciales a los cultivos (aquellos que de faltar determinan reducciones en el crecimiento y/o desarrollo de los mismos). En este sentido, se evalúa la disponibilidad de nutrientes a través de análisis de suelos y/o plantas mediante un proceso de diagnóstico y posteriormente se definen estrategias de fertilización.

Fertilidad química

Las características químicas están dadas fundamentalmente por la naturaleza de los componentes químicos, la reacción del suelo (pH) fig.1, su capacidad de intercambio (retención de aniones y cationes), contenido de sales y las limitaciones derivadas de éstas.

Indicadores

Los indicadores químicos son parámetros que miden las condiciones que afectan a los sustratos, sean las relaciones suelo-planta (en la rizósfera), la capacidad amortiguadora del suelo, la calidad de agua, disponibilidad de ella como también de nutrientes para las plantas y los microorganismos.

Ejemplos de indicadores son la disponibilidad de nutrientes, el carbono orgánico total, el carbono orgánico lábil, el pH, la conductividad eléctrica, la capacidad de absorción de fosfatos, la capacidad de intercambio de cationes, los cambios en la materia orgánica, el nitrógeno total y el nitrógeno mineralizable. La disponibilidad de nutrientes para las plantas puede ser aumentada al añadir fertilizantes al suelo, los cuales poseen uno o más de los elementos esenciales para el crecimiento y rendimiento de las plantas.

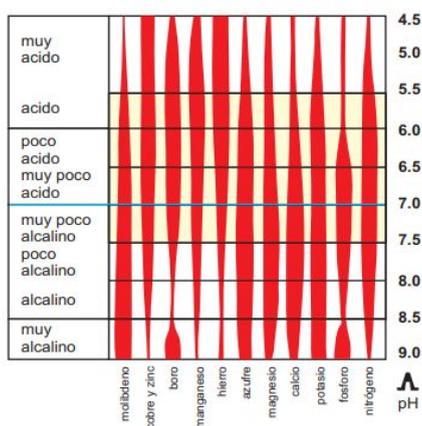


Fig 1. Tabla de pH

Además de lo mencionado, se utilizan a los nutrientes para determinar el estado químico de un sustrato, cada cultivo tiene un estado óptimo de concentración diferente (10 ppm de P puede ser suficiente para el cultivo de trigo y deficiente para el de girasol).

En el siguiente cuadro fig.2 encontramos la cantidad de nutriente absorbido y extraído en grano expresado en kg de nutriente por tonelada de grano base seca:

Cultivo	Nombre científico	Absorción Total (kg/ton)						Extracción en Grano (kg/ton)					
		N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S
Trigo	<i>Triticum aestivum L.</i>	30	5	19	3	4	5	21	4	4	0.4	3	2



Maíz	<i>Zea mays L.</i>	22	4	19	3	3	4	15	3	4	0.2	2	1
Arroz	<i>Oryza sativa L.</i>	22	4	26	3	2	1	15	3	3	0.1	1	0.6
Soja	<i>Glycine max L.</i>	75	7	39	16	9	4	55	6	19	3	4	3
Girasol	<i>Helianthus annus L.</i>	40	11	29	18	11	5	24	7	6	1	3	2

fig.2. Tabla de nutrientes absorbidos y extraídos en granos.

Los nutrientes utilizados como indicadores son:

Nitrógeno. fig.3

Son fundamentales en la composición de las proteínas con función estructural, en los nucleótidos no proteicos (ADN, ARN) y los procesos enzimáticos.

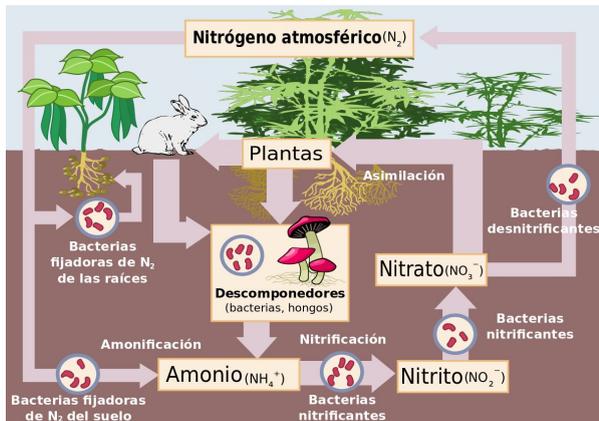


fig.3. Ciclo del Nitrógeno

Fósforo. fig.4.

Son integrantes fundamentales de la membrana celular, nucleótidos y los ciclos biológicos.

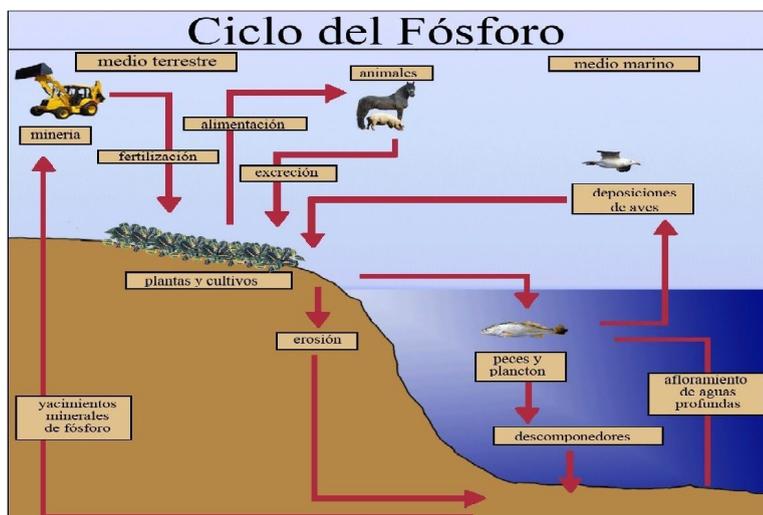


fig.4. Ciclo del fósforo



Azufre. fig.5

Es integrante fundamental de la estructura proteica y enzimática.



fig.5. Ciclo del azufre

La materia orgánica como indicador de fertilidad química

¿Qué es la materia orgánica?

La materia orgánica de los suelos es el producto de la descomposición química de las excreciones de animales y microorganismos, de residuos de plantas o de la degradación de cualquiera de ellos tras su muerte. En general, la materia orgánica se clasifica en compuestos húmicos y no húmicos (en ellos persiste todavía la composición química e incluso la estructura física de los tejidos animales o vegetales originales). Los organismos del suelo descomponen este tipo de sustancias orgánicas dejando solamente residuos difícilmente atacables, como algunos aceites, grasas, ceras y ligninas procedentes de las plantas superiores de origen. El resto son transformados por los microorganismos, reteniendo una parte como componentes propios (polisacáridos, por ejemplo). El producto de tal transformación es una mezcla compleja de sustancias coloidales y amorfas de color negro o marrón oscuro denominado genéricamente humus. Éste constituye aproximadamente entre el 65% y el 75% de la materia orgánica de los suelos minerales, los cuales contienen un porcentaje de materia orgánica menor del 20%, ocupando el 95% de la superficie terrestre mundial. Los suelos con un mayor contenido en materia orgánica se denominan suelos orgánicos. El contenido medio aproximado de materia orgánica en los suelos de labor oscila entre el 1% y el 6%.

Beneficios de la materia orgánica para el suelo:

Contribuye tanto a la fertilidad química como a la fertilidad física del suelo:

Fertilidad física:

- Contribuye a que las partículas minerales individuales del suelo formen agregados estables, mejorando así la estructura del suelo y facilitando su laboreo;



- favorece una buena porosidad, mejorando así la aireación y la penetración del agua, aumentando su capacidad de retención;
- por las razones anteriores, disminuyen los riesgos de erosión;
- proporciona partículas de tamaño coloidal con carga negativa (humus), que tiene alta capacidad de retener e intercambiar cationes nutritivos;

Fertilidad química:

- Actúa como agente amortiguador al disminuir la tendencia a un cambio brusco del pH del suelo cuando se aplican sustancias de reacción ácida o alcalina.
- Hace posible la formación de complejos órgano-metálicos, estabilizando así micronutrientes del suelo que de otro modo no serían aprovechables;
- es una fuente de elementos nutritivos, que son aprovechables por las plantas después que la materia orgánica ha sido descompuesta por microorganismos.
- Es una fuente de micronutrientes para las plantas, por ejemplo cinc, cobre, hierro, boro y manganeso. Si no fuese por la materia orgánica, estos nutrientes no se incorporarían al sistema del suelo ya que los productores no suelen fertilizar con estos nutrientes.

Causas de la pérdida de materia orgánica

La materia orgánica presente en los suelos puede perderse por factores tanto naturales como artificiales:

Clima

La materia orgánica disminuye de forma inversamente proporcional con respecto al aumento de temperatura, de tal forma que en los climas más calurosos los suelos suelen tener menos materia orgánica que en los climas más fríos. Por lo tanto, el calentamiento global acelera el proceso de descomposición.

Textura del suelo

En general, los suelos de textura fina tienen más materia orgánica que los de textura gruesa y retienen mejor los nutrientes y el agua, por lo que reúnen buenas condiciones para el crecimiento vegetal. Los suelos de textura gruesa se caracterizan por una mejor aireación y presencia de oxígeno, la cual acelera la descomposición de la materia orgánica. De esta forma, cuanto más gruesa la textura del suelo, mayor pérdida de fertilidad.

Hidrología (drenaje)

Cuanto más húmedo sea un suelo, menor es la pérdida de fertilidad ya que hay menos oxígeno para los procesos de descomposición de la materia orgánica.

Erosión

La erosión del suelo es definida como un proceso de desagregación, transporte y deposición de materiales del suelo por agentes erosivos. Cuanto mayor sea la erosión, más disminuye la fertilidad de los suelos.

Vegetación

Cuando los procesos naturales que aportan materia orgánica a los suelos resultan alterados por técnicas abusivas de uso de la tierra (por tala, quema, labranza, uso de



compuestos químicos sintéticos), el resultado puede ser un incremento a corto plazo del rendimiento de los cultivos en detrimento de la fertilidad del suelo a largo plazo.

Manejo de las tierras

El laboreo aumenta el volúmen de oxígeno en el suelo e incrementa la temperatura media de éste, lo que estimula la descomposición de la materia orgánica. Entonces, a mayor laboreo, mayor pérdida de materia orgánica, principalmente gracias a la rotación.

Proyecto científico

Hipótesis

La actividad agrícola continua, más allá de practicarse labranzas conservacionistas, disminuye el % de M.O. de los suelos, en detrimento de su fertilidad química.

Metodología de investigación.

Investigación práctica: Extracción y análisis de muestreos.

Se tomaron muestras de suelo en 2 lotes pertenecientes a un mismo ambiente productivo pero bajo sistema de trabajo distintos. Estimando que aquel suelo con más rotaciones poseería menor % de M.O. Este indicador se analizó en el laboratorio perteneciente a la Escuela de Alba bajo la técnica de: WALKLEY Y BLACK

Lugar: Estancia “La Matilde”.

Muestreo. fig.6

Se tomó una muestra de cada uno de los suelos seleccionados, uno recién cosechado y otro que tenía pasturas naturales de 3 años. Esto se realizó mediante el siguiente procedimiento:

- Se seleccionaron veinte lugares de cada uno de los lotes de donde se extraería la tierra.
- Se extrajo el pasto/rastrojo que estaba encima de ésta para facilitar el muestreo.
- Es necesario tener en cuenta que en el sitio donde se muestrea no haya excremento de vacas, o rastrojos recientes para que el resultado del análisis sea representativo.
- Utilizando un muestreador (calador) se extrajeron 50 g de tierra en cada sitio, obteniendo en total 1 kg de tierra de cada lote. fig.7

Esta oportunidad fue aprovechada para observar los horizontes del suelo.



fig.6. muestreo



fig.7. Bolsas de muestra

Análisis de materia orgánica en el suelo, en Laboratorio.

Esta parte del trabajo fue realizada con la asignatura Química Aplicada.

En primer lugar se pesó fig.8 en una balanza analítica las dos muestras húmedas, habiendo pesado anteriormente la bandeja sola (obteniendo la tara). Luego se secaron las muestras en un horno fig.9 (a 60 grados Centígrados) y se tamizaron para que todas las partículas tengan la misma superficie expuesta y así ocurra la reacción que se describe a continuación. Se pesaron las muestras secas, restando el peso de la bandeja. La diferencia entre el peso de las muestras antes y después de secarlas representa el porcentaje de humedad que había en ellas.



fig.8. Muestra húmeda siendo pesada en la balanza analítica

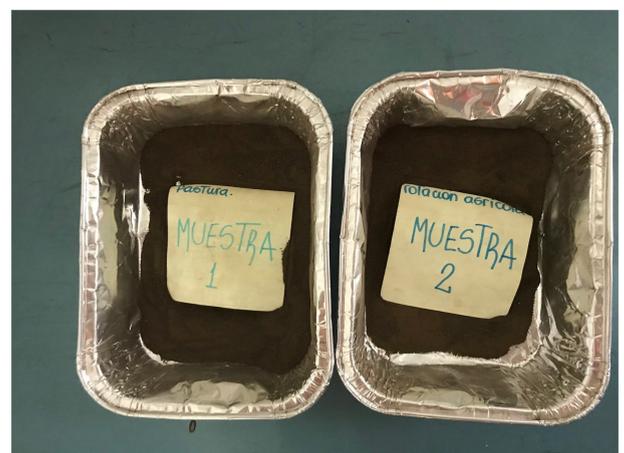


fig.9. muestras secas



Se tomaron 0,5 gramos de cada una de las muestras fig.10 y se colocaron en diferentes Erlenmeyers. Se agregaron a cada uno de los recipientes 5 mililitros de dicromato de potasio (K_2CrO_7) 1N, y 10 mililitros ácido sulfúrico (98% m/m).



fig.10 muestra siendo pesada

Se preparó un Erlenmeyer de control o “blanco” con dicromato de potasio y ácido sulfúrico, pero sin la muestra de suelo. Este recipiente sirve para medir cuál sería la cantidad máxima de Sal de Mohr que se utilizaría para neutralizar el ácido sulfúrico en un Erlenmeyer sin muestra. Se dejaron reposar, por una hora, los tres recipientes. La materia orgánica de la tierra reaccionó y fue degradada debido al ácido sulfúrico, hasta que la primera se acabó. El exceso de ácido sulfúrico fue titulado con Sal de Mohr. Anteriormente, se habían agregado a la preparación 100 ml de agua y unas gotas de colorante (ferroina) para observar más fácilmente el cambio de color al titular. El color del contenido del Erlenmeyer es amarillo en los tres recipientes. fig.11



fig.11 Erlenmeyer con la muestra antes de titular

Tras titular con Sal de Mohr fig.12, el contenido pasa a color verde y luego se torna rojo ladrillo. Se midió el volumen de Sal de Mohr utilizado hasta obtener el cambio de color,



se calculó la cantidad de ácido sulfúrico que había en exceso, y en base a eso, la cantidad de materia orgánica de la muestra.



f.12 Muestra titulada

Resultados

En la muestra tomada de la pastura la materia orgánica constituye el 2,93%, mientras que en el suelo recientemente cultivado la materia orgánica constituye el 2,68%.

Utilizando la fórmula:

$$(\text{ml BI} - \text{ml M.c.s}) \cdot 0,66 = \% \text{M.O}$$

ml BI: mililitros de sal de Mohr utilizada para neutralizar el contenido del Erlenmeyer blanco, de control. (12,3 ml en este caso)

ml M.c.s: mililitros de sal de Mohr utilizada para neutralizar el contenido de los Erlenmeyer con muestra de suelo. En el caso de la muestra del suelo cultivado utilizamos 8,2 ml de sal de Mohr. En el del suelo de las tiras usamos 7,8 ml.

%M.O: porcentaje de materia orgánica.

Investigación práctica: Encuesta

Se planificó la siguiente encuesta dirigida a productores agropecuarios y especialistas en el tema, con el fin de evaluar el cuidado y conocimiento que se tiene sobre la materia orgánica; considerando las prácticas agrícolas y el uso de la tierra:

- ¿Sabe qué es la materia orgánica que se encuentra en el suelo?
- ¿Tiene en cuenta, a la hora de producir, que la materia orgánica se puede dañar?
- En cuanto al método de producción, usa:
 - Siembra directa
 - Labranza convencional
- ¿Mantiene un orden de cultivo anual?
- ¿Hace uso de fertilizantes? ¿O prefiere otra alternativa?
- ¿Considera a la siembra directa una buena herramienta de manejo?
- ¿Incluye pasturas en la rotación?
- ¿Sabe qué son los cultivos de servicio o puente verde? ¿Los incluye en la rotación?



Antecedentes

Informe sobre la “Disponibilidad de macronutrientes en suelos de la Región Pampeana Argentina” realizado por el ingeniero agrónomo Hernán Sainz Rozas del Convenio de asistencia técnica INTA- Fertilizar Asociación Civil el 28 de Noviembre de 2012:

<https://drive.google.com/file/d/1vlu3gqOO3vguNTkGyJA4dqOIV36Znv9X/view?usp=sharing>

El informe citado anteriormente trata de una investigación realizada en campos de la región de la ciudad de Lincoln desde el año 1968 hasta el 2012, en el cual se compara la presencia de materia orgánica y sus distintos componentes a través del tiempo. Con él podemos comprobar y apoyar los resultados obtenidos en el análisis realizado en el laboratorio, como parte de este proyecto.

Conclusión

Los niveles de materia orgánica son más altos en pastizales naturales. Cuando estos ambientes son cultivados, la materia orgánica disminuye (principalmente si las rotaciones y las labranzas son insuficientes).

El contenido de materia orgánica en el suelo se define por el ingreso y el egreso de carbono en este. Las acciones que afectan el contenido de carbono en el suelo son: las labranzas, rotaciones con pasturas, fertilización, rastrojos.

Al comparar estos resultados fig.13 con los obtenidos en análisis realizados años anteriores en lotes de la zona, podemos observar fig.14:

Evolución de la M.O. en lote con rotación agrícola ganadera (establecimiento Don Enzo Cuartel V Lincoln) fuente: gestar Asociados.

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Cultivo Antecesor	Pastura vieja	soja	soja	maiz	soja	maiz	soja	alfalfa	alfalfa	alfalfa	soja	trigo-soja	maiz	girasol	soja	trigo-soja	maiz	verdeos
% materia porganica	3,1	2,9	2,81	2,89	2,75	2,77	2,68	2,85	2,8	2,89	2,78	2,85	2,91	2,84	2,83	2,9	2,93	2,92
observacion	periodo de exceso de agua			años de precipitaciones normales normales						sequias			años de precipitaciones normales				periodo de exceso de agua	

fig.13. Cuadro comparativo de resultados

Evolución de la Materia Orgánica con rotación agrícola (establecimiento Don Enzo)

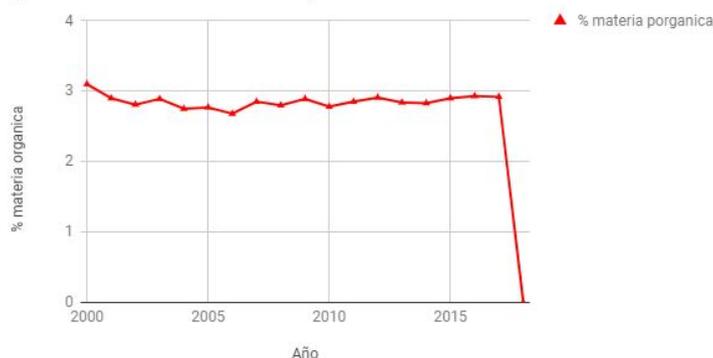


fig.14. Resumen del cuadro comparativo



En los primeros 3 años el período fue de exceso hídrico. Hasta el 2007 las precipitaciones fueron normales. En 2008 y 2009 se presenciaron sequías. Hasta el 2015 volvieron a ser normales las precipitaciones. En el 2016 y 2017 hubo exceso hídrico.

La sequía de los años 2008 y 2009 hizo que los niveles de materia orgánica en el suelo no subieran a pesar de que estaba implantada una pastura.

Un año donde el régimen hídrico es inferior al del promedio, el porcentaje de materia orgánica disminuye, a pesar de que haya una pastura instalada porque hay una mayor oxidación de la materia orgánica del suelo y una menor tasa de crecimiento de las plantas. De esta manera, la tasa de crecimiento del cultivo resulta ser menor en sequías. La incorporación de materia orgánica en el suelo (principalmente considerando los sistemas radiculares de las plantas) será mucho menor y se refleja en la composición del suelo al año siguiente (2010).

Conclusiones extraídas de las encuestas:

- Porcentaje de productores encuestados que;
 - practican siembra directa: 93,3%
 - mantienen un orden de cultivo anual: 93,3%
 - incluyen posturas en sus rotaciones: 60%
 - no practican siembra directa y rotan: 100%

Bibliografía

- Wall Luis G. Editorial Siglo veintiuno editores. Año: 2005. “Plantas, bacterias, hongos, mi mujer, el cocinero y su amante. Sobre interacciones biológicas, los ciclos de los elementos y otras historias.”
- Anzolín Adriana. Editorial Maipue. Año: 2015. “Ambiente, desarrollo y sociedad.”
- Gore Tipper. Editorial Gedisa. Año: 2010. “Nuestra elección. Un plan para resolver la crisis climática.”
- <https://drive.google.com/file/d/1vlu3gqOO3vguNTkGyJA4dqOIV36ZNv9X/view?usp=sharing>
- <http://www.cosmoagro.com/site/avanzamos/requerimientos-nutricionales-absorcion-y-extraccion-cereales/>