

Efecto de la costra microbiótica en el crecimiento de *Lactuca sativa* en suelo arenoso

Effect of microbiotic crust on growth of *Lactuca sativa* on sandy soil

Flor Teresa García Huamán¹, Celestino Poquioma Cruz²

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo determinar el efecto de la costra microbiótica en el crecimiento de *Lactuca sativa* "lechuga" en suelo arenoso, a nivel de laboratorio. El diseño experimental fue de series cronológicas experimentales. Las muestras biológicas fueron semillas de "lechuga" y costras microbióticas: hipermórfica, perimórfica y criptomórfica, obtenidas de manera intencional y selectiva. Se establecieron tres grupos experimentales y un grupo control. Se utilizó 2 kg. de suelo arenoso y 100g de costra microbiótica, se humedeció y se dejó en reposo 72 h., luego se colocó las semillas. Se encontró que las costras microbióticas tienen un efecto positivo en el crecimiento de *Lactuca sativa* "lechuga" en suelo arenoso a nivel de laboratorio; utilizando 2kg. de suelo arenoso y 100g. de costra hipermórfica, a los 60 días se alcanza un tamaño de 11.66 cm. y un peso de 1.21 g.; los parámetros de fertilidad, aumentan con costra hipermórfica comparando con el grupo control, registrándose valores para el grupo control de pH 6.22 y para el grupo experimental con costra hipermórfica 7.81; C.E (mS/cm) 0.02 y 0.26; P(ppm) 0.91 y 6.68; K (ppm) 12.95 y 50.05; C.O (%) 0.53 y 1.07; M.O(%) 0.92 y 1.84; N(%) 0.05 y 0.09; respectivamente.

Palabras clave: Costra microbiótica, crecimiento de *Lactuca sativa*

ABSTRACT

The present study was aimed at demonstrating the effect of microbiotic crust on the growth of *Lactuca sativa* "lettuce" on sandy soil at the laboratory level. The experimental design was experimental chronological series. The biological samples were seeds of "lettuce" and microbiotic crust: hypermorphic, perimorphic and cryptomorphic, obtained intentionally and selectively. Three experimental groups and one control group were established. We used 2 kg. of sandy soil and 100g of microbiotic crust, moistened and allowed to stand for 72 h., then the seeds were placed. It was found that microbial crusts have a positive effect on the growth of *Lactuca sativa* "lettuce" on sandy soil at laboratory level; using 2kg. of sandy soil and 100g. of hypermorphic crust at 60 days reaches a size of 11.66 cm. and a weight of 1.21 g.; the fertility parameters increased with hypermorphic crust compared to the control group, with values for the control group of pH 6.22 and for the experimental group with hypermorphic crust 7.81; C.E (mS / cm) 0.02 and 0.26; P (ppm) 0.91 and 6.68; K (ppm) 12.95 and 50.05; C.O (%) 0.53 and 1.07; M.O (%) 0.92 and 1.84; N (%) 0.05 and 0.09; respectively.

Keywords: Microbiotic crust, growth of *Lactuca sativa*.

¹Docente Principal de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Biólogo-Microbiólogo, Magister en Ciencias con Mención en Gestión Ambiental, Doctora en Ciencias Ambientales y Especialista en Gestión de la Biodiversidad. Universidad Nacional de Trujillo. Correo Electrónico: flor.garcia@untrm.edu.pe
²Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

I. INTRODUCCIÓN

El interés despertado por las costras microbióticas o costras biológicas del suelo (CBS) no es sorprendente ya que representa un importante aporte de carbono y nitrógeno del suelo, incrementa su estabilidad y protege frente a la acción erosiva de la lluvia y el viento, favorece la agregación y cohesión de partículas del suelo, modula la infiltración y afecta de manera directa a las plantas vasculares influyendo en su establecimiento, contenido nutricional y estado hídrico (Belnap&Lange, 2003).

El conocimiento de la biología, ecología y fisiología de la CBS ha aumentado ampliamente en los últimos años. No obstante, existe un vacío de información importante respecto a la influencia de la CBS en los ciclos biogeoquímicos, especialmente del fósforo y carbono, así como a todo lo referente a las interacciones bióticas, tanto entre los componentes de la CBS entre sí como entre la CBS y los microorganismos, plantas vasculares e invertebrados (Castillo y Maestre, 2011).

La mayoría de estudios respecto a las CBS se han realizado en zonas áridas y semiáridas de los Estados Unidos de América, Australia, Israel y China. Es especialmente preocupante la falta de estudios en toda América Central y del Sur, pese a que las CBS debe ser un componente biótico de primera magnitud en países como Chile, Argentina, Perú y México, por citar algunos ejemplos (Castillo y Maestre, 2011).

Actualmente, las costras microbióticas están siendo utilizadas en la biorremediación de zonas afectadas por vertidos accidentales de petróleo. Son aprovechadas como bioindicador de la salud del suelo por ventajas de su uso en la recuperación de zonas deterioradas y sirve como fertilizante natural (Martínez, 2005).

Eldridge y Greene (1994), proponen un sistema para clasificar las costrasmicrobióticas, considerando tres tipos de forma diferentes: hipermórficas, perimórficas y criptomórficas.

Actualmente la tendencia mundial es el cultivo orgánico de hortalizas. En este tipo de cultivo, el abono orgánico es una herramienta imprescindible para poder aportar nutrientes a la tierra para que esta sea lo suficientemente fértil y aumentar la actividad de los microorganismos del suelo para que las plantas crezcan y se desarrollen correctamente.

Los suelos expuestos a condiciones de aridez o semiaridez, se encuentran por general altamente degradados, con problemas de erodabilidad y de fertilidad lo cual está originado en gran medida por la escasa cobertura vegetal, asociada a la condición esporádica de las lluvias, pero también, por la

permanente y continua sobreexplotación por parte de los seres humanos, con fines agrícolas y pecuarios (Nuñez, 2014).

Entre las medidas más factibles que se han propuesto para mitigar la degradación de los suelos, se encuentra la utilización de técnicas de cobertura y de incorporación de materia orgánica; así como el uso reciente de acondicionadores, con el fin de estabilizar la estructura y mejorar la porosidad y la infiltración del agua en el suelo (Lentz et al., 1992).

Esta cobertura debe plantearse, entre otros criterios, a partir de la disponibilidad de organismos que se adaptan a las condiciones físico-geográficas del área. De allí que Johansen, Eldridge y Green (citados en Hawkes, 2003), sostienen que para las regiones áridas existen evidencias que advierten de la influencia de parches orgánicos, denominados costras biológicas o microbióticas, que mejoran la estabilidad y la fertilidad del suelo (Nuñez, 2014).

En el Perú, los suelos de aptitud agropecuaria son el recurso más escaso del país (un 7% del territorio nacional) y también el más amenazado por procesos de deterioro, en especial la salinización en la costa, la erosión paulatina en la sierra y la pérdida de fertilidad en la amazonia. (Ministerio de agricultura y riego, 2014).

El suelo o tipo de terreno es esencial para el crecimiento de las plantas, ya que deberá permitir un buen enraizado de la planta, el buen drenaje del agua y la obtención de todos los nutrientes que necesitará para desarrollarse.

En la actualidad existe mayor cuidado por la salud y la nutrición, pues se considera una alimentación saludable con hortalizas. Las hortalizas por sus propiedades nutritivas juegan un papel trascendental. *Lactuca sativa* “lechuga” es una hortaliza rica en vitaminas, minerales flavonoides, fibra, antioxidantes. En el Perú su exportación ha alcanzado los US\$ 208 mil a un precio de US\$ 2.85 kilo promedio. A Estados Unidos se envía el 77% de las exportaciones y el resto a Panamá (Agrodata, 2015).

Ante la crítica situación por la que atraviesan los suelos de cultivo y la necesidad de generar bienestar en la salud, con nutrición adecuada y la elevar la economía de los pobladores y por ende de los países, se pretende mejorar la calidad de los suelos arenosos para el cultivo de lechuga, por ello el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la costra microbiótica en el crecimiento de *Lactuca sativa* “lechuga” en suelo arenoso a nivel de laboratorio.

II. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

El diseño experimental que se empleó fue el Diseño de Series Cronológicas Experimentales, el mismo que se utilizó para analizar los efectos de la variable independiente en el mediano y largo plazo. Se trabajó con varias postpruebas, varios grupos experimentales y un control.

Las muestras biológicas estuvieron constituidas por semillas vegetales de *Lactuca sativa* “lechuga”, obtenidas de manera intencional y selectiva.

Las costras microbióticas que se obtuvieron fueron de tres tipos: hipermórficas (musgos), perimórficas (líquenes) y criptomórficas (hongos filamentosos). Se realizaron muestreos intencionales y selectivos.

2.2. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos y procedimiento

Obtención de la Costra Microbiótica: Las costras microbióticas que se obtuvieron fueron de tres tipos: hipermórficas, perimórficas y criptomórficas. Las mismas que se recolectaron en las provincias de Chachapoyas y Bongará, haciendo uso de un cuchillo y una espátula, recolectando en total una cantidad promedio de 1Kg por cada una de las costras y colocadas en bolsas de polietileno de primer uso para su transporte.

Establecimiento de los tratamientos: Se establecieron tres grupos experimentales (con costras microbióticas hipermórfica, perimórfica y

criptomórfica) y un grupo control (sin costra microbiótica).

Las muestras de suelo (2 kg) se colocaron en recipientes de plástico y se mezcló con 100g de costra microbiótica correspondiente. La mezcla se humedeció y se dejó en reposo 72 horas. Transcurrido el tiempo antes indicado se colocó las semillas de *Lactuca sativa*.

Unidades experimentales (UE): En total se establecieron 3 unidades experimentales y un grupo control, con 7 observaciones cada una, de acuerdo. Se trabajó por triplicado.

Evaluación del tamaño y peso de los vegetales en estudio: Las mediciones de tamaño se realizaron a los 25, 45 y 60 días, para ello se utilizó una regla milimétrica. La medición se hizo desde la superficie del suelo hasta el ápice de la planta.

El peso de los especímenes vegetales se realizó utilizando una balanza analítica y sólo se evaluó a los 60 días.

Evaluación de fertilidad del suelo: Se midió el pH, conducción eléctrica (C.E) en relación suelo – agua 1:1, para ello se utilizó ph-metro y conductímetro respectivamente. Se evaluó la presencia de fósforo (P) disponible (ppm) por el método de Olsen modificado. También se determinó la cantidad de potasio (K) disponible (ppm) mediante el método de saturación de acetato de amonio 1N a pH 7. Además se calculó el porcentaje (%) de carbono orgánico (C), materia orgánica (M.O) y nitrógeno (N), mediante oxidación por el método de Walkey y Black.

III. RESULTADOS

Tabla 1. Tamaño (cm) de *lactuca sativa* “lechuga” a los 25,45 y 60 días en suelo arenoso para los grupos experimentales y control.

| Días | Tamaño de grupos experimentales (cm) | | | Tamaño control |
|------|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------|
| | Costra hipermórfica (musgo) | Costra perimórfica (líquenes) | Costra criptomórfica (hongos) | |
| 25 | 7.4 | 3.1 | 4.3 | 1.5 |
| 45 | 13.3 | 3.2 | 11.1 | 2.3 |
| 60 | 14.3 | 3.7 | 12.3 | 3.6 |

Tabla 2. Valor de pH de los suelos en las unidades experimentales y grupo control

| Valor de pH de los suelos con costras macrobióticas | | | Valor del PH en el suelo Control | Valor de pH suelo de Jardín |
|---|--------------------|----------------------|--|--------------------------------|
| Costra hipermórfica | Costra perimórfica | Costra criptomórfica | | |
| 7.32 | 8.17 | 8.5 | 5.95 | 9.4 |

Tabla 3. Valores de los parámetros de fertilidad del grupo control y con costra hipermórfica

| Unidades de estudio | pH (1.1) | C.E (1.1) | P | K | C | M.O | N |
|---------------------|----------|-----------|------|-------|------|------|------|
| | | (mS/cm) | ppm | | % | % | % |
| Control | 6.22 | 0.02 | 0.91 | 12.95 | 0.53 | 0.92 | 0.05 |
| Costra hipermórfica | 7.81 | 0.26 | 6.68 | 50.05 | 1.07 | 1.84 | 0.09 |

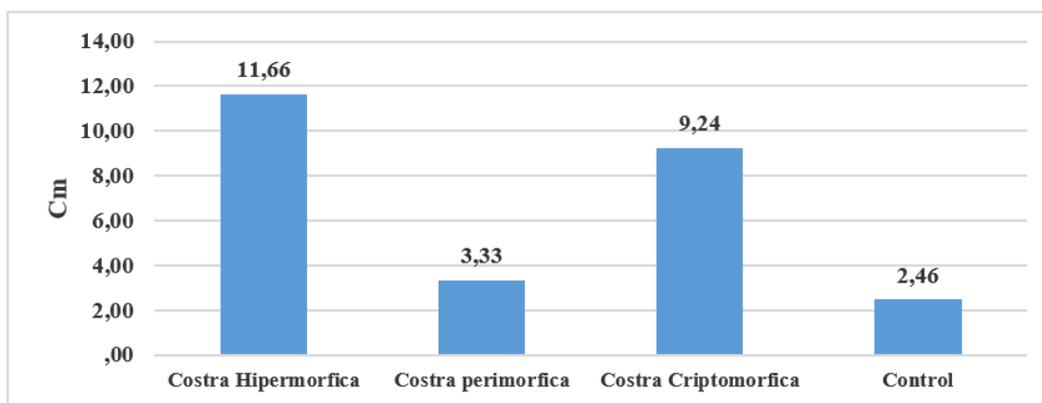


Figura 1. Tamaño promedio (cm) de los tratamientos experimentales y control.

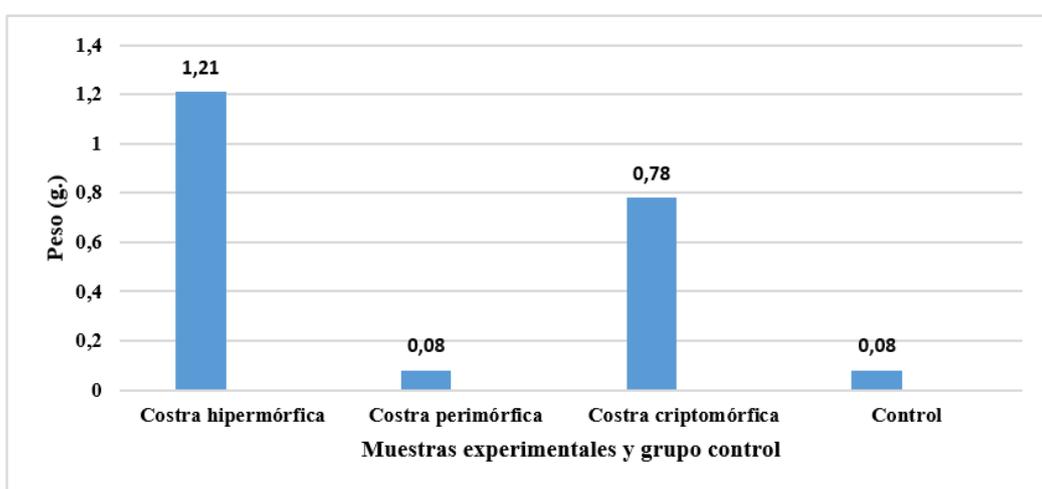


Figura 2. Peso promedio (g.) de los tratamientos experimentales y control.

IV. DISCUSIÓN

La utilización de costras microbióticas en suelos arenosos mejora el crecimiento de las plantas, en el presente estudio sobre el tamaño (cm.) de *Lactuca sativa* “lechuga” a los 25, 45 y 60 días en suelo arenoso para los grupos experimentales y control, se observó crecimiento en todos los grupos experimentales pero es mayor en el grupo experimental con costra hipermórfica (tabla 1) donde existe la predominancia de musgo, pues a diferencia de las costras perimórficas (líquenes) y criptomórficas (hongos), el musgo tiene mayor capacidad de retención de agua pudiendo captar hasta 300 veces su peso en agua; sirven de hábitat a miles de microorganismos que aportan materia orgánica al suelo, convirtiéndose en abono cuando se integra al suelo (Calderón, 2007), mejorando los suelos arenosos que son muy porosos y no retienen la humedad ni los nutrientes.

En la presente investigación se encontró que el mayor tamaño de *Lactuca sativa* “lechuga” en promedio fue con la costra hipermórfica alcanzando 11.66 cm. y valores promedio de 3.33 cm. con la costra perimórfica, 9.24 cm. con la costra

criptomórfica, en comparación con el tamaño de las lechugas crecidas en el grupo control, que alcanzaron un promedio de 2.46. cm. (figura 1).

La costra hipermórfica por tener mayor capacidad de retención del agua hace que las plantas ganen mayor peso, en este estudio se encontró, en promedio, mayor ganancia de peso en las unidades experimentales con costra microbiana en relación al grupo control de *Lactuca sativa* “lechuga” a los 60 días registrándose el mayor peso promedio de 1.21g. con costra hipermórfica y 0.78g. costra criptomórfica; 0.08g. para la costra perimórfica y grupo control (figura 2)

Un factor que determina el ph de los suelos está vinculado con el clima, en lugares lluviosos, las lluvias lixivian los cationes (Mg^{+2} , Ca^{+2} , Na^{+} , K^{+}) del suelo, convirtiéndolos en suelos ácidos, como es el caso de los suelos utilizados en la presente investigación, obtenidos de la provincia de Chachapoyas, departamento de Amazonas. Sin embargo, para el crecimiento de la lechuga se necesitan suelos con un ph óptimo entre 6,7 y 7,4 de allí la importancia de utilizar costras microbióticas para alcanzar el ph requerido para el crecimiento de vegetales (FEPE, 2011).

En el presente estudio se encontró que en las unidades experimentales con costra microbiótica se incrementó el pH respecto al grupo control encontrándose valores de 7.32, 8.17 y 8.5 para las costras hipermórfica, perimórfica y criptomórfica respectivamente y el valor promedio para el grupo control fue 5.9, observándose que el mejor pH para el cultivo de *Lactuca sativa* “lechuga”, se obtuvo con la utilización de costra hipermórfica (tabla 2).

En investigaciones sobre los efectos de la costra microbiótica en algunas propiedades del suelo en el sur de la quebrada de los Barrancos, Valle de Quibor, Venezuela, se encontró que la presencia de la costra microbiótica en la superficie del suelo aumenta la actividad metabólica, el carbono orgánico (C) y la materia orgánica (M.O). En cuanto al pH, conductividad eléctrica (C.E.), salinidad y porcentaje de humedad no registraron variaciones (Nuñez, 2014).

En nuestro estudio se afirma lo antes mencionado, para el caso de materia orgánica, el grupo experimental con costra hipermórfica registró porcentajes más altos que el grupo control, siendo los valores 1.84% y 0.92%, respectivamente (tabla 3). Así mismo se encontró un aumento significativo del porcentaje de carbono orgánico comparando el grupo control en relación al grupo experimental con costra hipermórfica con valores de 0.53% y 1.07%, respectivamente (tabla 3), encontrando diferencias en el estudio antes mencionado, realizado por Nuñez, 2014; en cuanto a los valores de pH, conductividad eléctrica, donde sí se registraron variaciones.

Al investigar el efecto de la costra microbiótica en el crecimiento de *Lactuca sativa* “lechuga”, en suelo arenoso a nivel de laboratorio, se demostró que existe un efecto positivo pues aumentaron el tamaño y peso de los vegetales estudiados, aumentando también los parámetros de fertilidad, comparando el grupo control con el grupo experimental con costra hipermórfica. Se elevaron los valores de parámetros como pH, conductividad eléctrica (C.E.), fósforo (P), potasio (K), carbono orgánico (C.O), materia orgánica (M.O) y nitrógeno (N) (tabla 3).

En el presente estudio se registraron valores para el grupo control de pH 6.22 y para el grupo experimental con costra hipermórfica 7.81; C.E (mS/cm) 0.02 y 0.26; P(ppm) 0.91 y 6.68; K (ppm) 12.95 y 50.05; C.O (%) 0.53 y 1.07; M.O(%) 0.92 y 1.84; N(%) 0.05 y 0.09; respectivamente (tabla 3).

En otra investigación sobre siembra directa en el secano aragonés, se estudió el efecto sobre el carbono orgánico en el horizonte superficial del suelo, en las regiones semiáridas, donde la capacidad del suelo para la producción agrícola es limitada, el carbono orgánico puede ejercer gran influencia sobre

la calidad del suelo favoreciendo la estabilidad estructural, la porosidad, la capacidad de agua disponible, la capacidad de intercambio catiónico, e incrementando, finalmente, la producción y los beneficios económicos del agricultor (López, 2008).

En el valle de Quibor, se han registrado diferencias en el contenido de carbono orgánico, en general los suelos sin costras microbióticas presentan una media de 0.14% de carbono orgánico, mientras que los suelos con costras en superficies presentan incrementos importantes que alcanzan un promedio de 0.36% de carbono orgánico. La relación anterior supone que comparando el contenido promedio de carbono orgánico en muestras con y sin costras, existe un incremento de poco más del 150% en aporte de carbono orgánico por parte de las muestras con costras (Nuñez, 2014).

Según López et al. (2008), en las regiones semi áridas, donde la capacidad del suelo para la producción agrícola es limitada, el carbono orgánico puede ejercer gran influencia sobre la calidad del suelo favoreciendo la estabilidad estructural, la porosidad, la capacidad de agua disponible, la capacidad de intercambio catiónico, e incrementando, la producción y los beneficios económicos del agricultor.

V. CONCLUSIONES

- Las costras microbióticas tienen un efecto positivo en el crecimiento de *Lactuca sativa* “lechuga” en suelo arenoso a nivel de laboratorio.
- Utilizando 2kg. de suelo arenoso y 100g. de costra hipermórfica, a los 60 días se alcanza un tamaño de 11.66 cm. y un peso de 1.21 g. para *Lactuca sativa* “lechuga”.
- La costra microbiana hipermórfica tiene mayor efecto positivo en el peso y tamaño de *Lactuca sativa* “lechuga” en comparación con las costras perimórfica y criptomórfica.
- Los parámetros de fertilidad: pH, conductividad eléctrica (C.E), fósforo (P), potasio (K), carbono orgánico (C.O), materia orgánica (M.O) y nitrógeno (N), aumentan con costra hipermórfica comparando con el grupo control.
- Los valores de parámetros de fertilidad utilizando 2kg. de suelo arenoso y 100g. de costra hipermórfica, en el crecimiento de *Lactuca sativa* “lechuga” a los 60 días, es de pH 7.81; C.E (mS/cm) 0.26; P(ppm) 6.68; K(ppm) 50.05; C.O (%)1.07; M.O(%)1.84; N(%)0.09.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrodata Perú. 2015. *Lechuga Perú Exportación*. Mayo 27, 2015. <http://www.agrodataperu.com>.
- Belnap J. & OL Lange. 2003. *Biological soil crust: Structure, function, and management*. Springer-Verlag, Berlín.
- Calderón, J. 2007. *Acuerdos orgánicos*. <http://briofitos.blogspot.pe>.
- Castillo, A. y F. Maestre. 2011. *La costra biológica del suelo: Avances recientes en el conocimiento de su estructura y función ecológica*. Revista Chilena de Historia Natural. Vol. 84. N° 01. Santiago de Chile, Marzo 2011.
- Eldridge DJ & RSB Greene. 1994. *Microbiotic soil crusts: A review of their role in soil and ecological processes in the rangeland of Australia*. Australian Journal of Soil Research 32:389-415.
- FEPE. 2011. *Análisis sobre exportación de lechuga iceberg procedentes de la región de Murcia hacia el mercado Ruso*. Federación Española de Productores y Exportadores de Frutas y Hortalizas.
- Hawkes, C. 2003. *Microorganismos del suelo, plantas en peligro de extinción y la conservación del matorral de Florida*. Ecosistemas: Revista Científica y técnica de ecología y medio ambiente. USA.
- Lentz, R.; I. Shainberg; R. Sojka and D. Carter. 1992. *Preventing irrigation furrow erosion with small applications of polymers*, Soil Science Society of America Journal, Madison, Vol. 56, N°6.
- López, M, N. Blanco, M. Limón y R. Gracia. 2008. *Siembra directa en el secano aragonés: Efectos sobre el carbono orgánico en el horizonte superficial del suelo*. <http://www.nolaboreo.es>
- Martínez Alonso, N. 2005. *El papel de los tapetes microbianos en la biorrecuperación de zonas litorales sometidas a la contaminación por vertidos de petróleo*. Revista científica de ecología y medio ambiente. Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente, 79-91.
- Ministerio de agricultura y riego. 2014. *Zonificación Económica Ecológica*. <http://mingri.gob.pe>
- Núñez, Ravelo Franflin. 2014. *Efectos de la costra microbiótica en algunas propiedades del suelo en el sur de la quebrada los Barrancos, Valle de Quíbor, Venezuela*. Revista Investigaciones geográficas N° 84. México, Agosto, 2014.