

Deficiencia que induce los fertilizantes y agroquímicos edáficos en la provincia del Tequendama y Cundinamarca con población víctima del conflicto armado

Deficiency that Induces Soil Fertilizers and Agrochemicals in the Province of Tequendama and Cundinamarca with Victims of Armed Conflict

OSCAR ALEXANDER MONTOYA OSPINA

**Red de Conocimiento Agrícola
Centro de la Tecnología del Diseño
y la Productividad Empresarial
Girardot, Cundinamarca
oamontoya@misena.edu.co
omontoya@sena.edu.co**

Fecha de recepción: 02-11-2018

Fecha de evaluación: 09-11-2018

Fecha de aceptación: 13-11-2018





Deficiencia que induce los fertilizantes y agroquímicos edáficos en la provincia del Tequendama y Cundinamarca con población víctima del conflicto armado

Resumen

La agricultura moderna depende en gran medida de la aplicación extensiva de agroquímicos, incluidos los fertilizantes y pesticidas inorgánicos. Los suelos erosionados pierden su capacidad de mantener una mayor producción de cultivos ya que, aplicando algunos agroquímicos, se observa que algunos de los macrominerales y microminerales hacen sinergismo y son consumidos por las plantas pero los nutrientes que hacen antagonismo con otros minerales no son absorbidos entre una y otra aplicación, se evidencia que al pasar los días sin ser absorbidos por las plantas se ven las deficiencias que inducen los minerales ya aplicados y no se observan cambios en la morfología de la planta. Sin embargo, esta revisión cubre los tipos de preocupaciones y temas actuales relacionados con la aplicación extensiva de agroquímicos, fertilizantes en particular plaguicidas.

Palabras clave: edafología, fertilizantes, agroquímicos, deficiencia, pesticidas.

Abstract

Modern agriculture depends to a large extent on the extensive application of agrochemicals, including inorganic fertilizers and pesticides. The eroded soils lose their capacity to maintain a higher production of crops since, by applying some agrochemicals, it is observed that some of the macro minerals and micro minerals make synergism and are consumed by the plants, but the nutrients that antagonize other minerals are not absorbed between the first and second application; it is observed that as the days pass without being absorbed by the plants, the deficiencies that induce the minerals already applied are seen and no changes in the morphology of the plant are observed. However, this review covers the types of concerns and current issues related to the extensive application of agrochemicals, fertilizers in particular pesticides.

Keywords: Edaphology, Fertilizers, Agrochemicals, Deficiency, Pesticides.

Introducción

La zona rural era una de las primeras productoras del país en comercializar los alimentos obtenidos en el campo, solo bastaba boñiga de vaca, se obtenían productos saludables y unos suelos productivos. Al pasar los años llega a Colombia la revolución verde que cambia las expectativas de hacer aplicaciones y más rentabilidades con productos en menor tiempo, sin pensar que estos podrían tener ventajas y desventajas en el suelo.

En Colombia la tierra cultivable en el país es muy baja y su deficiencia de alimentos conlleva que, en suelos netamente agrícolas, 11,3 millones de hectáreas, solo se usa el 35% (Morales, 2016). Es tal la situación, que Colombia necesita utilizar agroquímicos y ha estado aplicando una cantidad cada vez mayor de fertilizantes y agroquímicos con síntesis química para producir más alimentos. El uso de fertilizantes y agroquímicos ha aumentado alrededor del 60% y se evidencia que los suelos han presentado unos comportamientos de cambios de textura y degradación baja, ya que los fertilizantes y agroquímicos que no

hacen antagonismo, han provocado un exceso de minerales y reacciones químicas no compatibles no son fácilmente absorbidos por plantas cultivadas, en cambio, los que hacen sinergismos son los primeros en ser absorbidos y provocan una deficiencia como si nunca se hubiera aplicado en el suelo.

Hay metales pesados que no hacen sinergismo con otros minerales y pueden ocasionar problemas de antagonismo y no ser absorbidos por las plantas (Martí, Burba & Cavagnaro, 2002).

Materiales y métodos

El presente estudio se realizó en la vereda la Esperanza del municipio de Viotá, Cundinamarca (Figura 1), que comprende un área de 0,631 acres con plantas de aguacate y tomate y se encuentra a 9,43 km del municipio de Viotá, Cundinamarca. De acuerdo con la evaluación de los recursos de la tierra de Viotá, Cundinamarca, para el desarrollo de la agricultura, el área de estudio no se encuentra protegida por parte de la CAR.



Figura 1. Mapa del área de estudio Hídrica. Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

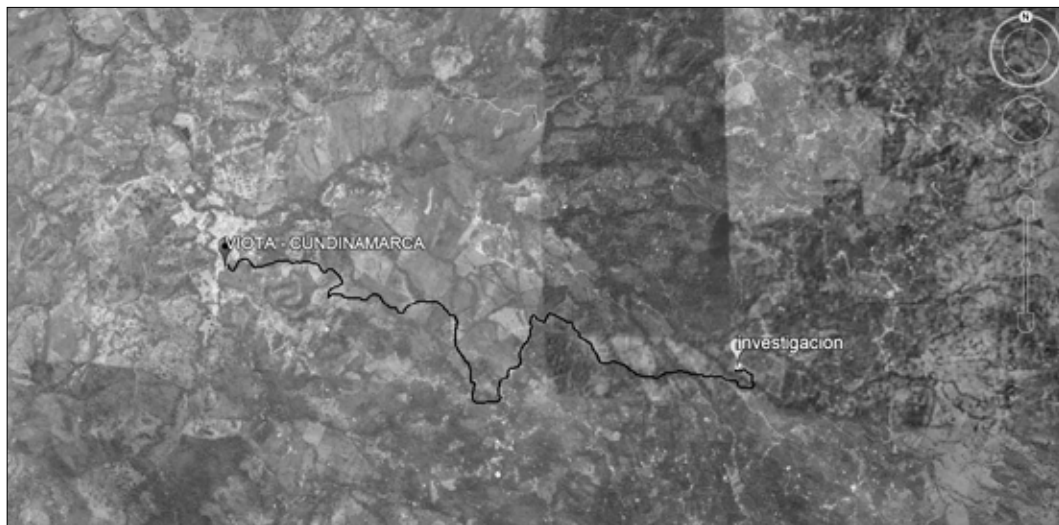


Figura 2. Mapa del área de estudio.

Se tomaron muestras de suelo a una profundidad de 15-30 cm y se recolectaron muestras de agua que incluyen diferentes estanques y canales de febrero a noviembre de 2018. La fuente de datos para el análisis de las muestras fue del laboratorio AGRILAB y se utilizó principalmente para el desarrollo del área de estudio.

Los principales agroquímicos usados en el área de estudio se refieren a todos los fertilizantes y agroquímicos minerales con síntesis química, que fueron utilizados para dar respuesta a eliminar bacterias, hongos, insectos y plaga en la agricultura. Las características de los agroquímicos que se usaron en la investigación se muestran en la Tabla 1.

El pH del testigo fue de 5,51 en la parcela relacionada con la aplicación de agroquímicos y fertilizantes de 4,86 a 5,80, referenciados en la Tabla 2. Las parcelas donde se usaron agroquímicos son ligeramente más ácidas que las parcelas no relacionadas con fertilizantes. Esta diferenciación puede ocurrir debido a la mezcla química. Los fertilizantes químicos pueden desempeñar un papel vital para cambiar las condiciones de pH en el suelo y sus minerales.

Tabla 1. Fórmula del fertilizante y principales agroquímicos utilizados en el área de estudio y su contenido de nutrientes en cultivos de aguacate y tomate. **Fuente:** Elaboración propia.

Fórmula	Fertilizantes o agroquímicos	Porcentaje	Estado
C3h8no5p	Aminofosfonato (Bramati, Coret, Edwards & Gioia, 2003)	36%	Líquido
0,0dietil 0-3,5,6-tricloro-2-piridil fosforotioato	Chlorpyrifos (Cortesia, Marciano, Marciano & Zapata-Vivenes, 2015)	48%	Líquido
Dicloruro de 1,1 dimetil-4,4 bupiridilo	Bupiridilos (Rivero, 1990)		Líquido
0,0 -dietil-0-(3,5,6-tricloro-2-piridinil) fosforotioato	Chlorpyrifos (Mesa, Mesa, Gual & Zapata, 2005)	25%	Polvo
Ch4n2o	N ureico (Ginés & Sancho, 2002)	N 46%	Granulado
N, p2o5, k2o	N nítrico, N amoniacal, Fósforo, Potasio (Martí, Burba & Cavagnaro, 2002)	N 15, P 15, K 15	Granulado
N, p2o5, k2o, Mgo, s	N nítrico, N amoniacal, Fósforo, Potasio, MgO, S. (Arnedo, 2009)	N 18, P 18, K 18, Mg 1 S 2	Granulado



Imagen 1. Aplicación de productos agroquímicos a tomate.
Fuente: Elaboración propia.



Imagen 2. Aplicación de productos agroquímicos en aguacate.
Fuente: Elaboración propia.

Contenido de nitrógeno en el suelo: la concentración de nitrógeno encontrada para las parcelas tratadas con agroquímicos fue de 0,87 a 1,01 ppm y las parcelas relacionadas con fertilizantes se encontraron de 0,56 a 0,75 ppm (Tabla 2). Esto indica que las parcelas tratadas con agroquímicos hicieron antagonismo de nutrientes y el contenido de nitrógeno es alto según lo evidenciado por el análisis foliar (Tabla 3).

Contenido de sales disueltas o C.E en el suelo: la concentración de sales disueltas encontrada para las parcelas tratadas con agroquímicos fue de 0,24 a 3,12 dS/m y las parcelas relacionadas con fertilizantes se encontraron de 0,33 a 0,38 dS/m (Tabla 2). Esto indica que en las parcelas tratadas con fertilizantes se observa un antagonismo de sales disueltas y por lo anterior presenta deficiencia en la conductibilidad eléctrica.

Tabla 2. Condición del suelo de diferentes aplicaciones de productos en el área de estudio. **Fuente:** Elaboración propia.

	Testigo	C3H8NO5P	0,0 -dietil- 0-(3,5,6- triclora-2- piridinil) fosforotioato 48%	Dicloruro de 1,1 dimetil-4,4 bipiridilo	0,0 -dietil- 0-(3,5,6- triclora-2- piridinil) fosforotioato 25%	Fertilizante CH4N2O	Fertilizante N 15, P2O5 15, K2O 15	Fertilizante N 18, P2O5 18, K2O 18
Textura	Franco limosa	Franco limosa	Franco limosa	Franco limosa	Franco limosa	Franco limosa	Franco limosa	Franco limosa
pH	5,51	5	4,86	5,19	5,57	5,80	5,29	5,28
C.E.	0,20	2,95	3,12	2,86	0,24	0,38	0,33	0,33
% Carbono orgánico	4,29	11,22	10,36	10,18	11,61	8,72	9,74	7,45
% Materia orgánica	7,39	19,33	17,84	17,53	20,00	15,02	16,78	12,32
% Nitrógeno total	0,39	1,01	0,90	0,87	0,94	0,70	0,75	0,56
Fósforo	3,31	23	31	15	15	17	19	16
Potasio	81,9	616	577	148	316	304	133	199

Tabla 3. Análisis foliares de diferentes aplicaciones de productos agroquímicos foliares en el área de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Na
	%						ppm					
Testigo	2,59	0,19	2,15	1,87	0,40	0,14	49	35	6,8	22	40	69
Aplicación de agroquímicos foliares	2,66	0,21	2,15	1,97	0,43	0,16	75	42	9,0	31	35	84

Análisis de laboratorio

Para la realización de los análisis físicoquímicos y químicos, se recogieron respectivamente 12 muestras de suelos, 4 muestras de bacterias, 4 muestras de hongos, 5 muestras foliares y 5 muestras de riego. Se enviaron al laboratorio AGRILAB, registro certificado ICA resolución 1271 de 5/05/2014 para el análisis correspondiente.

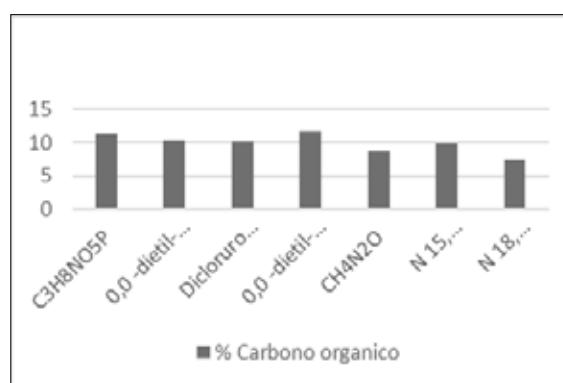
Resultados de laboratorio

Contenido de fósforo en el suelo: la concentración de fósforo encontrada para las parcelas tratadas con agroquímicos fue de 15 a 31 ppm y en las parcelas relacionadas con fertilizantes se encontraron de 16 a 19 ppm (Tabla 2). Esto indica que las parcelas tratadas con agroquímicos, en algunos casos traen unas moléculas de fósforo que hacen antagonismo con otros minerales en el suelo y en el follaje se observan aumentos en las aplicaciones (Tabla 3).

Contenido de potasio en el suelo: la concentración de potasio encontrada para las parcelas tratadas con agroquímicos fue de 148 a 616 ppm y en las parcelas relacionadas con fertilizantes se encontraron de 133 a 304 ppm (Tabla 2). Esto indica que las parcelas tratadas con agroquímicos, en algunos casos, el antagonismo con el potasio provoca que la planta no lo

absorba lo cual se reflejan los niveles altos de potasio en el suelo y en el follaje no se observan cambios y mantiene su porcentaje según el testigo (Tabla 3).

Contenido de carbono orgánico en el suelo: la concentración de carbono orgánico encontrada para las parcelas tratadas con agroquímicos fue de 10,18 a 11,61 ppm y las parcelas relacionadas con fertilizantes se encontraron de 7,45 a 9,74 ppm (Tabla 2). Esto indica que las parcelas tratadas con agroquímicos y fertilizantes no ocasionan daño en el carbono orgánico del suelo, al contrario, lo aumenta según de lo que esté elaborado el producto (Figura 3).

**Figura 3.** Concentraciones de carbono orgánico.

Fuente: Elaboración propia.

Contenido de materia orgánica en el suelo: la concentración de materia orgánica encontrada para las parcelas tratadas con agroquímicos fue de 17,53 a 20,00 ppm y las parcelas relacionadas con fertilizantes se encontraron de 12,32 a 16,78 ppm (Tabla 2). Estos

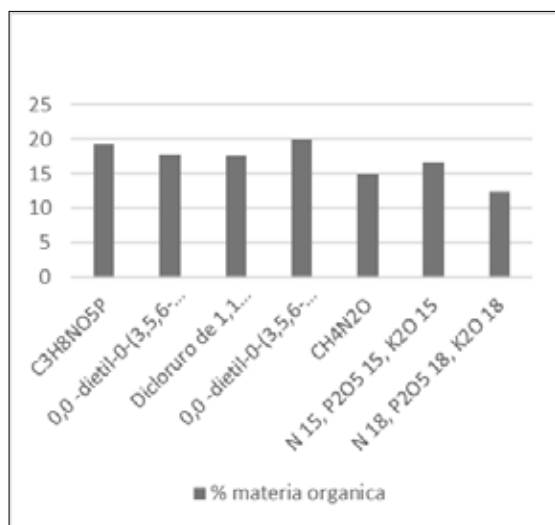


Figura 4. Concentraciones de materia orgánica.
Fuente: Elaboración propia.

indicadores nos ayudan a comprender que las aplicaciones de agroquímicos y fertilizantes no provocan pérdida de descomponedores (Figura 4).

Análisis de riesgo

Se lleva a laboratorio una muestra de riego para que no se presenten cambios a la hora de las aplicaciones de productos con tres secuencias diferentes, observar si también intervienen a la hora de la aplicación de los productos y cómo se observa (Figura 5), hay cambios significativos en el pH, C.E, K, Mg, S y Fe. Se aprecia que el anterior día hubo una pluviometría de 25 mm el cual generó cambios de minerales en los puntos de agua (Ortiz, Padrino & Ramírez, 2011).

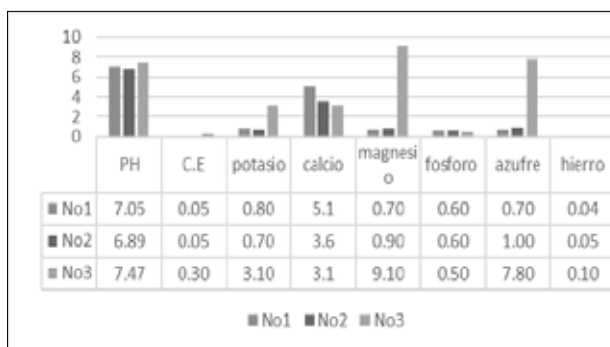


Figura 5. Análisis de riego para aplicación de productos agroquímicos y fertilizantes usados.
Fuente: Elaboración propia.

Análisis de baterías y hongos

Población de microorganismos: los hongos más frecuentes fueron *Paecilomyces*, *Fusarium oxysporum*, *Bacillus subtilis*, *Aureobasidium* y *Mucor*, se hacen aplicaciones de agroquímicos y fertilizantes para observar si hacen sinergismo lo que conlleva a observar en unos casos el *Bacillus subtilis* (Ruiz-Sánchez, et. al., 2016) y *Aureobasidium Sp* trabaja muy bien con algunos productos, aunque otros inhiben la proliferación del hongo, el *Paecilomyces Sp* (Ávila & Medina, 2014), *Fusarium oxysporum* (Torres, 2000) y *Mucor Sp* (Jiménez, 2010) no tiene efectos adversos con las aplicaciones, lo cual puede estar relacionado con la disponibilidad de nutrientes en el suelo, no así con el contenido de M.O. y el pH ácido (Tabla 4).

Los resultados de análisis de hongos y bacterias se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4. Efectos de diferentes agroquímicos sobre hongos edáficos. **Fuente:** Elaboración propia.

	C3H8NO5P	0,0 -dietil-0-(3,5,6-tricloro-2-piridinil) fosforotioato 48%	Dicloruro de 1,1 dimetil-4,4 bipiridilo	0,0 -dietil-0-(3,5,6-tricloro-2-piridinil) fosforotioato 25%	CH4N2O	N 15, P2O5 15, K2O 15	(N 18, P2O5 18, K2O 18), MgO, S
<i>Paecilomyces Sp</i>	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
<i>Bacillus subtilis</i>	(-)	(-)	(+)	(-)	(+)	(+)	(+)
<i>Fusarium oxysporum</i>	NE	NE	NE	NE	EN	NE	NE
<i>Aureobasidium Sp</i>	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
<i>Mucor Sp</i>	NE	NE	NE	NE	(-)	(-)	(-)

NE, sin efecto. Los símbolos (-) o (+) indican el nivel de inhibición o efecto positivo de los agroquímicos y fertilizantes sobre los microorganismos.



Imagen 3. Desarrollo de la *Phytophthora cinnamomi* cuando se aplicaron agroquímicos al aguacate.
Fuente: Elaboración propia.



Imagen 4. Desarrollo de la *Fusarium oxysporum* cuando se aplicaron agroquímicos al tomate.
Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

La aplicación de agroquímicos y fertilizantes conlleva a determinar que todos los minerales no son compatibles y unos van a hacer absorbidos en poco tiempo con ayuda de otros minerales compatibles (Arnedo, 2009), y es donde comenzamos a observar deficiencia en una planta que no es por falta de minerales, sino por no hacer sinergismo con otro mineral y poder ser absorbido debidamente por esta, aunque se evidenció que el agroquímico y los fertilizantes provocaron represamiento de algunos minerales, lo cual puede llevar a que surjan deficiencias de nutricionales (Córdoba, Cháves & Gálvez, 1987).

La aplicación de agroquímicos en los folíolos conlleva a obtener unos minerales extras en pocas proporciones que ayudan a la nutrición dependiendo de su compuesto químico. La calidad de agua presente en el área de estudio indica que esta tiene cambios cuando hay presencia de pluviosidad y sus niveles de minerales, pH, C.E se elevan por arrastramiento de minerales y cambios en los mismos.

En la aplicación de fertilizantes y agroquímicos en hongos se evidenció que algunos atacan directamente a hongos benéficos impidiendo su desarrollo y su sobrepoblación, en cambio los hongos patógenos no obtuvieron efectos adversos en sus colonias. Al paso de los días el *Bacillus subtilis* fue desapareciendo y el *Fusarium oxysporum* comenzó a colonizar el cultivo de tomate hasta marchitarlo en menos de dos semanas (Antonio & Ledesma, 2013).

Agradecimientos

Al Centro de la Tecnología del Diseño y la Productividad Empresarial Girardot, a la líder SENNOVA, Lady Malagón por su liderazgo y compromiso, y al programa por el financiamiento del proyecto. A Héctor Holguín dueño del predio donde se realizó la investigación en Viotá, Cundinamarca.

Referencias

- Antonio, J. & Ledesma, N. (2013). *Prevalencia de razas de Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici en predios tomateros de Villa de Arista, San Luis Potosí, posibles fuentes de resistencia y forma de herencia*. Recuperado el 5 de 10 de 2018 de http://repositorio.uaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7066/negrete_ledesma_jose_antonio_tesis_maestria.pdf?sequence=1
- Arnedo, I. A. (2009). *Alta irradiancia y nutrición amoniacal en plantas: efecto en el balance c/n y en la tolerancia al amonio*. Recuperado el 5 de 10 de 2018 de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=144984>
- Ávila, M. L., & Medina, J. V. (2014). *Control biológico del nemátodo agallador del tomate de mesa Meloidogyne incognita (Kofoid and white, 1919) Chitwood, 1949 mediante aislamientos de hongos nematófagos nativos*. Recuperado el 5 de 10 de 2018 de <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/12075>
- Bramati, V., Coret, J., Edwards, S. & Gioia, P. (2003). *Formulación fitopatológica acuosa concentrada que comprende un herbicida y un tensioactivo de tipo betaina*. Recuperado el 5 de 10 de 2018 de <https://patents.google.com/patent/es2318630t3/es>
- Córdoba, U. A., Chaves, J. G. & Gálvez, V. M. (1987). *Efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos y fertilizantes químicos en la producción de tomate (Lycopersicon esculentum Mill) en una zona del departamento de Nariño*. Recuperado el 5 de 10 de 2018 de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6191554.pdf>
- Cortés, C., Marcano, L., Marcano, E., & Zapata-Vívenes, E. (2015). *Inmunotoxicidad de malatión y clorpirifos en la lombriz de tierra Eisenia sp. (Annelida oligochaeta)*. Recuperado el 5 de 10 de 2018 de <http://ojs.udo.edu.ve/index.php/saber/article/view/1990>
- Ginés, I. & Sancho, I. D. (2002). *Incidencia de los fertilizantes sobre el pH del suelo*. Recuperado el 5 de 10 de 2018 de http://oa.upm.es/3176/2/mariscal_mono_2002_01.pdf
- Jiménez, F. S. (2010). *Evaluación de la producción de proteasas en dos cepas de Mucor sp. por fermentación sumergida empleando dos tipos de medio de cultivo*. *Uniciencia*, 24(1), 63-68. Recuperado el 5 de 10 de 2018 de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5381347.pdf>
- Martí, L., Burba, J. N. & Cavagnaro, M. (2002). Metales pesados en fertilizantes fosfatados, nitrogenados y mixtos. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*. Recuperado el 5 de 10 de 2018 de http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/2829/martiagrarias2-34-02.pdf
- Mesa, M. M., Mesa, G. A., Gual, M. C., & Zapata, G. M. (2005). Evaluación de la degradación del plaguicida clorpirifos en muestras de suelo utilizando el hongo *Phanerochaete chrysosporium*. *Revista Facultad de Ingeniería*, Universidad de Antioquia (33), 58-69. Recuperado el 5 de 10 de 2018 de <http://redalyc.org/articulo.oa?id=43003306>
- Morales, M. (mayo 2016). Artículo *El Tiempo*. El 65,8% de la tierra apta para sembrar en Colombia no se aprovecha. Tomado de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16601436>
- Ortiz, J. E., Padrino, M. V. & Ramírez, E. M. (2011). *Cambios de la conductividad eléctrica asociados al tratamiento magnético del agua*. *Revista Ingeniería y competitividad*, 3(2), pp. 65-71. Recuperado el 5 de 10 de 2018 de http://revistaingenieria.univalle.edu.co/index.php/ingenieria_y_competitividad/article/view/2329/3079
- Rivero, J. M. (1990). *Investigación sobre otros efectos plaguicidas potenciales diferentes de varios herbicidas; especialmente bipiridilos y organo arsenicales*. Recuperado el 5 de 10 de 2018 de http://mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_plagas/bsvp-16-03-605-611.pdf
- Ruiz-Sánchez, E., Mejía-Bautista, M. Á., Serrato-Díaz, A., Reyes-Ramírez, A., Estrada-Girón, Y. & Valencia-Botín, A. J. (2016). *Actividad antifúngica e identificación molecular de cepas nativas de Bacillus subtilis*. *Agrociencia*, 50(2), 133-148. Recuperado el 5 de 10 de 2018 de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6352626>
- Torres, G. A. (2000). *Algunos aspectos de los hongos del género Fusarium y de la especie Fusarium oxysporum*. Recuperado el 5 de 10 de 2018 de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/21538>