

Evaluación de la calidad del agua para el abasto y el riego en la ganadería

Evaluation of water quality for supply and irrigation in livestock

 Bárbara Mola-Fines*,  Camilo Bonet-Pérez and  Dania Rodríguez-Correa

Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, Filial Camagüey, Cuba.

*Autor para correspondencia: Bárbara Mola-Fines, e-mail: barbaramola35@gmail.com

RESUMEN: En la producción animal, el agua es un alimento y como tal debe tratarse, dadas las características de los sistemas productivos de la ganadería vacuna imperantes en el país y los alimentos asociados debiera haber una calidad de agua óptima, sin embargo, no hay suficiente información que permita establecer estas diferencias. Por ello, con el objetivo de evaluar el efecto de la calidad del agua con y sin tratamiento magnético empleada para el abasto de agua y el riego en la ganadería, se realiza un estudio en la finca La Victoria perteneciente a la CCS Evelio Rodríguez del municipio Jimaguayú. Las tareas llevadas a cabo para el estudio fueron la colocación de un magnetizador, la toma de muestra de agua, la evaluación de las mismas y la interpretación de los valores obtenidos. Los resultados muestran que el pH se incrementa después de la magnetización de 7,4 a 9,3, parámetros contradictorios según los diferentes autores y los valores de Ce disminuyen por lo que resultan aceptables para el abasto; los resultados para el riego la definen como aguas dudosas con las que se puede regar con un adecuado manejo. Se concluye que las discrepancias entre los valores de pH, indican la necesidad de diseñar una norma de calidad para el agua de bebida de los animales en las condiciones climáticas de Cuba y aunque la calidad de agua para el riego no es la más adecuada se puede regar teniendo un control sistemático sobre el pH y Ce.

Palabras clave: magnetizador, sales solubles totales, abasto de agua.

ABSTRACT: In animal production, water is a food and as such it must be treated, given the characteristics of the prevailing cattle production systems in the country and the associated feeds, there should be an optimal quality of water, however, there is not enough information to establish these differences. Therefore, in order to evaluate the effect of the quality of water with and without magnetic treatment used for water supply and irrigation in livestock, a study is carried out on the La Victoria farm belonging to the Evelio Rodríguez CCS in the Jimaguayú municipality. The tasks carried out for the study were the placement of a magnetizer, the taking of water samples, the evaluation of the same and the interpretation of the values obtained. The results show that the pH increases after magnetization from 7.4 to 9.3, contradictory parameters according to the different authors and the Ce values decrease so they are acceptable for supply; The results for irrigation define it as doubtful waters with which it can be irrigated with proper management. It is concluded that the discrepancies between the pH values indicate the need to design a quality standard for animal drinking water in the climatic conditions of Cuba and although the quality of water for irrigation is not the most adequate, it can be irrigated with systematic control over pH and Ce.

Keyword: Activator, Total Soluble Salts, Supply of Water.

INTRODUCCIÓN

El agua no sólo es buena para calmar la sed o refrescarse cuando las temperaturas son elevadas. En la producción animal desde la más deficiente a la más eficiente, el agua es un alimento y como tal debe tratarse, es el elemento más vital de todos los conocidos hasta el momento, constituye la mayor parte del peso de los vegetales y animales y en ella se desarrollan infinidad de procesos indispensables para la vida (Sager & Dupchak, 2022).

El consumo de agua en los animales se reduce progresivamente a medida que su calidad disminuye. El nivel productivo de los animales será inferior dado que existe una estrecha relación entre consumo de agua y de forraje (Luque, 2020).

El agua está involucrada directa e indirectamente en virtualmente cada proceso fisiológico, es un medio de transporte de nutrientes, material de desecho, hormonas y otros mensajeros químicos, así como también para el alimento a través del tracto gastrointestinal; También juega un rol muy importante en la regulación de la temperatura corporal, actúa como lubricante en las coyunturas del esqueleto y es un componente de muchas reacciones químicas básicas (Dupchak, 2019).

La calidad del agua se determina por análisis de muestras de agua; el análisis químico determina los niveles de varios minerales presentes en el agua, la mayor dificultad radica en establecer niveles a los cuales la salud animal, su bienestar y la productividad puedan verse deteriorados (Dupchak, 2008).

Recibido: 20/10/2024

Aceptado: 12/03/2025

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES: **Conceptualización:** B. Mola. **Curación de datos:** B. Mola, C. Bonet. **Análisis formal:** B. Mola D. Rodríguez, C. Bonet. **Investigación:** B. Mola D. Rodríguez, C. Bonet. **Metodología:** B. Mola. **Supervisión:** B. Mola. **Validación:** B. Mola, C. Bonet, D. Rodríguez. **Papeles/Redacción, proyecto original:** B. Mola, C. Bonet, D. Rodríguez. **Redacción, revisión y edición:** B. Mola C. Bonet, D. Rodríguez.



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0).
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



La importancia del agua para los procesos vitales se desprende del hecho de que la interrupción del aporte hídrico conduce a la muerte de la mayoría de las especies animales, en breve plazo la carencia de agua se comporta peor que la falta de alimentos. Desde el punto de vista sanitario no se concibe un individuo sano sin tener agua en la cantidad y calidad requerida por el organismo (Kolb, 1995).

La deficiencia de agua en los sistemas ganaderos es una de las principales causas que deterioran la salud de los animales, provoca una baja sensible en la eficiencia alimentaria, alteraciones de la salud, disminuye el rendimiento de la producción láctea y suscita altos porcentajes de abortos, todos con un notable impacto negativo en la economía del productor (Álvarez, 2010).

(Insua-Alfonso et al., 2009) exponen resultados positivos con el empleo de aguas tratadas magnéticamente para el abasto al ganado bovino. Los resultados de los estudios sobre las bio respuestas evaluadas en los parámetros de salud y producción en los animales que consumen dicha agua son mucho más favorables que en los animales que no la consumen. El consumo del agua con tratamiento magnético puede constituir una alternativa viable y económicamente factible para la explotación de las diferentes categorías zootécnicas del ganado bovino, repercutiendo favorablemente sobre los mecanismos de defensa de la salud y los parámetros productivos.

La Medicina Veterinaria Complementaria constituye un sistema no convencional que la mayoría de las veces complementa o constituye una alternativa natural que favorece la defensa de la salud y la producción animal. Entre las terapias alternativas se encuentran: la acupuntura, la homeopatía, la fitoterapia, la magnetoterapia y otras.

Uno de las aplicaciones del magnetismo, es el agua con tratamiento magnético, lo que permite contar con un líquido físicamente modificado con menor tensión superficial y mayor conductividad eléctrica, solubilidad, coagulación, cristalización y, lo que se conoce como memoria magnética que la hace más ligera, pura y fluida en comparación con el agua en estado normal (Insua-Alfonso et al., 2009). Este resultado es contradictorio con el de otros autores.

Es bien conocido el hecho de que cuando el agua fluye en presencia de un campo magnético con una densidad de flujo y velocidad determinados, surgen cambios de diferentes parámetros como: pH, tensión superficial, solubilidad, densidad óptica y conductividad eléctrica, siendo necesario para ello que se produzca un desplazamiento del agua perpendicular al campo magnético (Condori et al., 2021). Por otra parte, un factor de importancia a considerar durante la operación de los sistemas de riego es la calidad del agua por sus posibles efectos en el suelo, en el cultivo, e incluso en la disponibilidad del agua para las plantas con consecuencias en los resultados productivos. A pesar de ser un aspecto fundamental para el éxito de utilización de los sistemas de riego, la evaluación de la calidad del agua es muchas veces ignorada, como consecuencia, el riego podrá producir efectos indeseables (Bonet-Pérez, 2019).

Según García et al. (2014) citados por Pérez-Gómez et al. (2019), los problemas más importantes relativos a la calidad del agua de riego que afectan al suelo están asociados a la salinización y la sodificación que producen en estos la alta concentración de sales, la salinización afecta la presión osmótica del agua en el suelo, dificultando la absorción del agua y los nutrientes; en relación al efecto sobre los cultivos, la reducción del crecimiento por la salinidad es causada por el potencial osmótico ya que reduce la capacidad de las raíces de las plantas a extraer agua del suelo y al efecto tóxico de los iones cloro y sodio.

Los suelos predominantes en las áreas de riego del municipio Jimaguayú tienen permeabilidad media (Cid et al., 2006) citados por (Pérez-Gómez et al., 2019), aunque afectada por procesos de compactación debido al uso al que han sido sometidos durante años.

Algunos de los cultivos existentes en las áreas de riego como el *Pasto Estrella* y la *Bermuda* son clasificados como semi tolerante y tolerante respectivamente a los iones tóxicos según NC 1048 (2014), esto significa que presentan relativa resistencia al efecto tóxico, no obstante, por tratarse de riego por aspersión este es un aspecto al que se debe brindar especial atención.

Afirma Bonet-Pérez (2019) que la calidad del agua para riego tiene consecuencias prácticas negativas cuando se utilizan aguas inapropiadas, especialmente cuando no se toman las medidas de manejo oportunas. Las aguas empleadas normalmente para riego rara vez producen efectos negativos inmediatos, sin embargo, con el paso del tiempo, los iones contenidos en ellas pueden acumularse en el suelo hasta alcanzar concentraciones capaces de afectar sus propiedades físico-químicas, y en consecuencia el desarrollo de los cultivos que crecen en el (Viel, 2008).

El objetivo general de esta investigación fue evaluar el efecto de la calidad del agua con y sin tratamiento magnético en el abasto y el riego en la ganadería.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación de la calidad del agua se realizó con el empleo de la norma NC ISO 3696 (2004). Se consideran los criterios de calidad del agua para riego según la norma NC 1048 (2014) orientada para preservar el suelo y para el abasto a la ganadería se tomaron en cuenta los parámetros descritos por Fernández (2017); Hernández et al. (2005) y Luque (2020) (pH y conductividad eléctrica), ya que Cuba no cuenta con norma para este fin.

En la Finca La Victoria se colocó un Activador PVC (Por Weber-Isis) equipo diseñado para prevenir incrustaciones en las redes de distribución de agua de consumo, con una presión máxima admitida 1 500 kPa y un caudal de medio 24 m³h⁻¹ y con imanes de neodimio que realizan el tratamiento magnético del agua (Figura 1). Su colocación tuvo como objetivo evaluar el efecto en el mejoramiento de la calidad del agua; para ello se realizaron dos evaluaciones tomándose muestras de agua tratada magnéticamente y sin tratar.



FIGURA 1. Magnetizador empleado para el tratamiento del agua.

Con el objetivo de valorar el efecto del magnetizador sobre la calidad del agua se realizaron tres evaluaciones tomándose muestras de:

- agua sin tratamiento magnético (A), tomada del tanque elevado sin pasar por el activador, Aguas tratadas magnéticamente;
- antes de llegar al bebedero (B), tomada 15 minutos después de comenzar el bombeo desde el tanque elevado y a 100 m de distancia de este;
- en los bebederos situados en el campo (C) 15 min después de haber llenado los bebederos.

Para evaluar su calidad química, física y biológica en los laboratorios de la Empresa de Aprovechamiento Hidráulico de la provincia. Todos los muestreos se realizaron según la norma NC ISO 3696 (2004). Agua para uso en análisis de laboratorio. Especificaciones y método de ensayo.

Los componentes que afectan el sabor, color y olor son un problema indirecto porque inducen al animal a disminuir el consumo del líquido, deteriorando la salud y la calidad de los animales. En este sentido se realizaron pruebas de color, turbidez, coliformes totales y termotolerantes.

El punto de partida de esta investigación fue el análisis de agua realizado por el Instituto de Suelos en la finca para el proyecto Bases Ambientales para la Seguridad Alimentaria (BASAL) IS-Cuba (2017) (Tabla 1).

La calidad del agua de pozo estará en función de la actividad agropecuaria que se realice en las cercanías, por tal razón se recomienda analizar toda el agua independientemente de la fuente para controlar la presencia

de bacterias, coliformes, nitratos y cambios en el olor y sabor (Caballero, 2009).

Se tomaron manualmente las muestras en horas de la mañana en cada uno de los sitios de muestreo (3 muestras por sitio). La recolección se llevó a cabo en envases de plástico (PET) de 200 ml, previamente enjuagados varias veces. Las muestras fueron almacenadas a temperatura ambiente hasta el momento del análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Si bien la idea es bastante antigua, el primer dispositivo comercial de magnetización del agua fue patentado en Bélgica a fines de la década de 1950 y desde entonces el proceso ha sido objeto de investigaciones, en las que se observó que la magnetización produce cambios en las propiedades del agua (El productor, 2017).

Los resultados del efecto del magnetizador sobre la calidad del agua y de los elementos químicos de mayor influencia en la calidad de las aguas se muestran en la Tabla 2.

El pH del agua es un factor importante en la determinación de la efectividad de varios tratamientos de agua, de ahí que su medición fuera importante para evaluar el proceso de magnetización. De acuerdo a Dupchak (2008), el pH de las aguas para el consumo animal debe mantenerse en un rango de 6,5 a 8,5, ya que si el pH es menor a 5,5 puede darse acidosis y una ingesta reducida de alimento en el ganado, en tanto valores elevados de pH indican alta presencia de sales que pueden llegar a ser perjudiciales para el ganado.

Según Fernández (2017), valores de pH hasta 8,5 tienen efectos corrosivos sobre instalaciones y posibles efectos adversos en la digestión ruminal, por su parte Hernández et al. (2005) expresan como valor máximo de pH 9,5. Estas diferencias de opinión nos indican la necesidad de diseñar una norma de calidad de agua de bebida para los animales en nuestras condiciones.

Respecto a la conductividad eléctrica a partir del empleo del magnetizador (muestras B y C) se observó un decrecimiento, dicha reducción se asocia básicamente a un descenso en los iones Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} y Na^+ ; no se observaron diferencias en los iones HCO_3^{1-} y K^+ , en el caso del ión CO_3^{2-} se encontró un ligero

TABLA 1. Calidad química del agua (IS-Cuba 2017)

Muestra	pH	Ce dS/m	SST mg/L	Ca^{2+} mmol/L	Mg^{2+} mmol/L	Na^+ mmol/L	K^+ mmol/L	Cl^- mmol/L	HCO_3^- mmol/L
A	7,33	2,04	1305,6	6,13	3,61	3,5	0,248	6,1	1,2

TABLA 2. Resultados del análisis del agua con y sin empleo del magnetizador

Muestra	pH	CE dS/m	Ca^{2+} mmol/L	Mg^{2+} mmol/L	Na^+ mmol/L	K^+ mmol/L	Cl^- mmol/L	HCO_3^- mmol/L
A	7,2	7,98	1,4	1,19	3	0,05	2,79	4,20
B	9,3	6,50	0,6	1	3,43	0,05	3,07	0,38
C	9,4	3,87	0,6	0,21	1,97	0,05	1,7	0,39

incremento atribuible a la sedimentación en los bebederos, esto según Colacelli (1997) clasifica las aguas para bebida de los animales como muy satisfactoria (Tabla 3). Exponen Vitti & Boaretto (1993) que la solubilidad de los carbonatos de calcio y de magnesio se reduce con el aumento del pH del agua, lo que coincide con los resultados obtenidos.

Los resultados de la comparación del agua tratada magnéticamente inmediatamente después de pasar por el magnetizador (B) y una vez depositada en los bebederos (C), en cuanto a la conductividad eléctrica muestran un decrecimiento a medida que se alejan las muestras del magnetizador. Esto pudiera estar relacionado con el tiempo de efecto del magnetizador sobre el agua, pero no se han establecido elementos que justifiquen este comportamiento. No obstante, resultó evidente el mejoramiento de la calidad del agua disponible para el consumo de los animales a partir del tratamiento con el magnetizador.

Los componentes que afectan el sabor, color y olor son un problema indirecto porque inducen al animal a disminuir el consumo del líquido, lo que va en detrimento de su salud y la calidad de los animales. En este sentido se realizaron pruebas de color, turbidez, coliformes totales y termotolerantes.

Los resultados de los muestreos de la calidad física y biológica del agua destinada al consumo de la vivienda (A) y el agua destinada al consumo de los animales (C), mostraron que el grado de turbidez fue menor en la muestra (A) con 0,9 NTU; diferencias esperadas debido a la contaminación del agua en los bebederos por la propia presencia de los animales, aunque los valores se mantuvieron dentro de los parámetros aceptados. La

coloración para las muestras A y C mostró diferencias, con valores menores a 5 uPt Co⁻¹ en la muestra del agua destinada al consumo humano y parámetros elevados en la muestra de agua de los bebederos.

Con relación a los coliformes totales los resultados fueron incrementándose de A hacia C, coincidiendo con Caballero (2009) quien expone que para evitar contaminación del agua en los corrales debe implementarse un programa periódico de limpieza de bebederos, el cual deberá ser verificado por el encargado de la finca.

Los resultados con relación a la calidad del agua para el riego muestran que la conductividad eléctrica está en un rango entre 2,25 - 5,00 dS/m. lo que representa un riesgo de medio a elevado de salinidad, indica Bonet-Pérez (2019) que aguas con alta salinidad no pueden ser usadas en suelos con mal drenaje; aún en suelos con drenaje adecuado, pueden ser necesarias prácticas especiales para el control de la salinidad, de ahí la importancia de realizar análisis periódicos de suelos y agua en la ganadería ya que generalmente tienen problemas de compactación y por ende de drenaje.

El contenido de sodio en el agua se establece a través de diferentes indicadores, siendo el más común la Relación de Absorción de Sodio (RAS); en esta investigación el resultado muestra un RAS de 3,85 meq/L para el agua tratada magnéticamente lo que clasifica como aguas de riesgo bajo. De forma general son aguas dudosas para el riego, aunque según Bonet-Pérez (2019), con buen manejo del riego es posible usar el riego con éxito en algunas aguas clasificadas como dudosas.

TABLA 3. Calidad del agua de bebida de los animales según la CE

Guía de calidad de agua para el ganado		
Salinidad del agua (dS/m)	Clase	Notas
<1,5	Excelente	Apta para todas clases de ganado
1,5 - 5,0	Muy satisfactoria	Apta para todas las clases de ganado. Puede provocar diarreas temporales al ganado no acostumbrado.
5,0 - 8,0	Satisfactoria para el ganado	Puede producir diarrea temporal o no ser aceptada por animales no acostumbrados a ellas.
8,0 - 11,0	De uso limitado para el ganado	Apta con razonable seguridad para vacunos, lechero, carne. Evitar animales preñados y en lactación.
11,0 - 16,0	De uso muy limitado	Gran riesgo con vacas lactantes o preñadas. Evitar su uso.
> 16,0	No recomendable	Riesgos muy grandes.

Fuente: Colacelli (1997).

TABLA 4. Resultados de color, turbidez, coliformes totales y termotolerantes de las muestras (EAH, 2020)

Muestra	pH	CE dS/m	Turbidez (NTU)	Color (uPt/Co)	CT NMP/100 mL	CTT NMP/100 mL
A	7,2	7,98	0,96	<5	49	23
B	9,3	6,50	30,66	50,00	>16 x10 ²	920
C	9,4	3,87	22,01	70,00	>16 x10 ²	49

Los resultados alcanzados sobre la influencia en la calidad del agua tratada magnéticamente son similares a los encontrados por Guoqing et al. (2022) y Surendran et al., (2016) que indican que el tratamiento magnético tiende a reducir la conductividad eléctrica, los sólidos disueltos totales y los niveles de salinidad de todas las soluciones y se observa una tendencia definida de aumento del pH.

CONCLUSIONES

- La calidad del agua para el abasto no es satisfactoria. Los resultados muestran discrepancia entre los valores de pH y Ce para el abasto de agua a los animales, lo que reafirma la necesidad de diseñar una norma de calidad para el agua de bebida de los animales en las condiciones de Cuba.
- La calidad de agua para el riego no es la más adecuada se puede regar teniendo un control sistemático sobre los parámetros de pH y Ce.
- El agua tratada magnéticamente disminuye los niveles de Ce resultando más satisfactorias para el abasto y para el riego.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, C. J. L. (2010). *Manual de agua* (primera edición). Asociación Cubana de Producción Animal, La Habana, Cuba.
- Bonet-Pérez, C. (2019). *Operación de Sistemas de Riego y Drenaje. Aspectos básicos: Riego y Drenaje*. Editorial Académica Española, Madrid, España.
- Caballero, D. (2009). *Manual de buenas prácticas en explotaciones ganaderas de carne bovina*. 30-70, ISBN:13-978-92-9039-994-0, Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura (IICA)-Programa Nacional de Desarrollo Agroalimentario. Tegucigalpa, Honduras.
- Colacelli, N. A. (1997). Calidad de agua para bebida animal. *Revista Producción*. Abril. <https://www.e-campo.com>
- Condori, S. A., Cordova, C. M., Cueva, M. J., Escalante, L. M., Elguera, C. J., Ferrer, C. V., Gil, L. P., & Huaman, L. W. (2021). *Calculo Aplicado a la Física 2-Magnetismo* [Proyecto final]. Universidad Tecnológica de Perú. <https://www.studocu.com/pe>
- Dupchak, K. (2008). *Evaluando la Calidad del Agua para el Ganado* (Recopilación de trabajos sobre calidad de agua para bebida de los animales, Revista de Frente al Campo). <https://defrentealcampo.com.ar>
- Dupchak, K. (2019). *Evaluando la calidad del agua para el ganado*. <https://ganaderiasos.com>
- El productor. (2017). *Impacto del agua de riego magnetizada en los rendimientos del cultivo*. Revista Internacional Agua y Riego. Consultado noviembre 2022.
- Fernández, A. (2017). *Calidad del agua para consumo vacuno* (p. Recuperado de <https://www.engormix.com/ganaderiacarne/articulos/calidad-agua-consumovacuno-t40126.htm>).
- Guoqing, Z., Yan, M., Yanhui, W., & Li, W. (2022). Magnetization and oxidation of irrigation water to improve winter wheat (*Triticum aestivum* L.) production and water-use efficiency. *Journal Agricultural Water Management*, 259, 107-254.
- Hernández, M. D., Soler, R. F., Martinne, K., & L M. (2005). Calidad físico-química del agua de bebida destinada a los rumiantes. *Revista Producción Animal*, 20(214). www.uweb.unex.es
- Insua-Alfonso, D., García-Pérez, C., Montiel-Pérez, I., & Prado-Silveira, E. A. (2009). Efecto del agua tratada magnéticamente sobre los procesos biológicos. *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria*, 10(4), ISSN: 1695-7504, Publisher: Veterinaria Organización.
- IS-Cuba. (2017). *Informe de evaluación de propiedades físicas del suelo en fincas del proyecto BASAL de Jimaguayú 2017*. Instituto de Suelos y Fertilizantes Camagüey, Cuba.
- Kolb, E. (1995). *Tratado de Fisiología Veterinaria. Ira y 3ra edición alemana* (p. Zaragoza: Ed. Acribia SA).
- Luque, L. J. (2020). *Calidad de agua para bebida de animales* (Recopilación de trabajos sobre calidad de agua para bebida de los animales. Revista de Frente al Campo). <https://defrentealcampo.com.ar>
- NC 1048. (2014). *Calidad del agua para preservar el suelo. Especificaciones. Normas de Calidad del agua*. Oficina Nacional de Normalización. La Habana, Cuba.
- NC ISO 3696. (2004). *Norma Cubana para uso en análisis de laboratorio - especificaciones y método de ensayo*. Oficina Nacional de Normalización:
- Pérez-Gómez, L. M., Guerrero-Posada, P., & Suarez-Acuña, C. M. (2019). Calidad del agua subterránea en el municipio Jimaguayú. Estudio de caso. *Ingeniería Agrícola*, 9(3), 15-21, ISSN-e: 2227-8761- ISSN-p: 2306-1545.
- Sager, L. R., & Dupchak, K. (2022). *Evaluando la calidad del agua para el ganado*. <https://mercado.genganar.com>
- Surendran, U., Sandeep, O., & Joseph, E. (2016). The impacts of magnetic treatment of irrigation water on plant, water and soil characteristics. *Agricultural water management*, 178, 21-29.
- Viel, P. M. (2008). *Interpretación de los análisis de aguas subterráneas para el riego complementario en una unidad de producción agropecuaria* [Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo]. Universidad de Camagüey, Facultad Agropecuaria, Camagüey, Cuba.
- Vitti, G. C., & Boaretto, A. E. (1993). *Fontes de fertilizantes e fertirrigacao*. <https://www.semanticscholar.org>.

Bárbara Mola-Fines, Dr.C., Inv., Ministerio de la Agricultura, filial IAgric, Camagüey. (32-291926)

Camilo Bonet-Pérez, Dr.C., Inv. Ministerio de la Agricultura, filial IAgric, Camagüey. Teléfono: (53) 6917595, 32 252305 32 282013 (Ext. 163), e-mail: camilobp51@gmail.com esp.ext.iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu.

Dania Rodríguez Correa, Dr.C., Inv., Ministerio de la Agricultura, filial IAgric, Camagüey, Cuba. Teléfono: (53) 6917595, 32 252305 32 282013 (Ext. 163), e-mail: esp.ext.iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu.

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.