

Uso del agua generada en una planta por digestión anaerobia de residual pecuario en la respuesta agronómica del maíz

The use of water generated in a plant by anaerobic digestion residual cattle in the agronomic behavior corn cultivation

Alejandro Negrín Brito, Yamilé Jiménez Peña

Centro de Investigaciones en Bioalimentos (CIBA). Carretera a Patria km 1½, Morón, Ciego de Ávila, CP 67210 Cuba.

E-mail: negrin@ciba.fica.inf.cu

RESUMEN. En el Centro de investigación en Bioalimentos se evaluó el efecto agronómico del agua proveniente de la digestión anaerobia de residuales pecuarios en los indicadores fenológicos del cultivo del maíz (*Zea mays* L), var. Tusón. Se utilizó un marco de plantación de 1,0 m x 0,40 m (2,5 plantas/m) a partir del 9 de marzo del año 2011, en un suelo ferralítico rojo, pH = 7,3 y un contenido de P₂O₅ y K₂O de 17,3 y 48,30 mg.100g⁻¹, respectivamente. Se utilizó un diseño de bloque al azar con tres tratamientos (150 kg/ha de N (22058 L de H₂O pos tratada / ha), 100 kg/ha de N (14705 L de H₂O pos tratada/ha) y (0,0 L de H₂O pos tratada/ha) y tres repeticiones (nueve unidades experimentales en total), cada parcela tuvo un área de 24 m² (72 m² por tratamiento); el agua residual pos tratada se aplicó en tres momentos (1, 21 días y 41 días posteriores a la siembra). La altura de la planta a partir de los 27 días presentó diferencias estadísticas (P < 0,001) con respecto al control, similar comportamiento se obtuvo con la cantidad de hojas por planta pero a partir de los 38 días de sembrado el cultivo. Tanto el peso de 100 semillas como el rendimiento presentaron diferencias estadísticas con respecto al tratamiento control, siendo superior el rendimiento en el tratamiento uno con respecto al control en 2,2 t/ha.

Palabras clave: Agua residual, maíz tusón, rendimiento.

ABSTRACT. An evaluation about the agronomic effect of water coming from the anaerobic digestion of cattle residual in the fenological indicators of corn (*Zea mays* L), Tusón variety, was carry out from March 9, 2011, in the Biofood Research Center using a 1.0 m x 0.40 m (2.5 plants/m) plantation frame, in a Red ferralitic soil, pH = 7.3, and a content of P₂O₅ y K₂O value 17.3 and 48.30 mg. 100g⁻¹ respectively. An experimental design of randomized block was used with three treatments (150 kg/ha N (22058 L of H₂O/ha), 100 kg/ha of N (14705 of H₂O/ha) and (0.0 L of treated residual water / ha) and three repetitions (nine experimental units total), each plot had an 24m² area (72 m² per treatment), treated residual water was applied in three times (1, 21 and 41 days after planting). Plant height, starting from the 27th day presented statistical differences (P < 0.001) comparing to the control. Similar tendency was obtained with leaves quantity per plant; however, the weight of 100 seeds and the yield from the 38th day of planting, presented statistical differences with regard to the control treatment, the yield was superior in the treatment, one with regard to the control in 2.2 t/ha.

Key words: Residual water, tuson corn, yield.

INTRODUCCIÓN

El maíz es un alimento básico para millones de personas en Latinoamérica, África subsahariana y parte de Asia (Gunaratna, 2007). Como la mayoría de los granos de cereales, el maíz tiene baja calidad y cantidad de proteínas y es particularmente deficiente en lisina y triptófano (Sansano, 2008), dos aminoácidos que son esenciales en la dieta de los humanos y animales monogástricos (FAO, 1993).

El cultivo de maíz en Cuba ha constituido un elemento básico en la alimentación de la población

humana, del ganado y de las aves. Las condiciones climáticas para el cultivo en Cuba no son óptimas en comparación con otras regiones de América, sin embargo, la diversidad de usos de este cereal en el país justifica más su cultivo que los rendimientos que se obtienen (Fernández *et al.*, 2004).

Ortega y Orellana (2007) plantean que para el riego es posible emplear prácticamente cualquier tipo de agua, a pesar de las malas características que esta pueda tener, siempre que se tenga presente la

planificación de las normas de riego, el diseño y forma de siembra; por otra parte, Pérez y Hernández (2007) expresan algunas posibilidades que ofrece la utilización de aguas residuales en el riego de los cultivos como son: aumento del 20 % de productos agrícolas frescos, ahorro del 10 % de fertilizante y disminución al 60 % de los gastos por concepto de transportación y otros insumos.

El empobrecimiento químico de los suelos por la pérdida de materia orgánica, arcilla y nutrientes, así como la pérdida de la capa superficial, como consecuencia de la erosión, están causando la disminución de su productividad y, en ocasiones, la pérdida total de la capacidad productiva (Jiménez *et al.*, 2004). La aplicación de aguas residuales en el suelo se presenta como una alternativa para solventar estos problemas, ya que se han encontrado resultados beneficiosos tanto de tipo ambiental como económico (Wang *et al.*, 2004).

Sin embargo, hay factores que limitan la aplicación de aguas residuales en tierras agrícolas, entre estos se pueden citar: la carga microbiológica de origen humano y animal que presentan (Senior *et al.*, 2001) y la acumulación de metales en el suelo y en las plantas (Bidwell, 1987). Por otra parte, el efecto de estas aguas en el suelo depende de: la variación del contenido de metales, las condiciones climáticas, las propiedades del suelo y el tipo de cultivo. (Keefer, *et al.*, 1986)

El manejo eficiente de la nutrición en el cultivo de maíz es uno de los pilares fundamentales para alcanzar rendimientos elevados sostenidos en el tiempo y con resultados económicos positivos. El maíz requiere alrededor de 20 a 25 kg/ha de nitrógeno (N) por cada tonelada de grano producida. Por ello, para producir 10 t/ha de grano, el cultivo debería disponer de alrededor de 200 a 250 kg de N/ha absorbidos (Melgar, 2011)

Ahtesaari (2000) expuso el principio de la obligatoriedad que tiene la sociedad de hacer un uso más completo de los recursos de que dispone, y al mismo tiempo, proteger el entorno en que vive, por eso hay que tener en cuenta que la utilización del agua obtenida como resultado del proceso anaerobio puede constituir una fuente de abono orgánico para los cultivos de interés agrícola por lo que se propone como objetivo: Evaluar el efecto agronómico del residual líquido pos tratado mediante

un proceso de digestión anaerobia de un biodigestor en el cultivo del maíz (*Zea mays*).

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en áreas demostrativas del Centro de Investigaciones en Bioalimentos (CIBA), ubicado en el municipio de Morón, provincia de Ciego de Ávila, a partir de marzo de 2011. El maíz (*Zea mays* L.) variedad Tusón, se plantó a una distancia de 1,0 x 0,40 m (2,5 plantas por metro) (MINAGRI, 1992).

El agua utilizada procedió de la planta de tratamientos por digestión anaeróbica del propio centro, alimentada con residual pecuario. La composición química (tabla 1), los niveles de metales pesados (tabla 2) y la composición bromatológica (tabla 3) se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos para su uso agrícola.

El suelo es un ferralítico rojo de acuerdo a la Nueva Versión de Clasificación de los Suelos de Cuba (MINAG, 1999) cuyas características se describen en la tabla 4.

Las parcelas contaron con dimensiones de 6 x 4 m (24 m²), no se realizaron aplicaciones de productos químicos, el agua pos tratada se aplicó distribuida en tres momentos (el día de la siembra, a los 21 y 41 días después de la siembra) con normas totales de 7352,6 L de H₂O por ha (para tratamiento uno), 4901,9 L de H₂O por ha (para tratamiento dos) y 0,0 (para tratamiento tres) (Poagro, 2009). El método de riego utilizado fue por gravedad con técnica de riego por surco.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con tres tratamientos y tres repeticiones, partiendo de una aplicación cero. Para el cálculo de la cantidad de agua postratada se tomó como patrón el contenido de nitrógeno. (Peña *et al.* 2002)

I. Suelo con aplicación de 150 kg/ha de N (22058 L de H₂O por ha).

II. Suelo con aplicación de 100 kg/ha de N (14705 L de H₂O por ha).

III. Suelo sin aplicación de agua pos tratada.

Tabla 1. Composición química del agua residual pos tratada derivada del tratamiento secundario por medio de Laguna de Estabilización y su comparación con NC27/99.

Indicadores		Media	ES±	Intervalo de confianza	LMP según NC27:99 (cuerpo C)
pH		7,5	0,06	7,5±0,06	6-10
DQO	mg/l	60,6	0,21	60,6±0,21	250
Nt		13,75	0,17	13,75±0,17	15
Pt		3,75	0,21	3,75±0,21	10
CE	μS/cm	800,7	0,21	800,7±0,21	4000

Tabla 2. Contenido total promedio de metales pesados en aguas residuales tratadas derivadas del tratamiento secundario por medio de laguna de estabilización y su comparación con normas internacionales (mg/l)

Metal	Media	ES±	Intervalo de confianza	NOM-003-ECOL1996	USEPA 2004	OMS 2006
Cd	0,00	0,00	0,00	0,05	-	0,05
Bo	0,02	0,01	0,03-0,02	-	0,7-2,0	-
Cu	0,03	0,01	0,04-0,02	4	-	5
Co	0,02	0,01	0,03-0,01	-	-	-
Fe	0,45	0,04	0,51-0,39	-	5,0-20,0	
Pb	0,09	0,01	0,1-0,08	5	-	0,5
Zn	0,05	0,01	0,06-0,04	10	2,0-10,	10
Mn	0,11	0,01	0,12-0,10	-	0,2-10,0	-

Contenido de: Cd (Cadmio), Bo (Boro), Cu (Cobre), Co (Cobalto), Fe (Hierro), Pb (Plomo), Zn (Zinc), Mn (Manganeso)

Tabla 3. Composición microbiológica de aguas residuales tratadas derivadas del tratamiento secundario por medio de laguna de estabilización y su comparación con normas internacionales (mg/L)

Indicador	Valor Promedio	OMS 2006		NOM-001-ECOL-1996	
		Restringido	No restringido	Restringido	No restringido
Coliformes Fecales NMP/100ml	<2	No se requiere	< 10 ³	< 10 ⁴	< 10 ³
Huevos de Helmiton (h/l)	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1
<i>Salmonella</i> sp.	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente

Fuente: Jiménez, 2011

Las evaluaciones realizadas fueron: tamaño de la planta, cantidad de hojas/planta, cantidad de mazorcas/planta, peso de la mazorca con paja y sin paja, cantidad de hileras por mazorca y peso de 100 semillas. (Hernández y Rodríguez, 1984)

Índice de crecimiento: Para cada medición de tamaño de la planta se determinó el crecimiento obtenido con respecto a la medición anterior (Hernández y Rodríguez, 1984).

Rendimiento: A los 120 días se realizó la cosecha según lo indicado por el Instructivo Técnico del Cultivo (MINAGRI, 1992). Al final se calculó el rendimiento (t/ha).

La información colectada, fue procesada mediante el paquete estadístico computarizado SPSS versión 15 (2001), empleándose la ANOVA de clasificación simple y la dócima de Duncan (1995) para realizar la discriminación entre las medias.

Tabla 4. Características químicas del suelo en el área experimental

Indicador	Contenido
pH	7,30
P ₂ O ₅ (mg/100g)	17,28
K ₂ O(mg/100g)	48,30
%MO	2,61
Ca (cmol/kg)	11,20
Mg (cmol/kg)	2,24
Na (cmol/kg)	0,16
K (cmol/kg)	1,04
UT (cmol/kg)	15,36
% Humedad	11,26
CE (ms/cm)	0,23

Fuente: Jiménez, 2011

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los resultados de los análisis de la calidad del agua se puede observar que los valores de pH (7,5) y CE (0,23), están dentro de los rangos permisibles para el uso del agua de riego en el cultivo del maíz (Román *et al.*, 2001). En cuanto a los valores de DQO y coniformes fecales estos son bajos lo que significa que no hay contaminación por materia orgánica (Moreno *et al.*, 1996).

Estudios realizados por Blessing y Hernández (2008), demuestran que durante la etapa de crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz la fertilización tanto orgánica como sintética presentan efectos positivos.

En el establecimiento del maíz (*Zea mays* L) se logró el 100 % de germinación, posibilitando igual número de plantas en parcelas para todos los tratamientos, este parámetro permitió homogenizar los resultados sin la necesidad de ajustes adicionales.

Como se muestra en la tabla 5 las cantidades de agua pos tratada aplicadas marcaron diferencias estadísticas para la altura de la planta a partir de los 27 días de establecido con respecto al control. Alcanzándose la mayor altura de las plantas (192,46 cm) y el mayor índice

de crecimiento (89,54 cm) (tabla 6), en el último periodo evaluado.

Según Cabrales *et al.* (2007), en un estudio realizado con 25 genotipos de maíz, encontraron alturas de las plantas de 248 cm, pero al momento de la cosecha tierna, por otra parte Fernández, *et al.* (2009) obtuvieron valores de (212,3 cm) en el municipio de Media Luna, Cuba, también al momento de cosecharlo tierno.

Las hojas del maíz son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presentan vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes. Se encontró que la cantidad de hojas por planta (tabla 7) presentó diferencias significativas a partir de los 38 días de sembrado el cultivo, observándose que los mayores valores se encuentran en los tratamientos donde se aplicó el agua residual pos tratada.

Al comprobar el peso de las mazorcas (tabla 8) tanto con paja como después de ser despajadas se observa que no hubo diferencias significativas para ninguno de los tratamientos en estudio. El número de hileras por mazorcas tampoco resultó significativo pero manifestando siempre el mayor valor en el tratamiento donde se aplicó la mayor cantidad del agua residual pos tratada.

La cantidad de mazorcas por planta no aportó diferencias estadísticas entre los tratamientos, aunque el mayor valor se refleja en el tratamiento uno coincidiendo con la mayor cantidad de agua pos tratada aplicada. Según García *et al.* (2006), en una evaluación agronómica de una variedad y cuatro híbridos de maíz, todos los tratamientos presentaron una sola mazorca por planta, planteando que esta característica depende exclusivamente de la condición genética, el clima y alguna influencia edáfica.

Tabla 5. Tamaño de la planta (cm)

Tratamientos	27 (días)	38 (días)	48 (días)	60 (días)
I	27,32 ^a	53,64 ^a	103,78 ^a	177,17 ^b
II	27,57 ^a	50,96 ^a	102,92 ^a	192,46 ^a
III	23,64 ^b	47,96 ^b	93,39 ^b	163,32 ^c
ES ±	0,421	0,651	1,154	2,741
Sig	***	***	***	***

***P<0.001 superíndices no comunes en columnas difieren, según Prueba de Duncan (Steel y Torrie, 1988).

Tabla 6. Mediciones del índice de crecimiento de las plantas seleccionadas (cm)

Tratamientos	38 días	48 días	60 días
I	26,32 ^a	50,14 ^a	73,39 ^b
II	23,39 ^b	51,96 ^a	89,54 ^a
III	24,32 ^b	45,43 ^b	69,93 ^c
ES ±	0,519	1,014	3,035
Sig	*	***	***

***P < 0.001, *P < 0.05 superíndices no comunes en columnas difieren, según Prueba de Duncan (Steel y Torrie, 1988).

Tabla 7. Cantidad de hojas por planta

Tratamientos	27 (días)	38 (días)	48 (días)	60 (días)
I	6,00	8,17 ^a	9,82 ^a	14,64 ^a
II	6,00	8,07 ^a	9,39 ^{ab}	14,50 ^a
III	6,00	7,85 ^b	9,03 ^b	13,42 ^b
ES ±	0,00	0,049	0,093	0,120
Sig	N/S	*	**	***

***P < 0,001, **P < 0,01, *P < 0,05 superíndices no comunes en columnas difieren, según Prueba de Duncan (Steel y Torrie, 1988).

Tabla 8. Características de la mazorca

Tratamientos	Peso de la mazorca con paja	Peso de la mazorca sin paja	Hileras de granos por mazorca	Cantidad de mazorca por planta
I	293,75	250,00	14,29	1,14
II	283,33	262,00	13,79	1,07
III	256,25	233,00	13,54	1,00
ES ±	11,571	9,688	0,205	0,028
Sig	n/s	n/s	n/s	n/s

Tabla 9. Peso de 100 semillas de maíz (kg)

Ttos	Peso
I	0,043 ^a
II	0,040 ^b
III	0,038 ^c
ES ±	0,000
Sig	*

*P < 0,05 superíndices no comunes en columnas difieren, según Prueba de Duncan (Steel y Torrie, 1988).

El grano de maíz en estado maduro está formado por 4 estructuras básicas: pericarpio, testa, endospermo y embrión. Los valores de peso de 100 semillas (tabla 9), manifestaron la influencia que tuvo

la aplicación de agua residual pos tratada en el biodigestor con residual pecuario, pues manifestó diferencias significativas entre tratamientos coincidiendo el mayor peso de la semilla con la mayor aplicación del agua.

Anzalone *et al.* (2006), reportaron valores inferiores de peso (8,38 g a 31,78 g), evaluando diferentes grados de infestación con *Rotboellia cochinchinensis* presentes en el cultivo, todos por debajo de los obtenidos en nuestro trabajo.

Se aprecia (tabla 10) que existen diferencias significativas en los componentes del rendimiento entre los tratamientos estudiados, observándose el mayor valor (7,45 t/ha) en el tratamiento donde se le aplicó la mayor dosis de agua residual pos tratada (I).

Estos valores muestran que el empleo de aguas residuales en las condiciones que se realizó el estudio, posibilita incrementar la producción de maíz en 2,2 t/ha en relación con el control, lo que evidencia el beneficio que nos aporta el riego con estas aguas en áreas productivas cercanas a biodigestores en explotación. Pudiéramos también considerar que el maíz es uno de los granos más extensamente

cultivados en Cuba y que limitaciones con el agua para riego deprimen su rendimiento (Zamora, 2006).

Por otra parte podemos señalar que la suspensión del riego con agua residual pos tratada coincidió con el inicio de la fase de floración (60 días), esto permitiría la eliminación de algún posible riesgo que comprometa la producción final del cultivo (Monasterio *et al.* 2008).

Los rendimientos logrados en este cultivo superan el promedio mundial (3,20 t/ha) (Zamora, 2006) y están por encima de los expresados por Montero *et al.* (2009), quienes obtienen 5,40 t/ha utilizando agua residual como riego.

Tabla 10. Comportamiento del Rendimiento del maíz (t/ha)

Tratamientos	Rendimiento
I	7,45 ^a
II	7,35 ^b
III	5,43 ^c
ES ±	0,328
Sig	***

***P < 0,001 superíndices no comunes en columnas difieren, según Prueba de Duncan (Steel y Torrie, 1988).

CONCLUSIONES

1. El uso de las aguas residuales pos tratadas en un biodigestor alimentado con residual pecuario para el riego del maíz, es una fuente adicional y segura para satisfacer las demandas productivas.

2. El rendimiento del maíz fue superior para los tratamientos con aplicación de agua residual pos tratada en 2,2 t/ha.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ahtesaari, M.: La Ordenación Forestal Sostenible en Finlandia, evaluación y posibilidades. Unasilva, Vol. 51(I), p.56. 2000.

2. Anzalone, A; L. Meléndez y A. Gómez: "Evaluación de la interferencia de *Rottboellia cochinchinensis* sobre el maíz (*Zea mays* L.), a través de un método aditivo." Rev. Fac. Agron. v.23 n.4, Caracas, 2006.

3. Bidwell, A. y R. J. Dowdy: Environ Qual 16(4): 438-442, 1987.

4. Blessing, R. y M. Hernández: Comportamiento de variables de crecimiento y rendimiento en maíz (*Zea mays* L.) Var. NB-6 bajo prácticas de fertilización orgánica y convencional en la finca El Plantel. Managua. 2007-2008, 28 pp., 2008.

5. Cabrales, R; R. Montoya y J. Rivera: Agronomic evaluation of 25 genotypes of maize (*Zea mays*) for forage purposes in the half sinu valley. Rev. mvz cordoba. [online]., vol.12, no.2, p.1054-1060. Available from World Wide. 2007.

6. Duncan, D.: Multiple range and multiple F Test Biometrics, 11: 1, 1955.

7. FAO. El maíz en la nutrición humana Roma. Colección FAO: Alimentación y Nutrición, No. 25, 172 pp., 1993.

8. Fernández, Lianne; M. Torres; M. Sánchez y O. Rabí: El cultivo del Maíz en Cuba, XX Reunión Latinoamericana del Maíz, Lima, pp. 56-61, 2004.

9. Fernández, J.; A. Ballester y M. Jerez: Evaluación de nuevas variedades de maíz (*Zea mays* L.), en las condiciones climáticas del municipio de Media Luna. Notas de la cátedra Universitaria, 2009.

10. García R.; C. Oswaldo y T. Alvarado: Evaluación agronómica de una variedad y cuatro híbridos de maíz duro (*Zea mays* l.), en la comunidad Porotuyacus, Canton Archidona, 8pp., 2006.

11. Gunaratna, N. S.: Evaluating the nutritional impact of maize varieties genetically improved for protein quality. [A dissertation submitted of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy]. [on line] Indiana: Purdue University West Lafayette, 134 p. ISBN: 9780549303589 [Consultado: 07 de julio del 2009]. Disponible en: <http://docs.lib.purdue.edu/dissertations>. 2007.

12. Hernández, G. y S. Rodríguez.: "Evaluación de la fertilidad de un suelo mediante Metodologías de la Investigación Agroquímica." Ponencias. A. C. C. La Habana. pp. 1-7, 1984.

13. Jiménez, L. Larreal, M. y N. Noguera: Revista de la Facultad de Agronomía. (LUZ) 21(4): 311-321, 2004.

14. Jiménez, Yamilé: Caracterización del agua procedente de una planta de tratamiento por digestión anaerobia del residual pecuario. Centro de Investigación en Bioalimentos. Ministerio de Ciencia Tecnología y medio Ambiente, Ciego de Ávila, Cuba, 2011.

15. Keefer, R. R. Singh; D. Horwath: *J. Environ. Qual* 15(2): 146-152. 1986.

16. Melgar, R. y M. Torres: Manejo de la Fertilización en Maíz. Disponible en <http://www.elsitioagricola.com>. Consultado 17 de julio de 2011, 2011.

17. MINAGRI: Instructivo técnico del cultivo del maíz. La Habana, Dirección Nacional de Cultivos Varios, 1992.

18. MINAG. Nueva versión de clasificación genética

- de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos, La Habana, Agrinfor, 64 pp., 1999.
19. Monasterio, P; P. García; G. Alejo; A. Pérez; y otros: "Influencia de la precipitación sobre el rendimiento del maíz: caso híbridos blancos". *Revista Agronomía Tropical*, 58(1): 69-75. 2008.
20. Montero, L; R. Cun; J. Pérez; M. Paula; R. Calzadilla y J. Herrera: "Riego con aguas residuales a los cultivos del sorgo y maíz como alternativa para la producción de alimento animal." *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, Vol. 18, No. 4, Universidad Agraria de La Habana, Cuba, 2009.
21. Moreno, C; J. Pérez; M. Dolores y H. R. Mora: Análisis y calidad del agua de riego, Servicio de Publicaciones, Valencia, España, 220 pp., 1996.
22. NC27:99. Vertimiento de aguas residuales a las aguas subterráneas y al alcantarillo. Especificaciones (obligatoria experimental), La Habana, Cuba.
23. NOM – 004 –ECOL – 2001. Norma Oficial Mexicana, Protección Ambiental; lodos y biosólidos; especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final. SEMANAT. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 18 de febrero de 2002.
24. NOM-001-ECOL - 1996. Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en agua y bienes nacionales. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1997.
25. OMS. Directrices sanitarias sobre el uso de aguas residuales en agricultura y acuicultura; Serie de informes técnicos, 778, Ginebra, 2006.
26. Ortega, F. y R. Orellana: "El riego con agua de mala calidad en la agricultura urbana, aspectos a considerar II, Aguas residuales urbanas", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 16(3): 25-27. 2007.
27. Peña, Elizabeth Turruella; Miriam Carrión Ramírez; F. Martínez; A. Rodríguez y N. Companioni: Manual para la producción de abonos orgánicos en la agricultura urbana. Calle 1 esq. 2, Santiago de las Vegas, Ciudad de La Habana, Cuba. INIFAT- Grupo Nacional de Agricultura Urbana, p. 28, 2002.
28. Pérez, J y G. Hernández: "Valoración de la calidad del agua del arroyo Guachinango con fines de riego", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 16(3): 6-9, 2007.
29. Poagro. Bayer de México, s.a. de c.v., División Bayer Crop Science Blvd. Núm. 259 - Col. Granada – 11520, México. Disponible en: <http://www.proagro.com.mx/prods/bayer/bayer78.htm>. Consultado 5 de mayo de 2010, 2009.
30. Román, C. S.; M. Aguilera y H. Estay: Concentraciones máximas de elementos toleradas en el agua de riego, 145 pp., Manual Básico de Fertirriego, Libro Azul, 2da. Ed. SOQUIMICH COMERCIAL, Chile. 2001.
31. Sansano, C.: Cereales, estructura y composición nutricional. [en línea] Alicante: Universidad de Alicante. Disponible en: <http://www.elsitioagricola.com>. [Consultado: 07 de julio del 2009]. 2008.
32. Senior, A.; B. Briceño; I. Araujo y A. Casanova: El Zouahre. *Multiciencias* 1(1): 35-44, 2001.
33. SPSS. Versión 15.0. Versión renovable. Para Windows 2001.
34. Steel, R. G. D. y J. H. Torrie: Bioestadística, Principios y Procedimientos (2da Ed., 1ra ed. en español). McGraw-Hill (ed). Intern Americana. México, 622 pp., 1988.
35. USEPA. "Guidelines for wastewater reuse". US Environmental Protection Agency. EPA/625/R-04/108. Washington, DC., 2004.
36. Wang, J. ; O. Stabninova; S. Tay; V. Ivanou y J. Tay: *Wat Sci Tech* 49(10): 147-154, 2004.
37. Zamora, S.: Requerimientos y manejo del agua para el cultivo del maíz (*Zea mays* L.) bajo condiciones de aridez, en el Valle de la Paz B.C.S., México, Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas Agropecuarias, Universidad Agraria de La Habana, Cuba, 2006.

Recibido: 07/12/2011

Aceptado: 01/06/2012