

TÍTULO: TRATAMIENTO PREGERMINATIVO CON AGUAS RESIDUALES DE LA PRODUCCIÓN DE TORULA EN SEMILLAS DE CINCO ESPECIES FORESTALES

Nombre y apellidos primer autor: José L. Díaz Cabo¹, Nombres y apellidos otros autores: Marlene Ramírez González², José R. Mesa Reinaldo³; Rafaela Soto Ortiz³

1. *Institución de procedencia primer autor: Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Cienfuegos. Cuba. email: jldcabo@ucf.edu.cu*

Instituciones de procedencia otros autores:

2. *Servicio estatal Forestal Aguada de Pasajeros. MINAG*

3. *Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Cienfuegos. MES. Cuba.*

Introducción.

La deforestación ha ido en retroceso en Cuba, siendo uno de los pocos países, tanto desarrollados como en desarrollo, donde se obtienen resultados positivos en este sentido. (Cobas, *et al.*, 2008), contando actualmente con el 24.54 % de la superficie del país cubierta por bosques (Montesino, *et al.*, 2009).

El empleo en la reforestación de plantas de calidad asegurará en mayor medida el éxito de la misma, estando definida dicha calidad por una serie de parámetros morfológicos y fisiológicos que tratan de caracterizar la postura en el momento de su plantación y que permitirán un seguimiento más controlado de su comportamiento en el campo.

La agricultura cubana transita aceleradamente hacia un modelo de agricultura sostenible, de bajos insumos en la cual se emplean recursos naturales como una alternativa para sustituir el déficit de fertilizantes químicos, logrando resultados similares (Fernández, 1999).

Una alternativa importante la constituye la utilización de fuentes orgánicas en los suelos a partir de restos o desechos de la Industria azucarera. Es una tecnología que se ha perfeccionado en los últimos años en algunos países y en Cuba se comienzan a emplear estos residuales en beneficio de la agricultura cañera a partir de la década de los 80 en el siglo XX. (Figueredo y Hernández, 2002).

El municipio Aguada de Pasajeros cuenta con los residuales de la fábrica de Levadura Torula ubicada en la Empresa Azucarera Antonio Sánchez que según la evaluación del INRH (2006), son de naturaleza altamente agresiva y peligrosa para el medio ambiente debido a su pH con carácter ácido, conductividad eléctrica elevada, la presencia de gran cantidad de Nitrógeno y Fósforo y alto contenido de materia orgánica, los que se ha estudiado su aplicación en plantaciones cañeras de la localidad obteniéndose resultados satisfactorios, sin embargo no existen estudios que prueben su aplicación como alternativa en la pregerminación y posterior nutrición de posturas forestales en el territorio.

Dentro del territorio, entre las especies mas cultivadas se encuentran: la Yarúa (*Caesalpinia violacea* L.), el Soplillo (*Lysilona behanensis* L.), el Cedro (*Cedrela odorata* L.), la Caoba Antillana (*Swietenia mahogany* (L.) Jacq.) y la Albizzia (*Albizia procera* (Roxb.) Benth.), las cuales poseen alto valor económico, así como fácil adaptabilidad a los suelos del mismo, pero se observan bajos porcentajes de germinación en las posturas de estas plantaciones, por lo que se trazó para este trabajo, el siguiente objetivo:

Objetivo General:

1. Estudiar el efecto del tratamiento pregerminativo con aguas residuales de la producción de torula en semillas de: Cedro, Soplillo, Yarúa, Caoba Antillana y Albizzia.

Materiales y Métodos.

La investigación se realizó en el vivero forestal de la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) "Victoria" perteneciente a la Empresa Azucarera "Antonio Sánchez", en las especies Cedro (*Cedrela odorata L.*), Soplillo (*Lysiloma behanensis L.*), Yarúa (*Caesalpinia violacea (Mill.) standl*), Caoba Antillana (*Swetenia mahagoni (L.) Jacq*) y Albizzia (*Albizia procera (Roxb.) Benth*) en el período comprendido del 5 de Marzo del 2007 al 31 de Agosto del 2009.

El comportamiento de las variables agroclimáticas en el período del experimento aparece en la tabla 1.

Tabla 1. Variables agroclimáticas en el período Marzo- Junio/ 2009

Indicadores	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Temp. Max Media (°C)	31.0	32.1	33.7	33.3
Temp. Min. Media (°C)	18.2	18.4	21.2	22.7
Temp. Media Mensual (°C)	23.8	24.2	26.7	26.9
Humedad relativa Media (%)	72	69	70	77
Lluvia total Mensual (mm.)	18.1	37.3	77.2	318.7
Prec. Max en 24 h (mm.)	9.4	16.4	18.7	91.4
Días con lluvia	3	5	8	17

(InsMet.2008)

Efecto del tratamiento pregerminativo con aguas residuales de la producción de torula en semillas en las especies seleccionadas

Se utilizaron dos tratamientos con 33 repeticiones en cada uno de ellos:

1. Testigo.
2. Semillas pregerminadas con residual.

En el testigo se utilizó agua hirviendo durante 30 segundos para el Soplillo, la Yarúa y la Albizzia, siguiendo los criterios de Gras (2003) para estas especies. El Cedro y la Caoba Antillana no requieren de tratamiento pregerminativo. En el segundo tratamiento la pregerminación se realizó con agua residual sin diluir durante 24 horas en todas las especies. Las bolsas se llenaron con una mezcla de suelo del lugar y materia orgánica en proporción: 90 % de suelo y 10 % de M.O., siguiendo los criterios de Álvarez (2006). Las características agroquímicas del sustrato aparecen en la tabla 2.

Tabla 2. Características agroquímicas del suelo utilizado como sustrato

Grupo de suelos	Mat. Orgánica (%)	pH	P2O5 (mg./100g)	K2O (mg./100g)
Ferralitizado cálcico.	3.15	6.0	2.20	6.50

(EPICA, 2007)

Como material de siembra se utilizó semilla certificada procedente de la Empresa Forestal Integral Cienfuegos, las cuales poseían los siguientes porcentajes de germinación: Cedro 96 %, Soplillo 98 %, Yarúa 98 %, Caoba Antillana 88% y Albizzia 99% y se depositaron dos semillas por bolsa, como establece el Manual para viveros forestales (2003).

El agua residual de la producción de torula se obtuvo de la Empresa Azucarera "Antonio Sánchez" (Tabla 3), la cual poseía las siguientes características químicas:

Tabla 3. Caracterización de las aguas residuales

pH	N ₂ (mg.l ⁻¹)	P ₂ O ₅ (mg.l ⁻¹)	H ₂ CO ₃ (ppm x 10 ⁶)	Conductividad (mmScm ⁻¹)
4.3	152	23	138	0.83

Laboratorio de análisis (2008b) fecha 09-03-08.

Evaluaciones:

- Inicio de la germinación (días)
- Porcentaje de germinación hasta los 54 días (%).
- Altura (cm.) y diámetro basal (mm.) de las posturas logradas, a las 5, 7, 9 y 11 semanas después de la germinación

A partir de los datos anteriores, cuando las posturas reunían los requisitos establecidos por Gras *et al.* (2003) para el trasplante, se determinó:

- Índice de esbeltez (L/D), donde se utilizó la fórmula siguiente propuesta por Cobas, *et al.* (2008):

$$L/D = \text{Altura cm.} / \text{diámetro basal (mm.)}$$

Análisis estadístico utilizado

A la variable porcentaje de germinación se le realizó el análisis estadístico de comparación entre proporciones muestrales para $p < 0.05$, descrita por Lerch (1977); a la altura y diámetro basal de las posturas, así como al indicador Índice de esbeltez se le aplicó comparación de medias, con dócima de Duncan, para $p < 0.05$ utilizando el paquete estadístico para Windows (SPSS, 2006) versión 15.0.

Resultados y Discusión.

Estudio del comportamiento de la germinación en las especies

Las semillas de Cedro y Caoba Antillana al ser sometidas al tratamiento pregerminativo con aguas residuales de la producción de torula no germinaron. Según Fors (1975 las mismas presentan una cutícula altamente permeable que posibilita su viabilidad, la cual se pierde rápidamente al ponerse en contacto con la humedad y el calor del ambiente, por lo que al estar en un medio de altas concentraciones de sales, que según Laboratorio de Análisis (2006b) existen en estos residuales, se inhibió la germinación.

Laynez *et al.* (2007) plantean que cuando existe un aumento de la concentración de sales en el medio germinativo, hay una disminución del potencial osmótico y consecuentemente, una reducción del potencial hídrico. Esta reducción puede afectar la cinética de absorción de agua por las semillas (efecto osmótico), como también elevar a niveles tóxicos las concentraciones de iones (efecto tóxico) (Cramer *et al.*, 1986). El resultado de esta pérdida de turgencia protoplasmática, puede provocar disturbios en la fisiología celular y daños en los sistemas de las biomembranas, afectando de este modo el proceso germinativo (Prisco *et al.*, 1981).

Tabla 4. Comportamiento de la germinación con tratamiento pregerminativo con aguas residuales de la producción de torula, en las especies que germinaron.

Especies (nombre vulgar)	Tratamiento	Inicio Germ. (días)	Germinación (%)
Soplillo	Testigo	10	63.6 b
	Sem. Pregerm.	6	98.0 a
Yarúa	Testigo	10	75.4 b
	Sem. Pregerm.	5	98.0 a
Albizzia	Testigo	8	66.7 b
	Sem. Pregerm.	8	98.0 a

Letras iguales en las columnas no difieren para un nivel de significación de $p < 0.05$ para la dócima de comparación de proporciones muestrales.

En el Soplillo y la Yarúa (tabla 4) se puede observar que se adelantó la germinación en las semillas pregerminadas con residual e incrementó significativamente el porcentaje de la misma con relación al testigo. En la Albizzia no se muestra diferencia en cuanto al inicio de la germinación entre las alternativas pero se incrementó significativamente el porcentaje de germinación con respecto al testigo.

De manera general los resultados indican que la Yarúa, el Soplillo y la Albizzia, muestran una respuesta favorable en la germinación al ser pregerminada su semilla con residual, lo que coincide con lo planteado por Fors (1975) quien explica las diferencias entre estos forestales en cuanto a la germinación, dada por las características morfofisiológicas de las semillas de cada una de las especies.

Dinámica de crecimiento en las especies que germinaron.

En los resultados de la dinámica de crecimiento en el Soplillo y la Yarúa (figura 1 y 2), se observa que a partir de la quinta semana existe una tendencia al incremento de la altura de las posturas del tratamiento de semillas pregerminadas con residual, que supera significativamente la respuesta del testigo durante el período evaluado. El diámetro basal presenta similar comportamiento. Estos resultados coinciden con el planteamiento de Paneque (2005) quien refiere un alto contenido de nutriente al residual de torula que influye sobre el crecimiento de la caña de azúcar y lo obtenido por Ramírez (2009) en lo referente a la existencia de sustancias en el residual que tienen efecto similar a las que producen reguladores del crecimiento en especies vegetales.

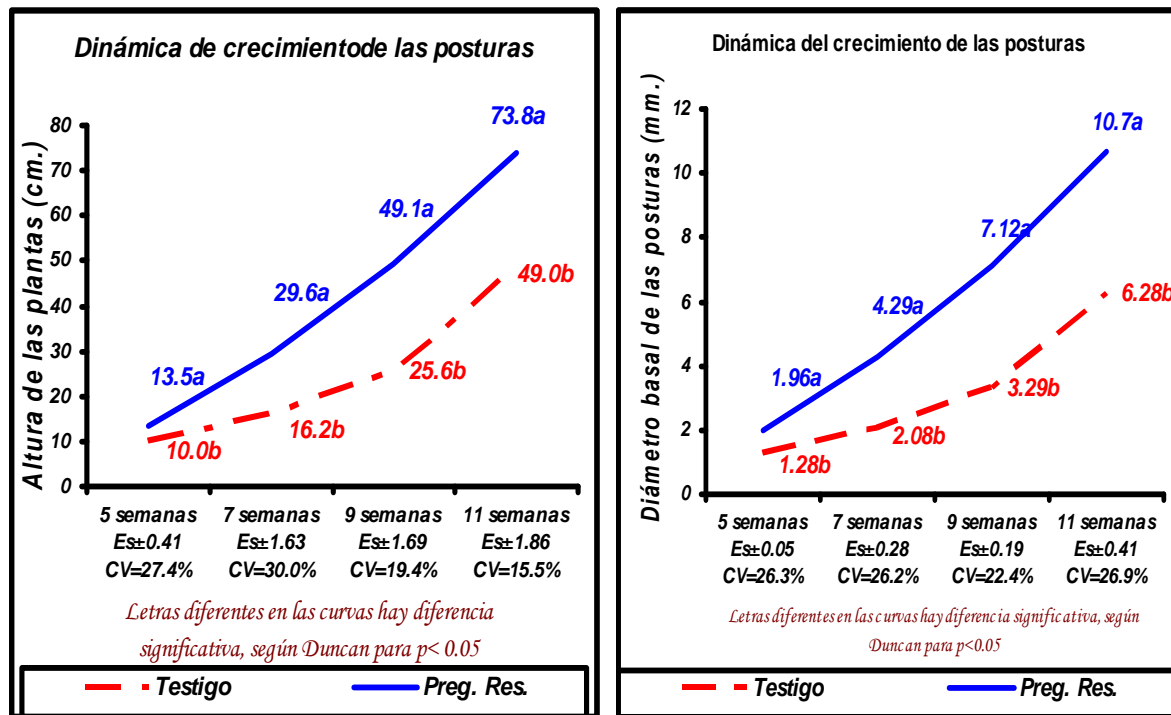


Figura 1. Dinámica de crecimiento del soplillo.

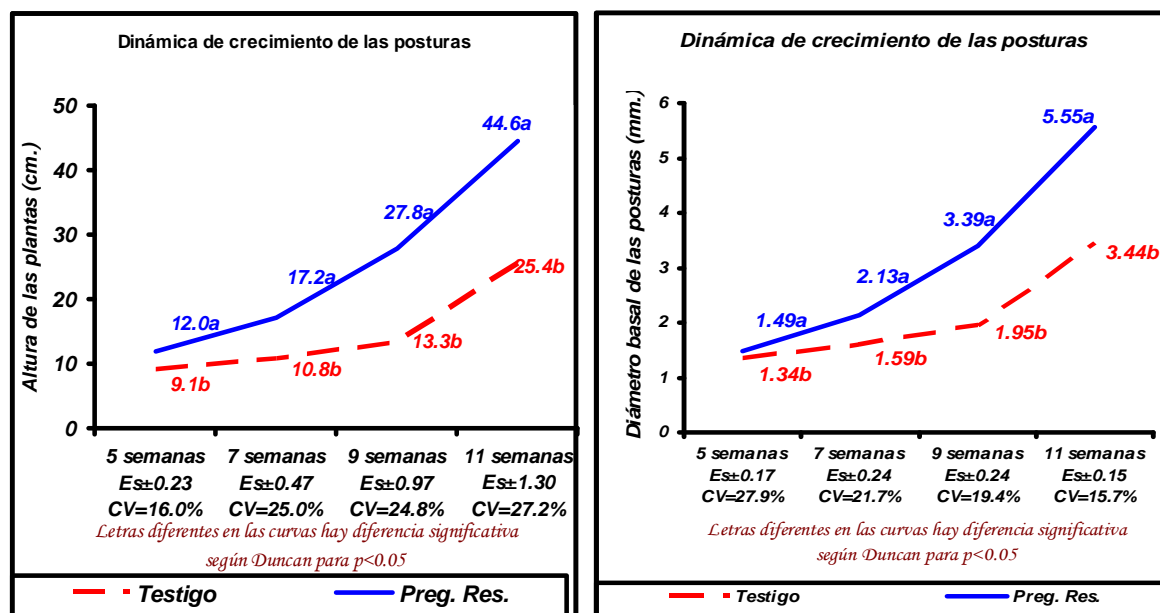


Figura 2. Dinámica de crecimiento de la Yarúa

En la dinámica de crecimiento en la Albizzia (figura 3) se percibe que esta especie presenta resultados similares a las especies anteriores en cuanto al crecimiento y al diámetro basal de las posturas cuando se le aplica residual a las semillas, aunque con una ligera disminución en los valores lo que coincide con lo planteado por Fors (1975) y Betancourt (2005) quienes refieren los bajos requerimientos nutricionales de esta especie, la gran adaptabilidad y rusticidad de la misma que le permiten mostrar patrones de crecimiento similares en diversos ambientes.

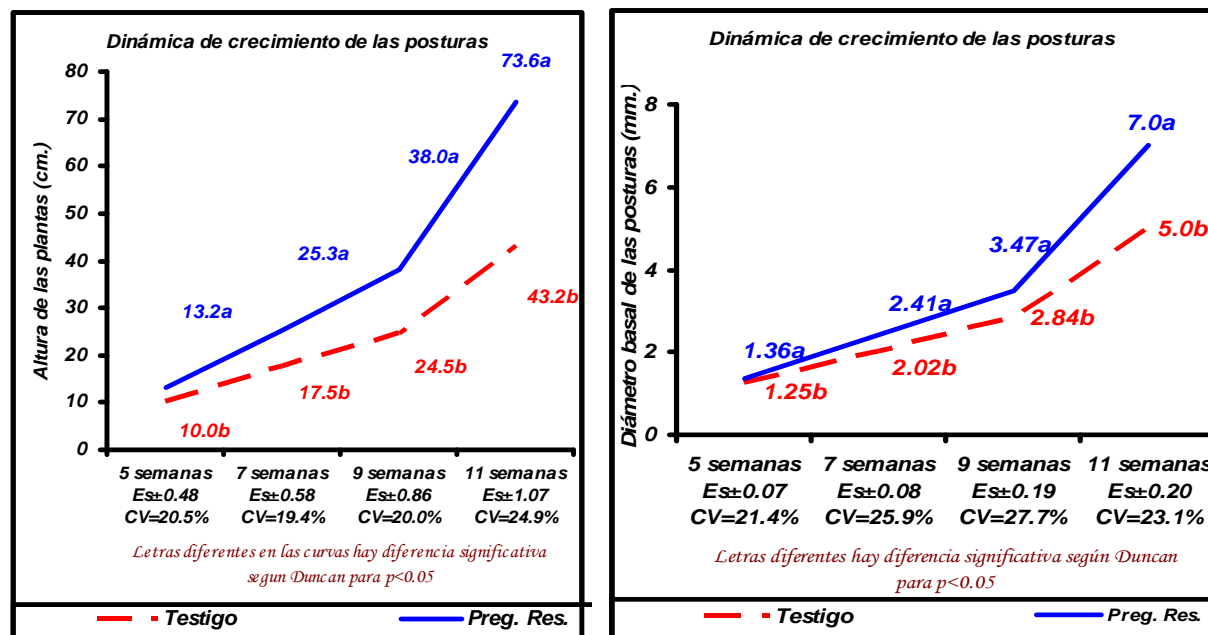


Figura 3. Dinámica de crecimiento de la Albizzia.

Análisis del índice de esbeltez de las especies que germinaron

En la Yarúa y la Albizzia (figura 4) se incrementa significativamente el índice de esbeltez al aplicársele residual a las semillas como tratamiento pregerminativo con respecto al testigo, lo cual puede disminuir la supervivencia de las posturas después de la plantación, indicador éste que se puede solucionar con un manejo apropiado en el vivero de acuerdo a lo planteado por Cobas *et al.* (2008).

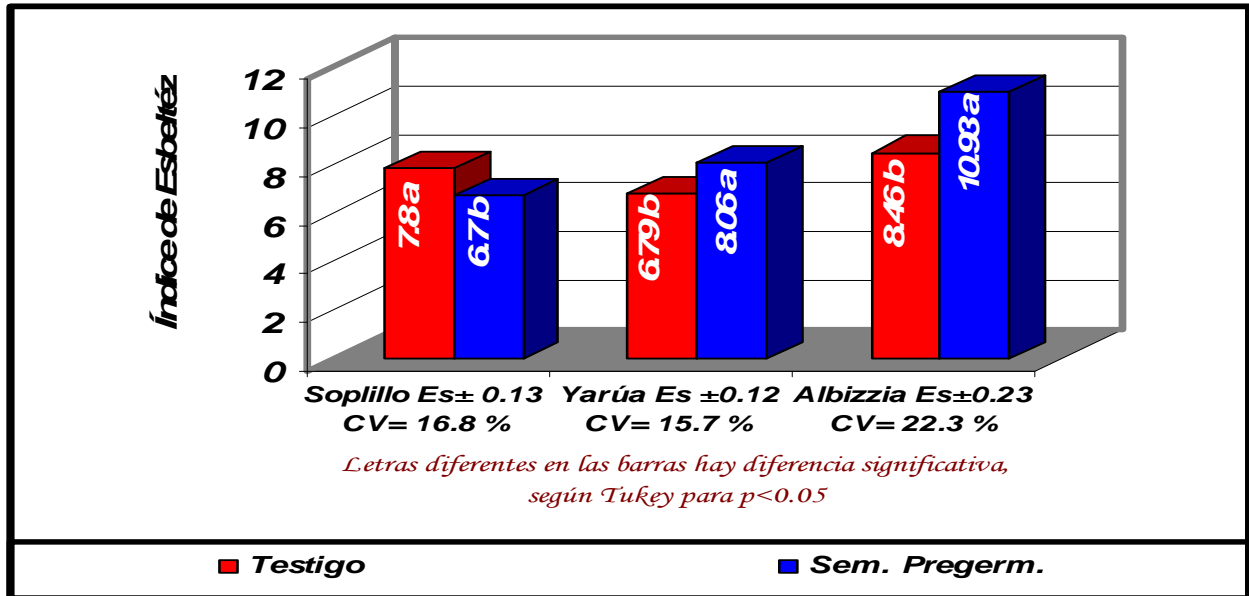


Figura 4. Análisis del índice de esbeltez

En el Soplillo el índice de esbeltez, al contrario de las restantes especies, el testigo supera significativamente al tratamiento de semillas pregerminadas con residual. Esto cual coincide con lo obtenido anteriormente en cuanto a los altos niveles tanto en altura como en el diámetro basal, que se revierte en una disminución del índice de esbeltez que favorece una buena supervivencia (Oliet, 2000).

Referencias.

Álvarez, P.A; Manual de Viveros forestales. p 23-35. 2006

Betancourt, A. Árboles maderables exóticos en Cuba. Editorial Científico técnica. p 29-30, 291-293. 2005

Cobas, M. ; Castillo, I y Gonzalez, E. Comportamiento de diferentes parámetros morfológicos en la calidad de la planta de *Hibiscus elatus* Sw. CIGET Pinar del Río. Vol 3, No 1. p 17-18. 2008

Cramer, G ; Lauchli, A y Epstein, E. Effects of NaCl and CaCl₂ on ion activities in complex nutrient solution in root growth of cotton. Plant Physiology 81: p 792-797. 1986

Fernández, F. Manejo de las asociaciones micorrizicas arbusculares (MA) sobre la producción de posturas de cafeto *Coffea arábica* L. en algunos tipos de suelos. Tesis de Doctorado. INCA. 118 p. 1999

Figueredo, N y Hernández, I. Propuesta de metodología para el empleo de los residuales líquidos del Complejo agroindustrial 30 de Noviembre en la fertirrigación de sus áreas de cultivo de caña de azúcar. Disponible en <http://www.ciget.pinar.cu/2002>. Consultado en 20-02-09.

Fors, A. Maderas cubanas. Instituto del Libro. p 9, 14, 35, 42, 135 y 150. 1975

Gras, H. Manual de Viveros forestales. p 18-26. 2003

INRH (Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos). Caracterización de los residuales de la Empresa Antonio Sánchez. Laboratorio de Análisis. p 2- 5. 2006

InsMet (Instituto de Meteorología). Variables climáticas. Informe técnico. 3 p. 2008

Layne, J. A. ; Méndez, J.R. y Mayz J. Efecto de la salinidad del suelo sobre la germinación de semillas de maíz de diferentes pesos en el oriente venezolano. TEMAS AGRARIOS. Vol 12 (2). Julio- Diciembre 2007 (67- 73). Disponible en: <http://www.unicordoba.edu.co/revistas>. Consultado 10-01-10

MINAG. Manual para viveros forestales. 30 p. 2003

Montesino, M; López, H; Hernández, J y Zayas, E. Insecticidas botánicos como alternativa para el manejo en sistemas agroforestales. Agricultur. ISSN 1028- 2130. No1 ACTAF Orgánica. 2009

Oliet, J. La calidad de la postura forestal en viveros. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes de Cordoba. España. 93 p. 2000

Paneque, V. Manual de Técnicas Analíticas para las aguas residuales. Laboratorio de análisis químico. Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas. INCA. 5 p. 2005

Prisco, J; Eneas Filho, J y Gómez, Filho, E. Effect of NaCl salinity on cotyledon starch mobilization during germination of *Vigna unguiculata* (L) Walp seeds. Revista Brasileira de Botânica 4: p63-71. 1981

Ramírez, Marlene. Activador fisiológico A- CETAS 07 y su empleo como revigorizador en plantas. Tesis de Maestría. CETAS. Universidad de Cienfuegos. 56 p. (2009)